



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้ฐานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยง
เพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว

The use of community-led health impact monitoring databases
in risk communication to protect vulnerable groups from transboundary pollution
in the case of Hongsa Coal-fired Power Plant, Lao PDR

ข้อตกลงเลขที่ สวรส. 67-021

คณะผู้วิจัย

นางสาวสมพร เพ็งคำ

SOMPORN PENGKAM

ผศ.ดร.ยุพาภรณ์ ทิรไพรวงศ์

Asst. Prof. YUPAPORN TIRAPAIWONG

ผศ.ดร.สุภาพร วรรณสันทัด

Asst. Prof. SUPAPORN WANNASUNTAD

ดร.มนทกานต์ ฉิมمامี

MONTAKARN CHIMMAMEE

ผศ.ดร.ธัญศิรินทร์ ณ น่าน

Asst. Prof. TANSIPHORN NA NAN

ผศ.ดร.สุกัญญา มีสกุลทอง

Asst. Prof. SUKANYA MEESAKULTHONG

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.) ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
ที่ปรากฏในเอกสารนี้เป็นของผู้วิจัย มิใช่ความเห็นของสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข

เมษายน 2568

กิตติกรรมประกาศ

เป็นธรรมดาของการนำแนวคิดใหม่ ไปทดสอบการปฏิบัติในภาคสนาม โดยเฉพาะการปกป้องกลุ่มเปราะบางในพื้นที่ชายแดน ที่มีความเหลื่อมล้ำกันทางอำนาจและโอกาสต่าง ๆ เพื่อริเริ่มเส้นทางเดินไปสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงระบบที่จะต้องเผชิญกับแรงเสียดทานของกลุ่มผลประโยชน์ที่แตกต่างกัน เป็นข้อท้าทายใหญ่ ซึ่งทีมวิจัยจะต้องรับฟังข้อห่วงกังวลของแต่ละกลุ่มด้วยความเข้าใจ และต้องรับมือด้วยความยืดหยุ่นไปตามสถานการณ์จริง

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างนวัตกรรมทางสังคม ต้นแบบการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือกับหลายฝ่ายที่ทีมวิจัยใคร่ขอขอบคุณผู้คนดังต่อไปนี้

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ได้แก่ นพ.ขวัญประชา เชียงไชยสกุลไทย ศ.ฉันทนา หวันแก้ว คุณเพ็ญโฉม แซ่ตั้ง ที่ให้ข้อชี้แนะแนวทาง โดยเฉพาะเมื่อต้องเผชิญกับข้อท้าทายยาก ๆ

คุณศยามล ไกรยูรวงศ์ กรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ ที่ช่วยเชื่อมประสานกลไกในระดับนโยบาย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่สนับสนุนทางวิชาการ ได้แก่ ดร.นพ.สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์ ศ.ดร.นพ.พรชัย สิทธิศรัณย์กุล พญ.รัชนิวรรณ สนิทกุล ผศ.ดร.พิภัทร เจียมพิริยะกุล และผศ.ดร.พิมสิริ ดิทยาน

ทีมนักวิจัยข้ามศาสตร์และทีมนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ที่ร่วมปฏิบัติการไปด้วยกัน รวมถึงกลุ่มเกษตรกรที่เสียสละเวลาในการให้ข้อมูล

งานแม่และเด็ก สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดน่าน แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลทุ่งช้าง จ.น่าน ที่สนับสนุนข้อมูลและร่วมพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังฯ ในหญิงตั้งครรภ์และเด็กเล็ก จนสำเร็จและนางสาวอภิญา กาดขุนทด ผู้ช่วยวิจัย สถาบันพัฒนาระบบประเมินผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน ที่ช่วยประสานการทำงานระหว่างกลุ่มต่าง ๆ รวมถึงเป็นที่ปรึกษาทางเทคนิคให้กับผู้ช่วยวิจัยภาคสนามในการใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและการแปลผลอย่างง่าย

ด้วยความหวังว่างานที่พวกเราช่วยกันริเริ่มขึ้นจะได้รับโอกาสในการขยายผลต่อ เพื่อการปกป้องสุขภาพผู้คนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม และเพื่อความเป็นธรรมทางสุขภาพ

คณะผู้วิจัย / เมษายน 2568

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

โครงการวิจัยเรื่อง การใช้ฐานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน กรณี มลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าหงสา ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เปิดพื้นที่ปฏิบัติการร่วมอันนำไปสู่การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง 2) สร้างและพัฒนาเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ในการเฝ้าระวังสุขภาพ โดยเฉพาะกลุ่มแม่และเด็กในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท และ เกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซกรด 3) สนับสนุนให้มีการนำข้อมูลจาก C-Site Databased มาวิเคราะห์และแปลผล ร่วมกันระหว่างเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และร่วมกันจัดทำเนื้อหาสำหรับการสื่อสารความเสี่ยง และ 4) เปิดพื้นที่สนทนาทางนโยบาย (Policy Dialogue Platform) แลกเปลี่ยนแนวทางและมาตรการปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน

ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบไปด้วย การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง หน่วยงานส่วนราชการและท้องถิ่น ในการร่วมกันเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน การสร้างความรอบรู้ทางสุขภาพ ให้กับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และชุมชนในการดูแลสุขภาพแม่และเด็ก ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสมลพิษจากปรอท พัฒนาแนวทางการปรับตัวของเกษตรกร กลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน การสื่อสารความเสี่ยง (Risk Communication) ต่อกลุ่มเป้าหมาย และสาธารณะ และการขับเคลื่อนมาตรการ/นโยบายในการปกป้องกลุ่มเปราะบาง

ผลการศึกษาพบว่า 1) การใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมได้รับการยอมรับและถูกนำไปปฏิบัติในระดับชุมชนโดยโรงเรียนเป็นผู้มีบทบาทนำ 2) หญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัย มีความเสี่ยงทางสุขภาพจากเมทิลเมอร์คิวรี ซึ่งเข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานปลาและหอยหลายชนิดจากแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารปรอท 3) การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร อาจเกิดจากหลายปัจจัยประกอบกัน ทั้งกลไกการจัดการเชิงพื้นที่ รูปแบบการปฏิบัติที่ถูกต้อง องค์ความรู้ของเกษตรกร ต้นทุนการวางระบบการจัดการที่เหมาะสม แรงงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดจากมลพิษข้ามแดน ซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจ รอบรู้ และมีศักยภาพในการติดตามและเฝ้าระวัง เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่หลากหลายเหล่านี้ได้

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)

The research project titled “The Use of Community-Led Health Impact Monitoring Databases in Risk Communication to Protect Vulnerable Groups from Transboundary Pollution in the Case of Hongsa Coal-Fired Power Plant, Lao PDR” is part of a participatory action research initiative on “The Development of Community-Led Health Impact Monitoring in Nan Province, Thailand: A Case of Transboundary Pollution from the Hongsa Power Plant, Lao PDR - Phase 2.” The objectives are:

(1) to create collaborative operational spaces that strengthen transdisciplinary researcher and citizen science networks; (2) to build and develop citizen scientist networks for health surveillance, particularly focusing on pregnant women and young children in mercury-contaminated risk areas, as well as farmers affected by acid gases; (3) to promote the joint analysis and interpretation of data from the C-Site Platform between transdisciplinary researchers and citizen scientist networks for effective risk communication; and (4) to establish a policy dialogue platform for exchanging strategies and measures to protect vulnerable groups from transboundary pollution.

Project activities included strengthening the networks of transdisciplinary researchers, citizen scientists, government agencies, and local authorities in monitoring health impacts related to the coal-fired power plant; enhancing health literacy among public health officials, community health volunteers, and local communities in maternal and child health care within mercury exposure risk areas; developing adaptive strategies for vulnerable farmers affected by transboundary pollution; communicating risks to target groups and the public; and advocating for policy measures to protect vulnerable populations.

The study found that: (1) the use of citizen science in environmental monitoring has been accepted and implemented at the community level, with schools taking a leading role; (2) pregnant women, fetuses, and young children face health risks from methylmercury, which enters the body through the consumption of fish and shellfish from mercury-contaminated water sources; and (3) changes in agricultural productivity may result from a combination of factors, including spatial management practices, appropriate farming methods, farmers’ knowledge, costs of effective system implementation, labor, climate change, and the potential impacts of transboundary pollution. Therefore, farmers must possess the understanding, awareness, and capacity to monitor and respond to these complex and multifaceted challenges.

บทสรุปผู้บริหาร

การใช้ฐานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว เป็นโครงการภายใต้ ชุดโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน กรณี มลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าหงสา ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปิดพื้นที่ปฏิบัติการร่วมอันนำไปสู่การสร้างเสริมความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง 2) สร้างและพัฒนาเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ในการเฝ้าระวังสุขภาพ โดยเฉพาะกลุ่มแม่และเด็กในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท และเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซกรด 3) สนับสนุนให้มีการนำข้อมูลจาก C-Site Databased มาวิเคราะห์และแปลผล ร่วมกันระหว่างเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และร่วมกันจัดทำเนื้อหาสำหรับการสื่อสารความเสี่ยง และ 4) เปิดพื้นที่สนทนาทางนโยบาย (Policy Dialogue Platform) แลกเปลี่ยนแนวทางและมาตรการปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน

การดำเนินงานประกอบไปด้วย การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง หน่วยงานส่วนราชการและท้องถิ่นในการร่วมกันเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน การสร้าง Health Literacy ให้กับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และชุมชนในการดูแลสุขภาพแม่และเด็ก ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสมลพิษจากปรอท การพัฒนาแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน การสื่อสารความเสี่ยง (Risk Communication) ต่อกลุ่มเป้าหมาย และสาธารณะ และการขับเคลื่อนมาตรการ/นโยบายในการปกป้องกลุ่มเปราะบาง

ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (Citizen Science) ได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นแนวทางที่สามารถเสริมสร้างประสิทธิภาพของระบบเฝ้าระวังมลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเปิดให้ประชาชนทั่วไป (non-professional) ได้ทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์มืออาชีพ (professional) ในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การแปลผล การกระจายข้อมูล และการสื่อสารความเสี่ยง เพิ่มการตรวจจับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะเริ่มต้น ทำให้ตอบสนองต่อภัยคุกคามต่อสุขภาพได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมาย ช่วยเติมเต็มช่องว่างของข้อมูล และช่วยสร้างความตระหนักและความรอบรู้ทางสุขภาพให้กับชุมชนได้เป็นอย่างดีด้วย โดยมีการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ 1) เซ็นเซอร์ราคาประหยัด 2) แอปพลิเคชันบนมือถือ และ 3) การวิจัยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย การฝึกอบรมและให้ความรู้ และสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งนี้โครงการวิจัยฯ ยังไม่สามารถสร้างการยอมรับและผลักดันให้มีการนำวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองไปใช้ในกลไกการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมของจังหวัดน่านได้ แต่ได้รับการยอมรับและถูกนำไปปฏิบัติในระดับชุมชนโดยโรงเรียนเป็นผู้มีบทบาทนำ

การป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัย พบว่าปรอทอินทรีย์มีการเปลี่ยนรูปมาจากปรอทอินทรีย์โดยกระบวนการทางชีวภาพที่มีสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำหรือแบคทีเรียมาเกี่ยวข้องให้เป็นเมทิลเมอร์คิวรี (Methylmercury: MeHg) เข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินอาหาร โดยการรับประทานปลา และหอยหลายชนิดจากแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารปรอท โดยเฉพาะปลาที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นผู้ล่า ปลาที่กินปลาเล็กอื่น ๆ เป็นอาหาร

และปลาที่อาศัยอยู่ตามท้องพื้นน้ำ การเกิดพิษจากเมทิลเมอร์คิวรีจะเป็นลักษณะของการสะสมเป็นระยะเวลานาน เมื่อมีปริมาณมากขึ้นจะเป็นอันตรายต่อระบบประสาท โดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปนเปื้อนสารปรอท และรับประทานปลาจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนของสารปรอทเป็นประจำ ทารกในครรภ์มีความเสี่ยงที่จะมีความผิดปกติของระบบประสาทสมอง (ค่าปรอทในสายสะดือสูงเกิน 0.58 ไมโครกรัม/ลิตร) ในต่างประเทศที่มีความเสี่ยงคล้ายกัน เช่น สหรัฐอเมริกาจึงได้มีการจัดทำคำแนะนำเกี่ยวกับรายชื่อปลาแห่งชาติตั้งแต่ปี 2010 จนถึงปัจจุบัน และพัฒนาคำแนะนำที่เฉพาะสำหรับแต่ละพื้นที่ โดยมีการติดตามปริมาณสารปรอทในปลาสายพันธุ์ต่าง ๆ จากแหล่งน้ำและอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการเลือกรับประทานปลาที่ถูกต้อง ในการนี้ทีมวิจัยจึงได้จัดทำแนวทางการเฝ้าระวังและการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากปรอทสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงขึ้นโดยอ้างอิงตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก

ในส่วนของภาคเกษตร พบว่าเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและทุ่งช้างเข้าสู่ “สังคมเกษตรกรสูงวัยแบบสมบูรณ์” ส่วนใหญ่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ ทำให้ไม่สามารถขยายพื้นที่การเพาะปลูกของตัวเองออกไปได้ อีกทั้งมีการหมุนเวียนเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกไปตามความต้องการของตลาด รวมถึงพ่อค้าคนกลางเป็นหลัก ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ปัจจัยทางประชากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสังคม การเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรก่อนการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2554-2558) และช่วงเวลาหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2560-ปัจจุบัน) พบว่าแม้ผลผลิตทางการเกษตรในพืชหลายชนิดที่เก็บตัวอย่างจะมีแนวโน้มได้ผลผลิตลดลง และรายได้ของเกษตรกรลดลงจากการปลูกพืชดังกล่าว แต่ก็มีข้อสังเกตว่ามีพืชบางชนิดที่ยังทำรายได้ให้กับเกษตรกร คือ กาแฟ โดยเฉพาะกาแฟที่บ้านมณีพฤกษ์ที่มีมูลค่าสูงในปัจจุบัน นอกจากนี้ในกรณีของส้มทุ่งช้าง ที่ประสบปัญหาโรคพืชและผลผลิตลดลงเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่ทำส้มในพื้นที่ควบคุมทั้งพื้นที่อำเภอเชียงกลาง ภายในจังหวัดน่านเอง และการทำส้มในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ต่างก็พบปัญหาโรคระบาดของส้มที่คล้ายกัน ประกอบกับต้นทุนการผลิตส้มที่สูงขึ้น และมีส้มจากประเทศจีนเข้ามาแย่งส่วนแบ่งตลาด ทำให้เกษตรกรหลายรายลดหรือล้มเลิกการปลูกส้มไปในที่สุด ผลการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร จึงอาจจะเกิดจากหลายปัจจัยประกอบกัน (Multi-Factor) ทั้งด้านกลไกของการจัดการเชิงพื้นที่ รูปแบบการปฏิบัติที่ถูกต้อง องค์ความรู้ของเกษตรกรในการจัดการ ต้นทุนการวางระบบการจัดการที่เหมาะสม ปัจจัยด้านแรงงาน รวมถึงปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดจากมลพิษข้ามแดนซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจและรอบรู้ และมีศักยภาพในการติดตามและเฝ้าระวัง เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่หลากหลายเหล่านี้ได้ กลยุทธ์การปรับตัวของกลุ่มเกษตรกร แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับของตัวเกษตรกรเอง จำเป็นต้องเพิ่มความรู้และทักษะ ระดับของชุมชน/การรวมกลุ่ม ควรจะมีการยกระดับทักษะของหมอดินในการตรวจตัวอย่างดินและพืช รวมถึงส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และระดับหน่วยงาน/สถาบันวิชาการที่เกี่ยวข้อง ควรมีการทำงานเชิงรุกเพื่อส่งเสริมความรู้และทักษะให้กับกลุ่มเกษตรกรในการจัดการแปลง การทำตลาดและเพิ่มช่องทางการขายสินค้าทางการเกษตร ตลอดจนการรับมือกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษข้ามแดน เป็นต้น ในระยะยาวมากกว่า 5 ปีข้างหน้า เกษตรกรมองว่าปัจจัยที่จะส่งผลการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรมากที่สุดคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต รองลงมาคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/การเปลี่ยน landscape ของพื้นที่ทำการเกษตร การจัดการแปลง/การดูแลรักษาพืชไม่ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม ปัญหาพ่อค้าคนกลาง/ช่องทางการตลาด และภูมิปัญญาพื้นบ้านที่จะหายไป สำหรับกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรจะใกล้เคียงกับในระยะสั้น มีแนวทางเพิ่มเติมในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง landscape ของพื้นที่ทำการเกษตรจากการสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำรี คือ การเปลี่ยนอาชีพไปทำการท่องเที่ยวเชิงเกษตรแทน รวมถึงความพยายามในการหาพืชมูลค่าสูงมาปลูกทดแทนพืชระยะสั้นอย่างปลูกในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1. การพัฒนาระบบและกลไกการเฝ้าระวัง

เป้าหมายระยะยาวของการวิจัยนี้ คือการพลิกโฉม (Transform) ระบบเฝ้าระวังทางสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม จากเดิมที่ไม่สามารถปกป้องสุขภาพของผู้คน โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลที่หน่วยงานและผู้เชี่ยวชาญเข้าถึงได้อย่างยากลำบาก มาเป็นการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ซึ่งงานวิจัยที่ดำเนินงานต่อเนื่องมาจากระยะแรกจนถึงระยะที่สองนี้ เป็นการพัฒนาตัวแบบ (prototype) ซึ่งหากจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ (system change) จำเป็นต้องสนับสนุนให้มีการทำอย่างต่อเนื่อง โดยนำตัวแบบที่สร้างขึ้นจากกรณีจังหวัดน่านมาปฏิบัติซ้ำในพื้นที่เดิม รวมถึงการนำไปทดสอบในพื้นที่อื่นที่บริบทแตกต่างกัน เพื่อทำความเข้าใจเงื่อนไขและเส้นทาง (pathway) ของการนำต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไปสู่การก่อรูปนโยบายและการนำไปใช้ได้จริงในพื้นที่ต่าง ๆ

2. ข้อเสนอต่อการปกป้องกลุ่มเปราะบางในพื้นที่เสี่ยง

2.1 กลุ่มหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็กปฐมวัย

- (1) คู่มือแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอทนี้ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ควรนำไปเผยแพร่ให้ความรู้แก่บุคลากรสุขภาพที่เกี่ยวข้องและครูที่เลี้ยงดูดูแลเด็กปฐมวัย ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อมสูง เพื่อสร้างความรู้ ความตระหนักถึงพิษของปรอทต่อสุขภาพ และขับเคลื่อนทั้งระบบ เพื่อป้องกันพิษปรอทต่อสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็กปฐมวัย ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนปรอท
- (2) การป้องกันการปนเปื้อนปรอทในหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็กปฐมวัย ที่สำคัญประเด็นหนึ่งคือการหลีกเลี่ยงการรับประทานปลาที่มีการปนเปื้อนของปรอทสูง คำแนะนำในคู่มือฯ นี้เกี่ยวกับชนิดและปริมาณของปลาที่ควรรับประทานและควรหลีกเลี่ยง ควรมีความชัดเจนว่าปลาชนิดไหนไม่ควรรับประทาน และรับประทานได้ในปริมาณเท่าใด ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับค่าปรอทในปลาแต่ละชนิดจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำเรื่องการรับประทานปลาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น บนฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลเหล่านี้ยังมีจำกัด ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณปรอทในปลาให้ครอบคลุมทุกชนิดของปลาจากแหล่งน้ำต่าง ๆ
- (3) คู่มือการฝากครรภ์สำหรับบุคลากรสาธารณสุข โดยกลุ่มอนามัยแม่และเด็ก สำนักส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย ระบุว่า หญิงตั้งครรภ์ “ควรรับประทานปลา โดยเฉพาะปลาทะเลอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ให้ได้รับ DHA ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า 3 ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมองและระบบประสาทเกี่ยวกับการพัฒนาเรียนรู้และจอประสาทตาซึ่งเกี่ยวกับการมองเห็นของทารกในครรภ์” ซึ่งไม่สอดคล้องกับคู่มือฯ นี้ที่แนะนำให้รับประทานปลาที่มีโอกาสสัมผัสการสะสมของปรอทสูงไม่เกิน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละประมาณ 1 ฝ่ามือ (240 กรัม) และควรรับประทานปลาให้หลากหลาย ในกรณีที่หญิงตั้งครรภ์อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของสารปรอทในแหล่งน้ำสูง บุคลากรสุขภาพควรพิจารณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการรับประทานปลาให้เหมาะสมกับบริบทของหญิงตั้งครรภ์

- (4) การนำคู่มือนี้ไปสู่การปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ในระยะหลังการถ่ายโอน รพ.สต. ไปยังองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) กรณีให้พยาบาลที่ รพ.สต. ออกเยี่ยมบ้านหญิงตั้งครรภ์ที่มีค่าปรอทในเส้นผมสูงต้องมีการประสานความร่วมมืออย่างดีกับ อบต. และพยาบาลที่ รพ.สต. ตั้งแต่การส่งเสริมสมรรถนะของพยาบาลให้เข้าใจเกี่ยวกับปรอทต่อสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารก และเด็กปฐมวัย และขอความร่วมมือปฏิบัติตามแนวทางการป้องกันนี้ จึงจะเกิดผลในทางปฏิบัติ
- (5) หลักฐานจากงานวิจัยในปัจจุบันพบว่า สารพิษจากโลหะหนักหลายชนิดไม่เฉพาะแต่ปรอทเท่านั้นที่เป็นพิษต่อสุขภาพ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม อาร์เซนิก และ โครเมียม กรมควบคุมโรคควรให้ความรู้และพัฒนาแนวทางการป้องกันพิษจากโลหะหนักเหล่านี้ให้ครอบคลุมแก่บุคลากรสุขภาพและประชาชน

2.2 กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและทุ่งช้าง จ.น่าน

- (1) ข้อเสนอต่อการพัฒนาความรู้และทักษะการจัดการแปลงของเกษตรกร
 - ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถาบันวิชาการที่เกี่ยวกับด้านเกษตร กลุ่มเกษตรกร และกลไกภาครัฐที่เกี่ยวข้อง (เกษตรตำบล เกษตรอำเภอ ศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตร น่าน) จัดอบรมแบบเชิงรุกเพื่อให้ความรู้และติดตามให้คำปรึกษาเรื่องการจัดการแปลง การดูแลผลผลิต
- (2) ข้อเสนอต่อการพัฒนาระบบติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร
 - พัฒนาเครื่องมือบันทึกกิจกรรมทางการเกษตร และสร้างวัฒนธรรม Self-monitoring ให้กับกลุ่มเกษตรกร ซึ่งผลผลิตสำคัญของโครงการนี้คือ ได้พัฒนาแบบบันทึกการทำเกษตรเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร สามารถนำไปเผยแพร่และใช้ได้จริงในชุมชน หรืออาจจะนำไปปรับปรุงต่อยอดเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของการทำเกษตรในพื้นที่
 - ส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าใจระบบรายงานความเสียหายของพืชผลทางการเกษตรผ่านระบบ C-Site โดยเพิ่มการระบุข้อมูลวิธีการทำเกษตรของผู้รายงาน เช่น การตรวจดินและน้ำ และผลการตรวจการใส่ปุ๋ยและใช้ยาจัดการโรคและศัตรูพืช แหล่งน้ำที่ใช้ในการทำเกษตร เป็นต้น เมื่อมีการรายงานเข้าระบบ ควรจะมีการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้วินิจฉัยปัญหา และให้คำแนะนำ ซึ่งจะทำให้ฐานข้อมูล C-Site เป็นทั้งระบบรายงานความเสียหายของพืชผล และเป็นแหล่งความรู้ของการจัดการทางการเกษตรที่ถูกต้อง

สารบัญเนื้อหา

กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	II
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	III
บทสรุปผู้บริหาร	IV
สารบัญเนื้อหา	VIII
สารบัญตาราง	X
สารบัญภาพ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	2
บทที่ 2 การใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม	10
2.1 เกริ่นนำ	11
2.2 กรณีศึกษาจังหวัดน่าน	12
2.3 สรุป	16
บทที่ 3 แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอท	17
3.1 บทนำ	18
3.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	23
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.3.1 การพัฒนาคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังฯ	23
3.3.2 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ศึกษาวิจัย	23
3.3.3 เครื่องมือวิจัย	24
3.3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	27
3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	30
3.4 ผลการศึกษา	31
3.4.1 การศึกษาสถานการณ์และภาวะสุขภาพของกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัย ในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท	31
3.4.2 ผลกระทบของปรอทต่อสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และเด็กในพื้นที่ใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหิน	33
3.4.3 การศึกษาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนปรอทในต่างประเทศ	36
3.4.4 สถานการณ์ด้านสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ	54
3.4.5 แนวทางการเฝ้าระวังและการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากปรอท สำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยง	57

บทที่ 4 การเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกร	62
กลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน	
4.1 บทนำ	63
4.2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	64
4.2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ทำการเกษตรและชนิดพืชที่ปลูกในพื้นที่	64
อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง	
4.2.2 แนวคิดและงานวิจัยเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานการเกษตรและการประเมิน	65
ความเปราะบางของห่วงโซ่อุปทานการเกษตร	
4.2.3 แนวคิดและงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบต่อภาคเกษตรจากมลพิษข้ามแดน	70
และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	
4.2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับตัวของเกษตรกรต่อปัจจัยเสี่ยงทั้งมลพิษข้ามแดน	72
และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	
4.3 กรอบแนวคิดการวิจัย (conceptual framework)	76
4.4 ระเบียบวิธีวิจัยและการดำเนินงาน	78
4.5 ผลการศึกษา	84
4.5.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	85
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกร	100
4.5.3 ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรก่อนและหลังตั้งโรงไฟฟ้า	104
4.5.4 ผลการประเมินแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในระยะสั้นและระยะยาว	116
4.6 สรุปและข้อเสนอแนะ	120
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะจากงานวิจัย	123
ส่วนที่ 1 การใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (Citizen Science) ในการเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม	124
ส่วนที่ 2 แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์	126
และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอท	
ส่วนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบาง	130
จากมลพิษข้ามแดน	
บรรณานุกรม	133
ภาคผนวก	144
ภาพกิจกรรม	145
แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	161

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1	มาตรฐานควบคุมการปล่อยมลพิษจากโรงไฟฟ้า	41
ตารางที่ 3.2	เกณฑ์ค่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในมนุษย์เพื่อประเมินการสัมผัสปรอทในเด็กและหญิงตั้งครรภ์	45
ตารางที่ 3.3	พิษวิทยาของปรอทแต่ละชนิด (Toxicological features of mercury (Hg) species) (Ruggieri, Majorani, Domanico, & Alimonti, 2017; Boerleider et al., 2017).	45
ตารางที่ 3.4	พิษวิทยาของปรอทแต่ละชนิด (Toxicological features of mercury (Hg) species) (Ruggieri, Majorani, Domanico, & Alimonti, 2017; Boerleider et al., 2017).	47
ตารางที่ 3.5	ลักษณะและข้อมูลเฉพาะของการตรวจชีวภาพของปรอท	48
ตารางที่ 3.6	แสดงร้อยละของการคลอดก่อนกำหนด พ.ศ. 2565-2566 จำแนกตามอำเภอในจังหวัดน่าน	54
ตารางที่ 3.7	แสดงร้อยละของการคลอดทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่า 2,500 กรัม จำแนกตามอำเภอ ในจังหวัดน่าน	55
ตารางที่ 3.8	คำแนะนำสำหรับหญิงตั้งครรภ์ที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารปรอทเพื่อป้องกัน และลดความเสี่ยงทางสุขภาพ	58
ตารางที่ 4.1	ข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน พ.ศ. 2565	64
ตารางที่ 4.2	ข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน พ.ศ. 2565	65
ตารางที่ 4.3	สรุปวัตถุประสงค์ วิธีการเก็บข้อมูล และกลุ่มเป้าหมาย	79
ตารางที่ 4.4	การเก็บข้อมูลตามประเภทของพืชในแต่ละพื้นที่	82
ตารางที่ 4.5	สรุปผลการเก็บข้อมูลกลุ่มเกษตรกร จำแนกตามพื้นที่และพืชหลัก (n=140)	84
ตารางที่ 4.6	ร้อยละของลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง	87
ตารางที่ 4.7	ร้อยละของลักษณะการทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง	91
ตารางที่ 4.8	ร้อยละของสถานะทางการเงินของกลุ่มตัวอย่าง	94
ตารางที่ 4.9	ร้อยละของสถานะทางสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง	98
ตารางที่ 4.10	ร้อยละของการตรวจดินและน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง	99
ตารางที่ 4.11	ข้อมูลปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 6 ประเภทของจังหวัดน่าน และข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร	108
ตารางที่ 4.12	ภาพรวมผลผลิตและรายได้เฉลี่ยต่อไร่ต่อปีของพืชเศรษฐกิจจากกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่การเกษตรใน อ.ทุ่งช้าง	114
ตารางที่ 4.13	ภาพรวมผลผลิตและรายได้เฉลี่ยต่อปีของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่การเกษตรใน อ.เฉลิมพระเกียรติ	114
ตารางที่ 4.14	โรคและแมลงศัตรูพืชที่พบในแหล่งเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลักพื้นที่เป้าหมาย	114
ตารางที่ 4.15	ผลจากการประชุมวิเคราะห์แนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบาง ในระยะสั้น 5 ปี	116
ตารางที่ 4.16	ผลจากการประชุมวิเคราะห์แนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบาง ในระยะยาวมากกว่า 5 ปี	118

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1.1 กรอบเนื้อหาในการดำเนินงานระยะที่สอง (ตุลาคม 2566 - กุมภาพันธ์ 2568)	7
ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	13
ภาพที่ 3.1 ประเทศที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน 10 อันดับแรกของโลก (ที่มา: CarbonBrief Clear on Climate แผนที่แสดงโรงไฟฟ้าถ่านหินทั่วโลกระหว่างปี 2019 จาก https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-coal-power-plants)	31
ภาพที่ 3.2 แนวโน้มการผลิตไฟฟ้าพลังงานถ่านหินกำลังจะมีเพิ่มขึ้นในแถบเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ที่มา: Carbon Brief Clear on Climate. แผนที่แสดงโรงไฟฟ้าถ่านหินทั่วโลก ในปี 2018 จาก https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-coal-power-plants/ accessed 17 March 2024)	32
ภาพที่ 3.3 มาตรการการควบคุมมลพิษที่ต้นกำเนิดของโรงไฟฟ้า (Li et al., 2020)	38
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างคำแนะนำในการบริโภคปลาสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กอายุ 1-11 ปี ในประเทศสหรัฐอเมริกา (1)	51
ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างคำแนะนำในการบริโภคปลาสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กอายุ 1-11 ปี ในประเทศแคนาดา	52
ภาพที่ 3.6 ร้อยละของเด็กปฐมวัยในจังหวัดน่านที่มีพัฒนาการสมวัยและสงสัยล่าช้า พ.ศ. 2566 จำแนกตามอำเภอ	56
ภาพที่ 4.1 ห่วงโซ่อุปทานการผลิตสินค้าเกษตร	66
ภาพที่ 4.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา	77
ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนาม	78
ภาพที่ 4.4 พื้นที่ศึกษาและจำนวนเกษตรกรที่ให้ข้อมูล	78
ภาพที่ 4.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรพื้นที่ อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน	100
ภาพที่ 4.6 หมู่บ้านที่เก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่างพืชและดินกระจายในพื้นที่การตกสะสมสารปรอท ของจังหวัดน่าน	104
ภาพที่ 4.7 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่การเกษตร อ.ยางชุมน้อย ในช่วงเวลา ก่อนและหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา	105
ภาพที่ 4.8 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่การเกษตร อ.เฉลิมพระเกียรติ ในช่วงเวลา ก่อนและหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา	105
ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่การเกษตรเป้าหมายและพื้นที่ควบคุม	106

ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของข้าว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตร เป้าหมายและพื้นที่ควบคุม	106
ภาพที่ 4.11 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของกาแฟ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตร เป้าหมายและพื้นที่ควบคุม	107
ภาพที่ 4.12 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของส้มเขียวหวาน ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่การเกษตรเป้าหมายและพื้นที่ควบคุม	107
ภาพที่ 4.13 แผนที่แสดงจุดเก็บข้อมูลผลผลิตการเกษตรและตัวอย่างดิน	111
ภาพที่ 4.14 แผนที่แสดงการตรวจพบสารปรอท ณ ตำแหน่งการเก็บดินตัวอย่าง	112
ภาพที่ 4.15 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินที่พบค่าไนโตรเจนสูงกว่าร้อยละ 0.15	112
ภาพที่ 4.16 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินที่มีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	113
ภาพที่ 4.17 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินที่มีค่าโปแตสเซียมสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	113



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ประเทศสมาชิกขององค์การสหประชาชาติ จำนวน 193 ประเทศ รวมถึงประเทศไทยได้ร่วมกันรับรองเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เมื่อวันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) ว่าเป็นทิศทางการพัฒนาที่ทุกประเทศที่ต้องดำเนินการร่วมกัน โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ไปจนถึงปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) รวม 15 ปี โดยเอกสารที่ประเทศสมาชิกทั้งหมดลงนามรับรองเป็นพันธะสัญญานั้นเรียกว่า “Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development” หรือ “วาระการพัฒนาที่ยั่งยืน 2030” “Agenda 2030” หรือ “Global Goals” มีทั้งหมด 17 เป้าหมาย

เป้าหมายที่ 3 เป็นเรื่องเกี่ยวกับชีวิตที่มีสุขภาพดีและการส่งเสริมสุขภาวะแก่ประชาชนทุกคนในทุกช่วงวัย โดยข้อ 9 ระบุว่าภายในปี พ.ศ. 2573 จะต้องลดอัตราการตายและการเจ็บป่วยจากสารเคมีอันตราย มลพิษและการปนเปื้อนในอากาศ น้ำ และดินให้ลดลงอย่างมาก โดยการเสริมขีดความสามารถทุกประเทศโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา ในการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า การลดความเสี่ยง และการจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพทั้งระดับประเทศและระดับโลก

รายงาน 10 ปัญหาคุกคามสาธารณสุขโลกปี พ.ศ. 2562 ที่ทำโดยองค์การอนามัยโลก ระบุว่ามลพิษทางอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือภัยคุกคามต่อสิ่งแวดล้อมนำมาสู่ปัญหาสุขภาพที่รุนแรงที่สุด นอกจากนี้องค์การสหประชาชาติยังได้กำหนดให้สิทธิด้านสุขภาพและสิทธิด้านสิ่งแวดล้อม เป็นสิทธิมนุษยชนขั้นพื้นฐานตามหลักสากล ซึ่งโครงการพัฒนาต่าง ๆ มีความเสี่ยงที่จะละเมิดสิทธิดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นจึงได้จัดทำหลักการชี้แนะด้านสิทธิมนุษยชนกับธุรกิจ (United Nations Framework and Guiding Principles on Business and Human Rights) หรือ UNGP สำหรับภาคธุรกิจเพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติในการเคารพสิทธิมนุษยชน

ปลายปี พ.ศ. 2558 สปป.ลาว ได้เปิดดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง มีขนาดกำลังการผลิต 1,878 เมกะวัตต์ ตั้งอยู่ที่เมืองหงสา แขวงไชยบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ชายแดนติดกับจังหวัดน่านของประเทศไทย โรงไฟฟ้างดังกล่าวยังมีการทำเหมืองลิกไนต์ร่วมด้วย โครงการนี้ผลิตไฟฟ้าขายให้แก่ประเทศไทยเป็นหลัก คือ 1,473 เมกะวัตต์ โดยผ่านสายส่งขนาด 500 กิโลโวลต์ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และขายไฟฟ้าให้ลาว 100 เมกะวัตต์ผ่านสายส่งขนาด 115 กิโลโวลต์ของรัฐวิสาหกิจไฟฟ้าลาว (จากโรงไฟฟ้าถึงหลวงพระบาง) ใช้เงินลงทุนเป็นรวมมูลค่ารวม 3,710 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หุ้นส่วนลงทุน คือ บมจ.ผลิตไฟฟ้าราชบุรีโฮลดิ้ง (ร้อยละ 40), บริษัทบ้านปู เพาเวอร์ จำกัด (ร้อยละ 40) และบริษัท Lao Holding State Enterprise (ร้อยละ 20) ได้รับการสนับสนุนแหล่งกู้เงินจาก ธนาคาร 9 แห่งในประเทศไทย ได้แก่ ธนาคารกรุงเทพ ธนาคารไทยพาณิชย์ ธนาคารกรุงไทย ธนาคารออมสิน ธนาคารกสิกรไทย ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย ธนาคาร กรุงศรีอยุธยา ธนาคารธนชาติ และธนาคารทหารไทย

ในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงจะก่อให้เกิดมลพิษหลายชนิด โดยเฉพาะมลพิษทางอากาศ อาทิ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5}) PAHs ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ออกไซด์ โลหะหนัก (สารหนู ตะกั่ว ฯลฯ)ปรอท เป็นต้น ซึ่งผลกระทบจากมลพิษเหล่านี้ไม่ได้มีขอบเขตจำกัดตามเส้นแบ่งพรมแดนประเทศ

พ.ศ. 2561 สวรรส. ได้สนับสนุนให้คณะนิติศาสตร์ ม.เชียงใหม่ ทำโครงการวิจัยเรื่องการเตรียมความพร้อมให้กับชุมชนในการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพชุมชนที่มีความเสี่ยงจากโครงการพัฒนาในพื้นที่ชายแดน: กรณีผลกระทบจากโรงไฟฟ้าหงสา ในจังหวัดน่าน¹ โดยดำเนินงานที่บ้านน้ำรีพัฒนาและน้ำช้างพัฒนา อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน ผลการศึกษาพบว่า ชุมชนขาดความรู้ความเข้าใจต่อการดำเนินการของโรงไฟฟ้า รวมถึงความเสี่ยงด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ขั้วหวงกังวลที่ชุมชนให้ความสำคัญมากที่สุดคือ ผลกระทบต่อพืชผลการเกษตร รองลงมาคือผลกระทบต่อสุขภาพ จึงต้องการให้เตรียมความพร้อมชุมชนเพื่อรับมือกับความเสี่ยง และให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงให้หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องเก็บข้อมูลพื้นฐานด้านต่าง ๆ อาทิ การตรวจคุณภาพน้ำในลำห้วยน้ำรี ลำห้วยน้ำช้าง ซึ่งเป็นลำน้ำสายหลักของชุมชน ดิน ผลผลิตทางการเกษตร อากาศ สำหรับมิติด้านกฎหมายพบว่ากฎหมายภายในทั้งของประเทศไทยและสปป.ลาว ไม่มีการกล่าวถึงการจัดการมลพิษข้ามพรมแดน

เมษายน 2561 - พฤษภาคม 2562 โปรแกรมพัฒนาผู้นำเพื่อความเป็นธรรมด้านสุขภาพในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ภายใต้การสนับสนุนของมูลนิธิ China Medical Board ได้สนับสนุนโครงการ Community-led impact monitoring from coal-fired power plan เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับชุมชนในการเก็บข้อมูลเฝ้าระวังความเสี่ยงกรณีผลกระทบข้ามพรมแดนจากโรงไฟฟ้าหงสา มีการกำหนดกรอบตัวชี้วัดการเฝ้าระวังฯ สอนให้ชาวบ้านรู้จักการใช้เครื่องมืออย่างง่ายในการตรวจวัดซัลเฟอร์ออกไซด์ในอากาศ การวัดค่าความเป็น กรด-ด่างของน้ำ การติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพอากาศ ซึ่งเป็นการวัดแบบเรียลไทม์เชื่อมกับฐานข้อมูลออนไลน์ของ ม.เชียงใหม่ และทดลองให้ชาวบ้านบันทึกข้อมูลลงในแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

ผลลัพธ์จากการดำเนินโครงการดังกล่าวข้างต้น ทำให้ สวรรส. สนับสนุน ชุดโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน กรณี มลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าหงสา ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบข้ามศาสตร์ ทำงานบนหลักการมีส่วนร่วมและหลักการป้องกันไว้ก่อน (Precautionary principle) กล่าวคือ พิจารณาจากความเสี่ยงโดยไม่ต้องรอให้พบผู้มีปัญหาสุขภาพหรือผู้ป่วย ดังนั้นกรอบแนวคิดการเฝ้าระวังจึงสนใจการเปลี่ยนแปลงปัจจัยกำหนดสุขภาพ โดยเฉพาะปัจจัยทางสังคม (Social Determinant of Health-SDH) โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อภาคเกษตร อันเป็นรายได้หลักของคนท้องถิ่นและการปนเปื้อนมลพิษในระบบนิเวศ ตลอดจนห่วงโซ่อาหาร ที่มีผลโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของกลุ่มเปราะบางโดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์และเด็กเล็ก นอกจากนี้ยังอยู่บนฐานแนวคิดของการสร้างความรู้ร่วมกัน (co-production of knowledge) ระหว่างผู้เชี่ยวชาญ (Expert Knowledge) และชุมชน (Lay Knowledge) รวมถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (citizen science)

¹ อ่านรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ได้ที่ https://chiaplatform.org/page/article_read/32

การดำเนินงาน แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ระหว่าง เดือนกันยายน 2564 - กันยายน 2566 และระยะที่ 2 ระหว่างเดือนตุลาคม 2566 - กุมภาพันธ์ 2568

ระยะที่หนึ่ง (กันยายน 2564 - กันยายน 2566) การออกแบบการวิจัยในระยะแรกเพื่อตอบคำถาม 3 ข้อ คือ 1) มีตัวชี้วัดและเครื่องมืออะไรบ้างที่ชุมชนสามารถใช้ในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน 2) อะไรคือเครื่องมือและกลไกที่เหมาะสมสำหรับชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นทั้งระหว่างคนในชุมชน ระหว่างชุมชนกับผู้มีส่วนได้เสีย และชุมชนกับสาธารณะ 3) โครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว มีความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อชุมชนในประเทศไทยอย่างไร และอะไรคือกลไกระหว่างประเทศที่ผู้มีส่วนได้เสียสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวังและร่วมตัดสินใจในการออกมาตรการกำกับดูแล และเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบข้ามพรมแดน

การดำเนินงานเริ่มจากการสร้างความไว้วางใจระหว่างทีมนักวิจัยและชุมชน สร้างทีมผู้เชี่ยวชาญข้ามศาสตร์ สร้างนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง สร้างระบบการบันทึก การประมวลผล และการจัดเก็บฐานข้อมูล (Databased) แบบดิจิทัล และสร้างพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลความร่วมมือระหว่างกลุ่มต่าง ๆ ในการเฝ้าระวังฯ รวมถึงแสวงหาช่องทางผลักดันมาตรการแก้ไขปัญหา การดำเนินงานประกอบไปด้วย 5 โครงการ ได้แก่

ชื่อโครงการวิจัย	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1. การใช้ดัชนีบ่งชี้ทางเคมีและชีวภาพเพื่อติดตามตรวจสอบมลพิษทางอากาศ และการพัฒนาเครื่องมือสำหรับชุมชนในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5912	ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ม.เชียงใหม่
2. การจัดทำแผนที่ความเสี่ยง การติดตามการปนเปื้อนและประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตของชุมชน จากมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ตกสะสมในสิ่งแวดล้อม โดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5903	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.นเรศวร
3. การพัฒนาและใช้ระบบข้อมูลเฝ้าระวังชุมชน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการรับมือกับปัญหามลพิษข้ามพรมแดน โดย คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5927	คณะศิลปศาสตร์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. การพัฒนาเครื่องมือและช่องทางการสื่อสารแบบดิจิทัลบนแพลตฟอร์ม โมบาย แอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน กรณี มลพิษข้ามพรมแดนจากโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสาใน สปป.ลาว https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5952	สำนักเครือข่ายและการมีส่วนร่วม สาธารณะ องค์การกระจายเสียง และแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ส.ส.ท.)
5. การพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน จังหวัดน่าน ประเทศไทย กรณี มลพิษข้ามพรมแดนจากโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา ประเทศลาว https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5921	มูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ (มสช.)

ผลการศึกษาระยะที่ 1 พบว่า ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตามแนวชายแดน อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ อาทิตี ชาวลื้อ ไทลื้อ โดยมีรายได้จากการทำเกษตรเป็นหลัก จากการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่พบมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ออกไซด์และปรอท โดยในบริเวณใกล้เคียงกันนั้นมีแหล่งกำเนิดมลพิษขนาดใหญ่คือโรงไฟฟ้าหงสา ที่ตั้งอยู่ใน สปป.ลาว จากการทำแบบจำลองทางอากาศ พบว่ามีหมู่บ้านจำนวน 8 แห่ง ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ที่เสี่ยงจากการตกสะสมของมลพิษสิ่งแวดล้อม ได้แก่ บ้านสบปิ่น บ้านห้วยโก้น บ้านห้วยทรายขาว บ้านกัวจันทร์ บ้านจอมเปา บ้านด่าน บ้านน้ำช้างพัฒนา บ้านน้ำรีพัฒนา ในการนี้ทีมวิจัยได้มีการเก็บตัวอย่างดิน น้ำ ปลา ไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและได้มีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่น PM_{2.5} โดยใช้ Low-cost Sensor ตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบ real time ไว้ในหมู่บ้าน รวมถึงมีการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องไว้ที่แพลตฟอร์ม C-site² ซึ่งดูแลโดยสำนักเครือข่ายและการมีส่วนร่วมสาธารณะ องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะ (สสท.) หรือ ThaiPBS นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับชุมชนในการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้ด้วยตนเองรวมถึงได้จัดอบรมชาวบ้าน ครู และนักเรียนในพื้นที่ให้มีความรู้ทักษะการใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล และการเป็นนักข่าวพลเมืองในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศโดยใช้ไลเคนและ test kit ในการวัดไนโตรเจนออกไซด์ ส่วนคุณภาพน้ำใช้เครื่องมือนักสืบสายน้ำ³ และเครื่องวัดคุณภาพน้ำ ส่วนคุณภาพดินจะใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส⁴

ผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม พบก๊าซกรด (Acid gas) สัมพันธ์กับความเสียหายของพืชผลทางการเกษตร เช่น เมล็ดข้าวลีบ การเกิดโรคระบาดในพืช และ พบการปนเปื้อนปรอทในตะกอนดิน ปลา และพบเส้นผมของหญิงวัยเจริญพันธุ์ แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน⁵

² แพลตฟอร์ม C-Site พัฒนาโดยสำนักพัฒนาเครือข่ายและการมีส่วนร่วม ไทยพีบีเอส เป็นพื้นที่ให้ภาคประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการรายงาน ผลิตข่าว หรือนำเสนอข้อมูล ทั้งในลักษณะข้อความ ภาพนิ่ง คลิปวิดีโอ แชนแนล และการร่วมแสดงความคิดเห็น โดยนำเสนอในรูปแบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geo-location) และแสดงผลบนพื้นที่ ซึ่งมีเป้าหมายให้กลายเป็นอีกช่องทางหนึ่งของภาคพลเมืองในการร่วมสื่อสารสาธารณะ เพื่อการรับรู้ เรียนรู้และขับเคลื่อนวาระทางสังคม ในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จะปฏิบัติการผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองที่ใช้โทรศัพท์มือถือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและผลิตเนื้อหาสื่อสารสู่สาธารณะในแพลตฟอร์มดิจิทัล C-site ของไทยพีบีเอส ซึ่งจะสร้างปัญญาารวมหมู่ (Collective Intelligence) ที่สามารถสื่อสารสภาพการณ์ของผลกระทบที่เกิดขึ้นได้จริง

³ กระบวนการนักสืบสิ่งแวดล้อม ได้ริเริ่มพัฒนาโดยมูลนิธิโลกสีเขียว เพื่อให้คนธรรมดาทั่วไปสามารถอ่านธรรมชาติได้เอง โดยอาศัยการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่อยู่ด้วยกันเป็นสังคมในสภาพธรรมชาตินั้น ๆ ในการนี้ทีมวิจัยได้นำกระบวนการ นักสืบสายน้ำ ที่ใช้ส่งเคมีตัวเล็กน้ำจืดหรือตัวอ่อนแมลงที่อาศัยอยู่ตามก้อนหิน พื้นทราย และระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องน้ำ มาใช้ในติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในชุมชน และกระบวนการนักสืบสายลม ที่ใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

⁴ ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่สารคดีสั้นนักวิทยาศาสตร์พลเมืองกับการเฝ้าระวังผลกระทบจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน https://chiaplatform.org/page/article_read/41 และสารคดีสั้นนักสืบธรรมชาติ ตอน ดินแดนรักกับนักวิทยาศาสตร์ https://chiaplatform.org/page/article_read/62

⁵ ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ https://chiaplatform.org/page/article_read/39

การทำงานในระยะที่ 1 นอกจากการสร้างระบบบันทึกและจัดเก็บข้อมูลเฝ้าระวังฯ แล้ว ยังได้เริ่มพัฒนาระบบการตอบโต้ฉุกเฉินไว้บนฐาน C-site อีกด้วย แต่ยังไม่ได้มีการทดลองใช้แบบเต็มรูปแบบ อีกทั้งยังได้เริ่มสร้างและจัดตั้งเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและชุมชน มีการพัฒนาคู่มือการเฝ้าระวังฯ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม การบันทึกข้อมูล การใช้เครื่องมือ Mojo⁶ ในการบันทึกหลักฐานวิทยาศาสตร์ชุมชนและทักษะการเป็นนักข่าวพลเมืองในส่วนตัวชี้วัดของชุมชนในการเฝ้าระวังที่รวมถึงมิติด้านสุขภาพแบบองค์รวมได้เริ่มพัฒนาขึ้นมาแต่ยังไม่ได้มีการทดสอบใช้กับชุมชน

ทีมวิจัยได้นำผลการวิจัยขับเคลื่อนไปสู่การปกป้องกลุ่มเปราะบางใน 2 แนวทางดังนี้

1. ทางด้านนโยบาย ทีมวิจัยมีข้อเสนอให้สร้างความร่วมมือในการกำกับแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยผลักดันให้ติดเครื่องดักปรอทและปรับปรุงประสิทธิภาพในการดักจับซัลเฟอร์ออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ รวมถึงเสนอให้มีการทบทวนกลไกการเฝ้าระวังฯ ในจังหวัดน่าน โดยได้ทำงานร่วมกับคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ (กสม.) และได้รับการแต่งตั้งให้เป็นพยานผู้เชี่ยวชาญ เสนอผลการวิจัยเพื่อใช้เป็นหนึ่งในข้อมูลทาง กสม. จะใช้ประกอบการตรวจสอบการละเมิดสิทธิมนุษยชนข้ามแดน ตามกรอบธุรกิจกับสิทธิมนุษยชนที่ประกาศโดยองค์การสหประชาชาติ รวมถึงผลักดันในคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนอาเซียนให้มีการประเมินผลกระทบข้ามพรมแดน นอกจากนี้ ทาง กสม. ยังได้เข้าหารือกับรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข (นพ.ชลน่าน ศรีแก้ว) เพื่อนำโมเดลนี้ไปปรับใช้ ในการเฝ้าระวังฯ กรณี โครงการเหมืองแร่ทองคำของบริษัท อัครา รีซอร์สเซส จำกัด (มหาชน) อีกด้วย ซึ่ง สวรส. ก็ได้สนับสนุนในการทำงานดังกล่าว นอกจากนี้ทีมวิจัยยังได้รับโอกาสให้นำเสนอข้อมูลให้กับแนวร่วมการเงินที่เป็นธรรมประเทศไทย หรือ Fair Finance Thailand⁷ ซึ่งมีความสนใจที่จะพัฒนาเป็นรายงานกรณีศึกษาส่งให้กับธนาคารที่ให้ออกเงินลงทุนเพื่อช่วยกันสื่อสารกับแหล่งกำเนิดให้ดำเนินงานตามหลัก ESG⁸ อีกด้วย

2. พัฒนาความเข้มแข็งของระบบเฝ้าระวังฯ โดยการพัฒนาศักยภาพเครือข่ายและสร้าง critical mass ของนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังฯ

⁶ วารสารศาสตร์มือถือเพื่อวิทยาศาสตร์พลเมือง หรือ Mobile Journalism for Citizen Science (MoJo4CitSci) พัฒนาขึ้นจากโครงการวิจัยระยะแรก เป็นการเอาแนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และแนวคิดการใช้มือถือเพื่อการเล่าเรื่องมาผนวกเข้าด้วยกัน โดยเล็งเห็นว่ากลไกสำคัญที่จะช่วยให้ระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การที่ประชาชนสามารถทำการเก็บและบันทึกข้อมูล รายงานผล รวมถึงทำการสื่อสาร และเผยแพร่ข้อมูลหรือเรื่องเล่าการเฝ้าระวังฯ ได้ด้วยตนเอง

⁷ Fair Finance Thailand ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2561 สมาชิกประกอบด้วยบริษัทวิจัย 1 บริษัท และองค์กรภาคประชาสังคม 4 องค์กร ที่มีความสนใจร่วมกันในการติดตามผลกระทบและความท้าทายของธุรกิจธนาคาร และประสงค์จะร่วมกันผลักดันภาคธนาคารไทยให้ก้าวสู่แนวคิดและวิถีปฏิบัติของ “การธนาคารที่ยั่งยืน” (sustainable banking) อย่างแท้จริง ผ่านการนำมาตรฐาน Fair Finance Guide International (แนวปฏิบัติของแนวร่วมการเงินที่เป็นธรรมนานาชาติ เว็บไซต์ www.fairfinanceguide.org) มาใช้ในการประเมินนโยบายด้านต่าง ๆ ของธนาคารพาณิชย์ไทยที่เปิดเผยแพร่สู่สาธารณะ เริ่มจากปี พ.ศ. 2562 เป็นปีแรก

⁸ ESG ย่อมาจาก Environmental (สิ่งแวดล้อม) Social (สังคม) และ Governance (ธรรมาภิบาล) เป็นปัจจัยสำคัญ 3 ประการที่ผู้ลงทุนใช้พิจารณาเมื่อทำการประเมินด้านความยั่งยืนและผลกระทบทางจริยธรรมของการลงทุนในธุรกิจหรือในบริษัทใดบริษัทหนึ่ง

ระยะที่สอง (ตุลาคม 2566 - กุมภาพันธ์ 2568) สืบเนื่องการดำเนินงานในระยะแรก ทีมวิจัยได้ตระหนักถึงความต่อเนื่องและความยั่งยืนของระบบเฝ้าระวังฯ ว่าเป็นประเด็นสำคัญ ดังนั้นจึงมุ่งเน้นไปสู่การสร้าง Active Citizen และพัฒนาให้เป็น Active System โดยต้องเชื่อมเข้าสู่ระบบงานปกติของหน่วยงานภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง มีกรอบเนื้อหาในการดำเนินงานดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบเนื้อหาในการดำเนินงานระยะที่สอง (ตุลาคม 2566 - กุมภาพันธ์ 2568)

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวข้างต้นทาง สวรส. ได้สนับสนุนทุนวิจัย จำนวน 4 โครงการ ได้แก่

ชื่อโครงการ	หน่วยงานรับทุน
1 การติดตามตรวจสอบมลพิษทางอากาศในฝุ่นพีเอ็ม 2.5 และหาปริมาณตัวบ่งชี้ต่อการรับสัมผัสสารก่อมะเร็งเพื่อพัฒนาระบบการเฝ้าระวังความเสี่ยงต่อสุขภาพในพื้นที่อำเภอทุ่งช้างและอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน	ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ม.เชียงใหม่
2 การสาธิตการใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการภาคประชาชนเพื่อจัดการความเสี่ยงของประชาชนกลุ่มเปราะบาง จังหวัดน่านจากการตกสะสมของก๊าซกรดและปรอทข้ามพรมแดนจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.นเรศวร
3 การพัฒนาประสิทธิภาพและขยายผลการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัล C-site และวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองเพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมโดยชุมชน: กรณีมลพิษข้ามพรมแดนจากโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสาใน สปป.ลาว	สำนักเครือข่ายและการมีส่วนร่วม สาธารณะ ไทยพีบีเอส
4 การใช้ฐานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว	สถาบันวิจัยสังคม จุฬาฯ
ทั้งนี้ภายใต้โครงการที่ 4 จะแบ่งออกเป็น 2 โครงการย่อย ได้แก่ • การเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน โดย สถาบันวิจัยสังคม สำนักวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ • แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอท โดย คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก และสถาบันพัฒนาระบบประเมินผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน	

ทางโครงการได้ขยายขอบเขตพื้นที่การทำงานให้ครอบคลุม 2 อำเภอ ตามแผนที่ความเสี่ยงจากแบบจำลองทางอากาศ คือ อ.เฉลิมพระเกียรติ และ อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน โดยให้ความสำคัญกับกระบวนการสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพในกลุ่มเปราะบาง โดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ เด็กปฐมวัยและเกษตรกร เพื่อให้รู้เท่าทันมลพิษและสามารถปกป้องตนเองจากความเสี่ยงได้

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นการดำเนินงานของโครงการลำดับที่ 4 เรื่องการใช้งานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว ซึ่งองค์กรรับทุนวิจัยคือสถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการลำดับที่ 4 นั้นนอกจากทำหน้าที่เป็นพื้นที่กลางเชื่อมร้อยการทำงานของโครงการต่าง ๆ ภายใต้งานโครงการเดียวกันแล้ว ในส่วนเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน โดยสถาบันวิจัยสังคม สำนักวิชาทรัพยากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และ 2) แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอท โดย คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก และสถาบันพัฒนาระบบประเมินผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน

วัตถุประสงค์ของโครงการ มี 4 ข้อ ได้แก่ 1) เปิดพื้นที่ปฏิบัติการร่วมอันนำไปสู่การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง 2) สร้างและพัฒนาเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ในการเฝ้าระวังสุขภาพ โดยเฉพาะกลุ่มแม่และเด็ก ในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท และ เกษตรกร ที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซกรด 3) สนับสนุนให้มีการนำข้อมูลจาก C-Site Databased มาวิเคราะห์และแปลผล ร่วมกันระหว่างเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และร่วมกันจัดทำเนื้อหาสำหรับการสื่อสารความเสี่ยง และ 4) เปิดพื้นที่สนทนาทางนโยบาย (Policy Dialogue Platform) แลกเปลี่ยนแนวทางและมาตรการปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน

การดำเนินงาน แบ่งออกเป็น 5 กิจกรรมหลัก ได้แก่ การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน การสร้าง Health Literacy ให้กับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม.และ ชุมชนในการดูแลสุขภาพแม่และเด็กในพื้นที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสพิษจากปรอท การพัฒนาแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน การสื่อสารความเสี่ยง (Risk Communication) ต่อกลุ่มเป้าหมายและสาธารณะ และการขับเคลื่อนมาตรการ/นโยบายในการปกป้องกลุ่มเปราะบาง

กลุ่มเป้าหมายในการดำเนินงาน ประกอบไปด้วย ทีมนักวิจัยภายใต้ชุดโครงการวิจัยฯ ที่ทำงานร่วมกันแบบข้ามศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นโดยทีมนักวิจัยภายใต้ชุดโครงการนี้ โดยให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกกับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ครูพี่เลี้ยงประจำศูนย์เด็กเล็ก และเกษตรกร แพทย์พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุขงานอนามัยแม่และเด็ก โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ใน อ.เฉลิมพระเกียรติ และ อ.ทุ่งช้าง ภาคราชการ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม จ.น่าน กรมอนามัย กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และโรงไฟฟ้าหงสา

พื้นที่ดำเนินงาน ได้แก่ อ.เฉลิมพระเกียรติ และ อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก การใช้แบบสอบถาม การสนทนากลุ่มย่อย และการสะท้อนตนเอง (Self-reflection) ของกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มซึ่งมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกันจากการเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาและขับเคลื่อนระบบเฝ้าระวังฯ ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาจากกระบวนการสะท้อนกลับบทเรียนการเรียนรู้ ระยะเวลาการดำเนินงาน จำนวน 18 เดือน (1 พฤศจิกายน 2566 - 30 เมษายน 2568)

บทที่ 2

การใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง
ในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพ
จากมลพิษสิ่งแวดล้อม

2.1 เกริ่นนำ

สืบเนื่องจากสถานการณ์การปนเปื้อนมลพิษในระบบนิเวศระดับที่กระทบต่อสุขภาพมีแนวโน้มรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ซึ่งระบบเฝ้าระวังแบบดั้งเดิมไม่สามารถปกป้องสุขภาพของผู้คน โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลที่หน่วยงานและผู้เชี่ยวชาญเข้าถึงได้อย่างยากลำบาก หลายประเทศจึงได้นำแนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (Citizen Science) มาใช้ในการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โดยเปิดให้ประชาชนทั่วไป(non-professional) ได้ทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์มืออาชีพ(professional)ในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์การแปลผล การกระจายข้อมูลและการสื่อสารความเสี่ยง ซึ่งแนวทางนี้ได้เชื่อมช่องว่างระหว่างนักวิจัย/นักวิทยาศาสตร์มืออาชีพกับประชาชนทั่วไป ช่วยเพิ่มการตรวจจับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะเริ่มต้น ทำให้ตอบสนองต่อภัยคุกคามต่อสุขภาพได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมาย แนวทางนี้ไม่เพียงช่วยเติมเต็มช่องว่างของข้อมูล แต่ยังช่วยสร้างความตระหนักและความรอบรู้ทางสุขภาพให้กับชุมชนได้เป็นอย่างดีด้วย

วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (Citizen Science) ได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางที่สามารถเสริมสร้างความสามารถในการเฝ้าระวังมลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ 1) เซนเซอร์ราคาประหยัดที่ใช้ในการวัดมลพิษทางอากาศ เช่น PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, CO และ O₃ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดและครอบคลุมพื้นที่ต่าง ๆ⁹ 2) แอปพลิเคชันบนมือถือ เช่น “Smell Pittsburgh” ที่ช่วยให้ประชาชนรายงานกลิ่นที่อาจเกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ และข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลคุณภาพอากาศจากสถานีตรวจวัด¹⁰ และ 3) การวิจัยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน (CBPR) ซึ่งเป็นแนวทางที่ชุมชนและนักวิจัยร่วมมือกันในการออกแบบและดำเนินการวิจัย เช่น การศึกษาในบาร์เซโลนาเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและความเสี่ยงต่อสุขภาพ¹¹

ในต่างประเทศมีกรณีตัวอย่างการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองที่น่าสนใจหลายโครงการ อาทิ โครงการ Big River Watch ในสหราชอาณาจักรและไอร์แลนด์ ที่ส่งเสริมให้ประชาชนใช้แอปพลิเคชันในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำ โดยรายงานข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษ ซึ่งช่วยในการระบุจุดที่มีมลพิษสูงและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ¹² นอกจากนี้ยังมีโครงการ Smell Pittsburgh ในเมืองพิตต์สเบิร์ก สหรัฐอเมริกา ที่ใช้การรายงานกลิ่นจากประชาชนร่วมกับข้อมูลคุณภาพอากาศในการวิเคราะห์และสร้างแผนที่มลพิษทางอากาศในพื้นที่ ซึ่งช่วยให้ชุมชนมีข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

⁹ Merging citizen science with epidemiology: design of a prospective feasibility study of health events and air pollution in Cologne, Germany | Pilot and Feasibility Studies | Full Text

¹⁰ Smell Pittsburgh: Engaging Community Citizen Science for Air Quality

¹¹ Co-creating a local environmental epidemiology study: the case of citizen science for investigating air pollution and related health risks in Barcelona, Spain | Environmental Health

¹² Big River Watch: public to monitor UK and Irish rivers for pollution

ข้อดีของการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมีหลายประการ อาทิ ช่วยขยายขอบเขตการเฝ้าระวังให้สามารถเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่อาจไม่มีการตรวจวัดจากหน่วยงานภาครัฐ เสริมสร้างความตระหนักรู้ทำให้ประชาชนมีความเข้าใจและตระหนักถึงผลกระทบของมลพิษต่อสุขภาพมากขึ้น และสร้างการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจโดยข้อมูลที่ได้จากประชาชนสามารถนำไปใช้ในการวางแผนและตัดสินใจด้านนโยบายสิ่งแวดล้อมและสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายและข้อจำกัดอยู่หลายประการเช่นกัน อาทิ คุณภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัย และการมีส่วนร่วมที่ไม่เท่าเทียม

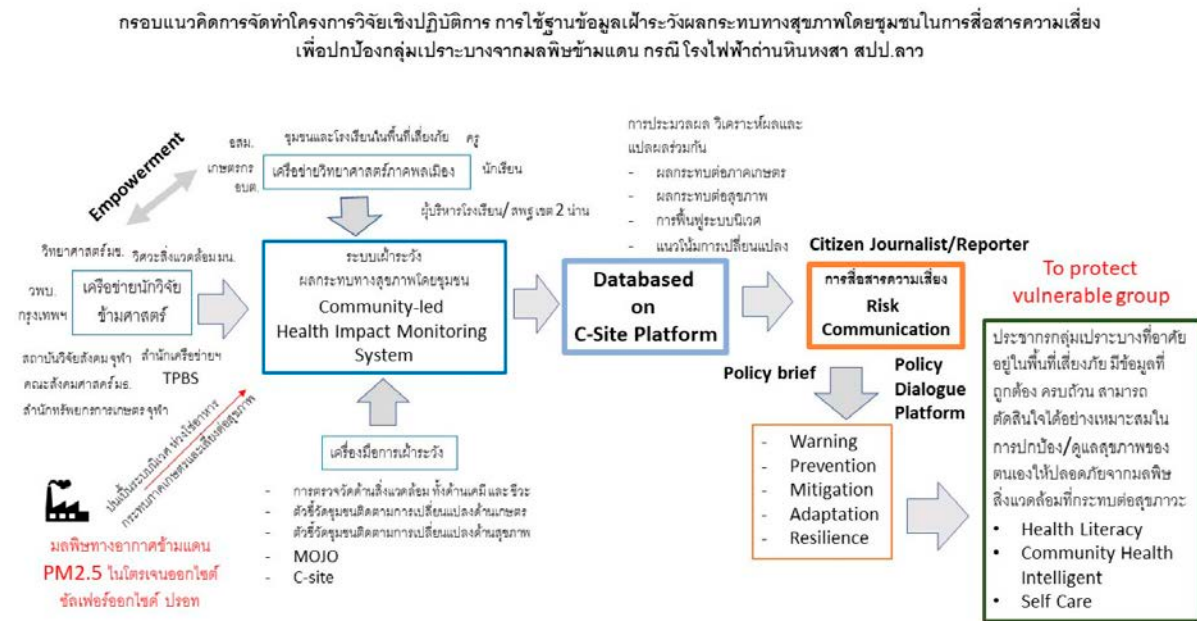
ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม จึงควรพิจารณาใน 3 ประเด็นดังนี้ 1) การพัฒนาเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย โดยพัฒนาเครื่องมือและแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่ายและสามารถเข้าถึงได้สำหรับทุกกลุ่มประชาชน 2) การฝึกอบรมและให้ความรู้โดยจัดกิจกรรมฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความรู้และทักษะในการเก็บข้อมูลและการใช้เทคโนโลยี และ 3) การสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชนและชุมชน

ปัจจุบันมีการจัดตั้งสมาคมวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในหลายประเทศ อาทิ The European Citizen Science Association (ECSA) ที่ได้มีการกำหนดนิยามความหมายและหลักการพื้นฐาน 10 ประการของวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง นอกจากนี้ยังมี Citizen Science Association in USA ซึ่งปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น Association for Advancing Participatory Sciences in the USA และ Australian Citizen Science Association อีกด้วย¹³

2.2 กรณีศึกษาจังหวัดน่าน

จุดเริ่มต้นของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสาที่ อ.เฉลิมพระเกียรติ และ อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน มาจากข้อเสนอของชุมชนที่ต้องการมีความรู้และทักษะในการเฝ้าระวังความเสี่ยงด้วยตนเอง และต้องการความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้วย ทีมวิจัยจึงได้ริเริ่มโครงการพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน (community-led health impact monitoring) ซึ่งตอนหลังได้เปลี่ยนมาใช้คำว่า community-led health surveillance โดยใช้แนวคิดหลักคือการสร้างความรู้ร่วม (co-production of knowledge) ระหว่างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ (expert knowledge) ผสานกับความรู้ของประชาชนทั่วไป (lay knowledge) ส่วนวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (citizen science) ทีมวิจัยก็นำมาใช้ตั้งแต่โครงการระยะที่ 1 ด้วยเช่นกัน โดยได้จัดทำโปรแกรมฝึกอบรมวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองให้กับประชาชน ครู และนักเรียนในพื้นที่เสี่ยง 8 หมู่บ้าน ต่อมาในระยะที่ 2 ได้ระบุไว้ในกรอบแนวคิดการวิจัย ที่ให้มีเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์ทำงานร่วมกันเครือข่ายวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในทุกขั้นตอนของกระบวนการเฝ้าระวัง ทั้งการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล การกระจายข้อมูลและการสื่อสารความเสี่ยงดังแสดงในภาพที่ 2.1

¹³ https://en.wikipedia.org/wiki/European_Citizen_Science_Association



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม จะพบว่าทางโครงการวิจัยได้ดำเนินงานสอดคล้องกับทุกองค์ประกอบ ดังนี้

1) การพัฒนาเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย ทีมวิจัยได้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการติดตามตัวบ่งชี้ทั้งด้านเคมีและชีวภาพ การจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลการเฝ้าระวังฯ รวมถึงใช้ในการสื่อสารความเสี่ยง ดังนี้

- 1.1) นักสืบสิ่งแวดล้อม ริเริ่มพัฒนาโดยมูลนิธิโลกสีเขียว เพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถอ่านธรรมชาติได้เอง โดยอาศัยการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่อยู่ด้วยกันเป็นสังคมในสภาพธรรมชาตินั้น ๆ ในการนี้ ทีมวิจัยได้นำกระบวนการนักสืบสายน้ำที่ใช้สังเกตสัตว์เล็กน้ำจืดหรือตัวอ่อนแมลงที่อาศัยอยู่ตามก้อนหินพื้นทรายและระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องน้ำ มาใช้ในการติดตามเฝ้าระวัง คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนและกระบวนการนักสืบสายลมที่ใช้ไโคเคนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ
- 1.2) การใช้เซนเซอร์ราคาประหยัด (low-cost sensor) ในการตรวจวัดค่าฝุ่น PM_{2.5} และ PM₁₀ โดยศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ม.เชียงใหม่ ได้นำมาติดตั้งที่โรงเรียน โรงพยาบาล และจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ
- 1.3) แพลตฟอร์ม C-Site พัฒนาโดยสำนักเครือข่ายและการมีส่วนร่วมสาธารณะ ไทยพีบีเอส เป็นพื้นที่ให้ภาคประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วม ในการรายงาน ผลิตขาวหรือนำเสนอข้อมูล ทั้งในลักษณะข้อความ ภาพนิ่ง คลิปวิดีโอ แสงแท็กและการร่วมแสดงความคิดเห็น โดยนำเสนอในรูปแบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geo-location) และแสดงผลบนพื้นที่ ซึ่งมีเป้าหมายให้กลายเป็นอีกช่องทางหนึ่งของภาคพลเมือง ในการร่วมสื่อสารสาธารณะ เพื่อการสร้างรับรู้ เรียนรู้และขับเคลื่อนวาระทางสังคม ในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จะปฏิบัติการผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองที่ใช้

โทรศัพท์มือถือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและผลิตเนื้อหาสื่อสารสู่สาธารณะในแพลตฟอร์มดิจิทัล C-site ของไทยพีบีเอส ซึ่งจะสร้างปัญญารวมหมู่ (collective intelligence) ที่สามารถสื่อสารสภาพการณ์ของผลกระทบที่เกิดขึ้นได้จริง

- 1.4) วารสารศาสตร์มือถือเพื่อวิทยาศาสตร์พลเมือง หรือ Mobile Journalism for Citizen Science (MoJo4CitSci) พัฒนาขึ้นจากโครงการวิจัยระยะแรก เป็นการเอาแนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และแนวคิดการใช้มือถือเพื่อการเล่าเรื่องมาผนวกเข้าด้วยกัน โดยเล็งเห็นว่ากลไกสำคัญที่จะช่วยให้ระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมโดยชุมชนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพคือการที่ประชาชนสามารถทำการเก็บและบันทึกข้อมูล รายงานผล รวมถึงทำการสื่อสารและเผยแพร่ข้อมูลหรือเรื่องเล่าการเฝ้าระวังฯ ได้ด้วยตนเอง

2) การฝึกอบรมและให้ความรู้ ทางชุดโครงการวิจัยฯ ได้มีการจัดพัฒนาศักยภาพทั้งในส่วนของชุมชนและโรงเรียน โดยเฉพาะในกลุ่มของโรงเรียนได้มีการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองเพื่อการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมให้แก่ครูและนักเรียนจาก 16 โรงเรียน ผลจากการติดตั้งความรู้ ทักษะและเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองให้กับครูและนักเรียน ทำให้มีการรายงานเหตุเฝ้าระวังจากภาคพลเมืองเข้ามาประมาณ 2,800 รายงาน ครอบคลุมการตรวจสอบคุณภาพดิน น้ำ อากาศ สุขภาพกายและใจ และการปิกหมุดข่าวเพื่อสื่อสารการเฝ้าระวังฯ โดยชุมชน นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้มีการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองร่วมกับโรงเรียนทั้งสิ้น 25 โรงเรียน โดยทุกโรงเรียนได้ร่วมกันจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองบนฐานของความรู้ ทักษะและเครื่องมือที่ทางโครงการวิจัยได้ฝึกอบรมให้และนำเสนอผลงานในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ครั้งที่ 1 หัวข้อการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นการจัดงานร่วมกันของภาคีเครือข่าย 17 องค์กร มีผู้ร่วมงานที่ลงทะเบียนจำนวน 392 คน และผู้เข้าร่วมงานผ่านระบบการถ่ายทอดสดออนไลน์ผ่านทาง Facebook Live ของสถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส

3) การสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ทีมวิจัยได้ตระหนักในประเด็นการสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ เป็นอย่างมาก นอกจากภาคประชาสังคมแล้วยังให้ความสำคัญกับการแสวงหากลไกการทำงานร่วมกับหน่วยงานราชการและท้องถิ่นในจังหวัดน่านรวมถึงโรงไฟฟ้าหงสาด้วย อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยในระยะแรกที่ตรวจพบการตกสะสมของมลพิษในพื้นที่โดยเฉพาะปรอท ได้สร้างความตื่นตัวให้กับกลุ่มต่าง ๆ ในจังหวัดน่านเป็นอย่างมาก ทั้งชุมชน โรงเรียน ภาคประชาสังคม หอการค้าและหน่วยงานภาครัฐ ทั้งนี้ พบข้อกังวลจากบางหน่วยงานว่าผลการศึกษาดังกล่าวมีความอ่อนไหวอาจจะกระทบต่อภาพลักษณ์การเป็นเมืองท่องเที่ยวรวมถึงมิติความสัมพันธ์ระหว่างประเทศด้วย ทีมวิจัยจึงดำเนินการด้วยความระมัดระวัง ดังนี้

- วันที่ 6-8 ธันวาคม 2566 กรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ (กสม.) ได้มีการจัดประชุมตรวจสอบเรื่องร้องเรียนการละเมิดสิทธิมนุษยชนข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าหงสา ที่ศาลากลางจังหวัดน่านและลงพื้นที่รับฟังข้อมูลจากชุมชน ในการนี้ทีมวิจัยได้รับเชิญให้เป็นพยานผู้เชี่ยวชาญ นำเสนอผลการวิจัยในระยะที่ 1 และแผนการดำเนินงานต่อเนื่องในระยะที่ 2 ให้หน่วยราชการและภาคประชาสังคมที่ร่วมประชุมได้รับทราบข้อมูลและใช้โอกาสนี้ประสานความร่วมมือการทำงานร่วมกันโดยเฉพาะกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดน่าน ข้อเสนอของกรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติได้นำไปสู่การปรับปรุงคำสั่งคณะกรรมการติดตาม ตรวจสอบและเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม จ.น่าน (คตพส.) ที่มีผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นประธาน มีสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเป็นฝ่ายเลขานุการ และมีตัวแทนของโรงไฟฟ้าหงสาเป็นคณะกรรมการด้วย

- วันที่ 25 ธันวาคม 2566 คณะกรรมการร่วมภาครัฐและเอกชน จังหวัดน่าน (กรอ.น่าน) ได้เชิญตัวแทนนักวิจัยและตัวแทนจากโรงไฟฟ้าหงสา ร่วมประชุมนำเสนอและแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ซึ่งจากการประชุมในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าทางโรงไฟฟ้าหงสาได้มีการตรวจวัดติดตามการปลดปล่อยปรอทด้วยเช่นกัน
- วันที่ 12 มีนาคม 2567 ประธานหอการค้าจังหวัดน่านได้เชิญตัวแทนนักวิจัยเข้าร่วมหารือ ณ สำนักงานด้านความมั่นคงและพัฒนาชุมชนจังหวัดน่าน ในการนี้ทางหอการค้าและผู้ที่เกี่ยวข้องได้แสดงข้อห่วงกังวลถึงการที่มีข่าวเผยแพร่ออกไปว่าพบการปนเปื้อนมลพิษในจังหวัดน่าน ทำให้ผู้บริโภคเกิดความเข้าใจว่ากาแพฟของจังหวัดน่านมีการปนเปื้อนปรอท จึงมีความประสงค์ให้ทีมวิจัยชี้แจงและร่วมหาวิธีแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งทีมวิจัยได้ชี้แจงการทำงานที่ผ่านมาเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการออกแบบระบบการเฝ้าระวังเพื่อติดตามความเสี่ยงและหาแนวทางแก้ไขหากส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ ดังนั้นจึงอยากจะเชิญชวนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมมือกันเฝ้าระวังเพื่อจะได้มีข้อมูลในการรับมือกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว ทางหอการค้าและผู้ที่เกี่ยวข้องกล่าวว่า

“ทางจังหวัดน่านให้ความสำคัญกับประเด็นนี้และอยากขอความสนับสนุนทางทีมวิจัยได้ร่วมติดตามและเก็บข้อมูลเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเฝ้าระวังความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบในวงกลางในด้านต่าง ๆ แต่อยากให้ทีมวิจัยดำเนินการสื่อสารความเสี่ยงด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากถ้าหากมีการสื่อสารที่คลาดเคลื่อนจะทำให้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อเศรษฐกิจของจังหวัดน่านและจะนำประเด็นดังกล่าวเสนอในที่ประชุมร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ในจังหวัดน่าน เพื่อสร้างเครือข่ายเฝ้าระวัง คณะกรรมการการทำงาน และร่วมกันเก็บข้อมูลเพื่อเป็นฐานข้อมูล สำหรับสื่อสารความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อไป”

- วันที่ 19 เมษายน 2567 มีการประชุมคณะทำงานติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังมลพิษจังหวัดน่าน (คต.ทส.) โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัดน่านเป็นประธานการประชุมและมีกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติเข้าร่วมด้วย ทีมวิจัยได้นำเสนอแผนการดำเนินงานระยะที่ 2 ของชุดโครงการวิจัยฯ ที่ประชุมได้ร่วมกันอภิปรายอย่างกว้างขวาง ในการนี้ได้พบความเห็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ดังนี้

“มาตรฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ เช่น ปรอท ฟุ่น หรือโลหะหนักที่ตกสะสม ต้องมีหน่วยงานรับรองมาตรฐาน เพราะการใช้เครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์หรือคิดค้นขึ้นมาเองนั้น อาจจะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล หากมีการนำเสนอออกไปอาจส่งผลกระทบในวงกว้างได้”

“ค่าต่าง ๆ ที่งานวิจัยวัดได้ยังไม่เกินมาตรฐาน จึงไม่เห็นควรที่จะมีการนำเสนอข้อมูล การนำเสนอข่าวผ่านสื่อต่าง ๆ เนื่องจากส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของจังหวัด”

ดังนั้น แม้ว่าวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองจะเป็นแนวคิดและเครื่องมือสำคัญในการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนในงานเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม อีกทั้ง ยังช่วยขยายขอบเขตพื้นที่การเฝ้าระวังเสริมสร้างความตระหนักและความรอบรู้ด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมให้กับประชาชน และสร้างการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทางนโยบาย หากแต่ในสถานการณ์จริงเราจะต้องเผชิญกับข้อท้าทายที่หน่วยงานภาครัฐและผู้เชี่ยวชาญบางกลุ่มไม่มีความเชื่อมั่นในเครื่องมือและคุณภาพของข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยภาคประชาชน นอกจากนี้ยังมีประเด็นเรื่องการสื่อสารความเสี่ยงที่มีความอ่อนไหวเนื่องจากไปกระทบต่อภาครัฐกิจ โดยเฉพาะหากพื้นที่นั้นเป็นแหล่งผลิตอาหาร สินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก รวมถึงมีรายได้หลักจากการท่องเที่ยว

2.3 สรุป

จากกรณีศึกษาจังหวัดน่าน แม้ว่าวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองจะไม่ได้รับการยอมรับและไม่ถูกนำไปปรับใช้กับกลไกการเฝ้าระวังของหน่วยงานราชการในระดับจังหวัด แต่ได้รับการยอมรับและถูกนำไปปฏิบัติในระดับชุมชนโดยโรงเรียนเป็นผู้มีบทบาทนำ ดังจะเห็นได้จากความร่วมมือระหว่างนักวิจัยกับครูและผู้บริหารสถานศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น การจัดทำแผนการเรียนรู้แบบ active learning และโครงการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ซึ่งครูและนักเรียนได้นำผลการเฝ้าระวังไปสื่อสารกับชุมชนได้โดยตรง นอกจากนี้ การจัดงานมหกรรมวิทยาศาสตร์พลเมือง (citizen science Expo) ยังเป็นพื้นที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ พื้นที่สร้างแรงบันดาลใจ และเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายอีกด้วย ซึ่งน่าสนใจว่าแนวทางนี้จะเป็นหนทางที่นำไปสู่การเปลี่ยนผ่านอย่างยั่งยืน (sustainability transition) ที่ค่อย ๆ พาเราเดินออกจากจุดที่คุ้นชิน (business as usual) จาก conventional expert ไปสู่ของใหม่ที่เป็นแบบ citizen science ที่เป็นทางเลือก

ชุดโครงการวิจัยฯ ที่พัฒนาต่อเนื่องมาตั้งแต่ระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 2 นี้ เป็นความพยายามสร้างตัวแบบ (prototype) ของการใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองในการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมที่เปิดให้ประชาชน (non-professional) ได้ทำงานร่วมกับนักวิจัย (professional) ในทุกขั้นตอนของการเฝ้าระวัง ทั้งการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ การแปลผล การกระจายข้อมูลและการสื่อสารความเสี่ยง ซึ่งเรื่องความเสี่ยงก็มีประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อไปในรายละเอียดว่า “ข้อมูล” อะไรจะเป็นตัวบอกว่าเป็นความเสี่ยง จากกรณีศึกษาจังหวัดน่าน ทำให้เห็นได้ว่ามีความเข้าใจเรื่องความเสี่ยง (risk perception) ที่ไม่ตรงกัน ไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะมาจากฐานของ discipline ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการประเมิน risk perception จึงไม่ใช่แนวเดียว ต้องมีการวิเคราะห์แยกกลุ่มเป้าหมายก่อนทำการสื่อสารความเสี่ยง (risk communication)

เป้าหมายระยะยาวของการวิจัยนี้คือ การพลิกโฉม (Transform) ระบบเฝ้าระวังทางสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการพัฒนาตัวแบบ (prototype) ขึ้นตอนถัดไปต้องนำไปสู่ความยั่งยืน (Sustaining) ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับเรื่อง Governance structure ร่วมด้วย จากนั้นจึงจะไปสู่ขั้นตอนการขยายผล (Scaling) และสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ (system change) ได้ในที่สุด ดังนั้น จึงต้องสนับสนุนให้มีการทำอย่างต่อเนื่อง โดยนำตัวแบบที่สร้างขึ้นจากกรณีจังหวัดน่านมาปฏิบัติซ้ำในพื้นที่เดิม รวมถึงการนำไปทดสอบในพื้นที่อื่นที่บริบทแตกต่างกัน เพื่อทำความเข้าใจเงื่อนไขและเส้นทาง (pathway) ของการนำต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไปสู่การก่อรูปนโยบายและนำไปใช้ได้จริงในพื้นที่ต่าง ๆ

บทที่ 3

แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยง
ทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์
และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอท

3.1 บทนำ

ปรอทที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นได้ทั้งตามธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยสารปรอทสู่สิ่งแวดล้อม ปรอทมี 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) โลหะปรอทหรือธาตุปรอท 2) สารปรอทอนินทรีย์ และ 3) สารปรอทอินทรีย์ ปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ การหายใจ ทางผิวหนังและการรับประทาน ผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นอยู่กับประเภทของปรอท ขนาดของการสัมผัส ระยะเวลาและวิธีการสัมผัส รวมถึงความไวต่อการเกิดพิษของผู้รับสัมผัส

โลหะปรอทหรือธาตุปรอท (metallic mercury หรือ elemental mercury) จะระเหยเป็นไอที่อุณหภูมิห้อง ส่วนใหญ่เข้าสู่บรรยากาศจากการทำอุตสาหกรรมต่าง ๆ การเผาขยะและการเผาไหม้แบบเปิด ในอุปกรณ์การแพทย์ หลอดไฟชนิดประหยัดไฟ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และอัมัลกัมอุดฟัน ส่วนใหญ่โลหะปรอทเข้าสู่ร่างกายมนุษย์โดยการสูดเข้าทางเดินหายใจ การซึมผ่านผิวหนังหรือการกลืนกิน ทำให้เกิดความผิดปกติในการทำหน้าที่ของปอดและไต การสัมผัสโลหะปรอทในปริมาณมากเป็นระยะเวลานานจะมีผลกระทบต่อระบบประสาท

ปรอทอนินทรีย์ (inorganic mercury) พบในเครื่องสำอางที่ทำให้ผิวขาวที่เจือปนสารปรอทเกินเกณฑ์ที่กำหนด โดยเข้าสู่ร่างกายจากการใช้เครื่องสำอางที่เจือปนปรอทในปริมาณที่สูง ทำให้ปรอทซึมเข้าสู่ผิวหนังหรือการสูดดม เกิดความเป็นพิษต่อไตและผิวหนังอักเสบ

ปรอทอินทรีย์ (organic mercury) เปลี่ยนรูปมาจากปรอทอนินทรีย์โดยกระบวนการทางชีวภาพ ที่มีสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำหรือแบคทีเรียมาเกี่ยวข้องในกระบวนการชีวเคมี เปลี่ยนปรอทอนินทรีย์ให้เป็นเมทิลเมอร์คิวรี (Methylmercury: MeHg) ซึ่งเป็นรูปแบบของปรอทที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาทสมองของทารกในครรภ์และเด็ก เมทิลเมอร์คิวรีเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินอาหารโดยการรับประทานปลาน้ำจืด น้ำเค็ม และหอย หลายชนิดจากแหล่งน้ำที่มีสารปรอทปนเปื้อน โดยเฉพาะการรับประทานปลาที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นผู้ล่า ปลาที่กินปลาเล็กอื่น ๆ เป็นอาหาร ปลาที่อาศัยอยู่ตามท้องพื้นน้ำจะมีสารปรอทมากกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก ปลาที่กินพืชเป็นอาหาร การเกิดพิษจากเมทิลเมอร์คิวรีจะเป็นลักษณะของการสะสมเป็นระยะเวลานาน เมื่อมีปริมาณมากขึ้นจะเป็นอันตรายต่อระบบประสาท การรับรู้และการเคลื่อนไหว

หญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ถือเป็นกลุ่มเปราะบางที่มีโอกาสสัมผัสปรอทชนิดเมทิลเมอร์คิวรีในปริมาณสูง โดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปนเปื้อนสารปรอทและรับประทานปลาจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนของสารปรอทเป็นประจำ เมื่อหญิงตั้งครรภ์รับประทานปลาจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของปรอท ปรอทในปลาจะถูกดูดซึมเข้าสู่ทางเดินอาหารไปสู่ระบบเลือดของหญิงตั้งครรภ์ ปรอทจะเข้าสู่ทารกในครรภ์โดยผ่านทางรกและไปสู่แนวกันระหว่างเลือดและสมอง (blood brain barrier) ของทารก ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบประสาทสมอง การรับรู้และการเคลื่อนไหวในทารกได้ องค์การอนามัยโลกระบุว่าปริมาณปรอทในเลือดของหญิงตั้งครรภ์ที่สูงกว่า 2 ไมโครกรัมต่อลิตร จะส่งผลทำให้คลอดทารกก่อนกำหนด แท้งบุตร หรือบุตรที่คลอดออกมามีน้ำหนักตัวน้อย ส่วนทารกในครรภ์นั้นจะมีความเปราะบางต่อการเกิดพิษจากปรอทเนื่องจากปรอทจะถูกกำจัดที่ตับ ไต และขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ตับและไตของทารกในครรภ์ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ ทำให้ปรอทคงอยู่ในร่างกายได้นานขึ้น และปรอทที่อยู่สะสมอยู่ที่บริเวณสมองและระบบประสาทจะคงอยู่ในร่างกายได้นานกว่าบริเวณอื่น ทำให้ปรอทมีผลกระทบต่อการพัฒนาของระบบประสาทสมองของทารกตั้งแต่วัยในครรภ์ กระบวนการพัฒนาของสมองในช่วงแรกซึ่งรวมถึงการแบ่งเซลล์ตัวและการขยายเซลล์มีความไวสูงต่อการเกิดผลกระทบทางระบบประสาทจากการสัมผัสปรอท ทารกที่มีค่าปรอทในเลือดจากสายสะดือในปริมาณสูงเกิน 0.58 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่คลอดออกมามีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดปกติของ

ระบบประสาทสมอง เช่น ความผิดปกติของความจำ ช่วงความสนใจสั้น สติปัญญา (IQ) ลดลง ความสามารถในการเรียนรู้ ลดลง พัฒนาการล่าช้า การประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อผิดปกติ ขาสั่น เดินผิดปกติ ตาบอด หูหนวก ปัญญาอ่อน สมองพิการแต่กำเนิด เป็นต้น ซึ่งความผิดปกตินี้จะมีลักษณะคงอยู่ต่อเนื่องไปจนโต ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเด็ก ระยะเวลาและส่งผลกระทบต่อคุณภาพพลเมืองเด็กซึ่งเป็นอนาคตของชาติของประเทศด้วย จึงจำเป็นต้องใช้หลักเฝ้าระวัง ป้องกันไว้ก่อนที่จะเกิดปัญหา

เหตุการณ์สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบทางสุขภาพของมนุษย์จากปรอทอย่างชัดเจน เกิดขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1932 ถึง 1968 ที่เมืองมินามาตะ โรงงานแห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่นได้ปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีระดับเมทิลเมอร์คิวรีสูงลงสู่แหล่งน้ำในท้องถิ่น ส่งผลให้เกิดมลพิษอย่างแพร่หลายที่อ่าวมินามาตะและการปนเปื้อนของปลาและหอยในภูมิภาคนั้น ในปี ค.ศ. 1950 ชาวบ้านเริ่มวิตกกังวลกับพฤติกรรมแปลก ๆ ของสัตว์และการเพิ่มขึ้นของความผิดปกติในการพัฒนาของทารกแรกเกิด ในปี พ.ศ. 1959 การศึกษาทางระบาดวิทยาเผยให้เห็นว่าชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้อ่าวมินามาตะ ซึ่งปกติแล้วพึ่งพาอาหารจากปลาและหอยได้สัมผัสกับเมทิลเมอร์คิวรีระดับสูงโดยไม่รู้ตัว ผลกระทบต่อสุขภาพที่ร้ายแรงเหล่านี้จึงถูกเรียกว่า “โรคมินามาตะ” ซึ่งเป็นภาวะของความผิดปกติของระบบประสาทและพัฒนาการที่ร้ายแรงที่มีอาการ เช่น ความผิดปกติตั้งแต่กำเนิด อาการผิดปกติของการทรงตัว อัมพาต การสูญเสียการได้ยินและการมองเห็นและอาการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสเมทิลเมอร์คิวรีในระดับสูง องค์การอนามัยโลก (WHO) ประเมินว่ามีผู้ได้รับผลกระทบอย่างน้อย 50,000 คน และมีผู้ป่วยโรคมินามาตะมากกว่า 2,000 ราย ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์นี้ (WHO, 2010)

อีกเหตุการณ์เกิดขึ้นในประเทศอิรักระหว่างปี ค.ศ. 1971 ถึง 1972 มีการบริโภคมลพิษที่เคลือบด้วยสารป้องกันเชื้อราที่มีปรอทในรูปอินทรีย์อย่างแพร่หลาย ก่อให้เกิดการระบาดของความเป็นพิษจากปรอทที่ใหญ่ที่สุดที่เคยบันทึกไว้ มีบุคคลทั้งหมด 6,530 คน ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคพิษจากปรอทและต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ซึ่งมี 459 คนเสียชีวิต อย่างไรก็ตาม เชื่อว่าตัวเลขนี้ต่ำกว่าความเป็นจริงอย่างมาก ทารกที่ได้รับการสัมผัสผ่านมารดาที่บริโภคมลพิษที่ปนเปื้อนปรอทแสดงอาการผิดปกติของพัฒนาการที่คล้ายกับโรคมินามาตะ เด็กที่ได้รับการสัมผัสในระดับต่ำกว่ามีความล่าช้าของพัฒนาการทางระบบประสาทและการเคลื่อนไหว (WHO, 2019)

ปัญหามลพิษปรอทในสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาระดับโลก การผลิตพลังงานจากถ่านหินเป็นวิธีการผลิตไฟฟ้าที่ใช้มากที่สุดในโลกและเป็นสาเหตุสำคัญของแหล่งมลพิษ เนื่องจากกระบวนการผลิตไฟฟ้านอกจากจะได้กระแสไฟฟ้าแล้วยังมีมลพิษถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก โดยเฉพาะมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง8 ในปัจจุบันการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงจากความต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเปลี่ยนไปสู่การใช้แหล่งพลังงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เช่น พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ลมและน้ำ เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ 128 ประเทศได้ลงนามในการให้สัตยาบันอนุสัญญามินามาตะที่มีผลผูกพันทางกฎหมายในปี พ.ศ. 2560 เพื่อลดสารปรอท (Hg) ที่มีพิษสูง โดยมีเป้าหมายหลักที่การลดสารปรอทจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน อย่างไรก็ตาม แม้มีความพยายามในการลดลงของการใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้า เช่น ในภูมิภาคยุโรป แต่ยังคงพบว่าการใช้งานอย่างกว้างขวางในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลกเนื่องจากโรงไฟฟ้าถ่านหินยังคงเป็นส่วนสำคัญของการผลิตไฟฟ้า

สำหรับประเทศไทยปัจจุบันโรงไฟฟ้าถ่านหินทั่วประเทศไทยมีอย่างน้อย 10 แห่ง โดย 9 แห่ง เป็นของเอกชน ตั้งอยู่ใน 4 จังหวัด ได้แก่ ระยอง จำนวน 6 แห่ง ปราจีนบุรี 2 แห่ง อุรุธยา 1 แห่ง และมีเพียง 1 แห่งที่เป็นของ กฟผ. คือโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2566) กระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดฝุ่นละอองปฐมภูมิสำคัญคือ แก๊สที่มีฤทธิ์กรด (acid gas) ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ฝุ่นหรือก๊าซที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้าถ่านหินก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาด $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM₁₀) และฝุ่นละอองขนาด $\leq 2.5 \mu\text{m}$ (PM_{2.5}) ในปริมาณมาก (Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2021)

นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยปรอท (Hg) และโลหะหนักเป็นพิษอื่น ๆ อีกจำนวนมาก ถ่านหินและถ่านหินมีผลกระทบต่อสุขภาพในทุกขั้นตอนการผลิต ถ่านหินประกอบด้วย ถ่านลอย ถ่านก้นบ่อ ตะกรันหม้อไอน้ำ และวัสดุกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซไอเสีย ซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นพิษต่อระบบประสาทหลายชนิด รวมถึงโลหะหนัก (ลอยด์) ไดออกซิน และ PAHs ถ่านลอยที่จับได้ในอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศมักจะถูกจับไว้ในสถานที่ฝังกลบและนำไปฝังกลบบนพื้นผิวของโรงไฟฟ้า เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการฝังกลบและการกักเก็บพื้นผิวมากกว่า 1,400 แห่ง ซึ่งมักอยู่ใกล้กับชุมชนที่อยู่อาศัยในกลุ่มคนที่มียาได้น้อย สถานที่จัดเก็บเหล่านี้ก่อให้เกิดฝุ่นฟุ้งกระจายซึ่งเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศแห่งชาติและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มลพิษหลายชนิด เช่น SO₂, NO₂, PM₁₀ สามารถตกสะสมได้ในระยะใกล้และระยะกลาง และสามารถอยู่ในอากาศได้ 5-10 วัน ก่อนถูกพัดพาให้ตกลงสู่พื้นผิวโลก เมื่อมีฝนจะทำให้ฝนที่ตกลงมากลายเป็นฝนกรด ส่งผลให้ดินหรือแหล่งน้ำมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น พิษเกิดความเสียหายหรือมีความผิดปกติ การตกสะสมของมลพิษเหล่านี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง (Zhang, Sears, Myers, Brock, Sears, & Zierold, 2022) เช่น ทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง ตา จมูก คอและปัญหาของระบบทางเดินหายใจ ส่วนมลพิษทางอากาศ เช่น PM_{2.5} และปรอท สามารถเป็นมลพิษข้ามแดนระหว่างประเทศ เนื่องจากโลหะปรอทหรือไอปรอท (Hg₀) สามารถอยู่ในอากาศได้ 0.5 ถึง 2 ปี (Mueller, Mao, Valente, Mallard) และลอยในอากาศได้นานและไกลถึง 1,000 กิโลเมตร (Driscoll, Mason, Chan, Jacob, Pirrone, 2013) มลพิษเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพของประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง

หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ยืนยันว่าหญิงวัยเจริญพันธุ์ได้รับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายโดยการตรวจหาระดับสารปรอทในเส้นผมของหญิงวัยเจริญพันธุ์ จำนวน 1,044 คน จากพื้นที่ 25 ประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2558-2559 โดย Biodiversity Research Institute (BRI), Maine, USA; IPEN, Göteborg, Sweden; Arnika Association, Prague, Czech Republic พบว่าร้อยละ 36 ของหญิงวัยเจริญพันธุ์มีปริมาณปรอทสูงเกินเกณฑ์อ้างอิงที่กำหนดโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (US. EPA) ค่าปรอทที่เกิน 1 ppm. (part per million = 1 ไมโครกรัมต่อกรัม (μg/g) หรือ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)) จะทำให้เกิดเกิดผลกระทบต่อระบบประสาท ไตและหัวใจ ร้อยละ 55 มีปริมาณปรอทสูงกว่า 0.58 ppm ซึ่งเป็นค่าที่จะทำให้เกิดความเสียหายทางระบบประสาทของทารกในครรภ์ นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าปลาน้ำจืดธรรมชาติใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหิน มีการสะสมของสารปรอทสูงกว่าค่าปกติในหลายประเทศทั่วโลก (Bigham, Murray, Masue-Slowey, & Henry, 2017) สำหรับในประเทศไทย มุลินธิบุรณนิเวศได้ทำการศึกษาในเขต อ.ท่าตูม จ.ปราจีนบุรี และ ต.มาบตาพุด จ.ระยอง ซึ่งเป็นเขตอุตสาหกรรม ผลการศึกษาพบว่า อ.ท่าตูม พบค่าเฉลี่ย 1.814 ppm สูงเกิน 1 ppm 27 คน (79%) สูงกว่า 0.58 ppm จำนวน 34 คน (100%) ต. มาบตาพุด พบค่าเฉลี่ย 4.339 ppm สูงเกิน 1 ppm 23 คน (68%) สูงกว่า 0.58 ppm จำนวน 33 คน (97%) (Vaclav Mach, Marek Sir, Martin Bystriansky, Jindrich Petrlik, Jitka Strakova, อัครพล ตีปโธสง และคณะ, 2561) สรุปได้ว่าประเทศไทยมีปัญหาการปนเปื้อนปรอทในสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ

การศึกษาการปนเปื้อนปรอทในปลาและการตรวจเส้นผมของคนในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้าในประเทศไทยพบว่า มีการปนเปื้อนของสารปรอทในปลาและการสะสมของสารปรอทในเส้นผมของชาวบ้านที่อาศัยใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงผลิตเยื่อกระดาษ ต. ท่าตูม อ. ศรีมหาโพธิ จ. ปราจีนบุรี โดยพบว่าค่าสารปรอทในเส้นผมของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่มีค่าเฉลี่ย 4.595 ppm ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ปกติมาก (เกณฑ์ปกติ 1 ppm) ปลาช่อนมีสารปรอทเฉลี่ย 0.341 ppm (ค่าปกติ 0.3 ppm) ปริมาณสารปรอทสูงสุดพบในผู้ที่รับประทานปลาช่อนบ่อยที่สุด ร้อยละ 90 ของปรอทที่สะสมในร่างกายมนุษย์เป็นปรอทในรูปแบบสารปรอทอินทรีย์เมทิลเมอร์คิวรี (มูลนิธิบูรณะนิเวศ ประเทศไทย สมาคมอาณานิคม สาธารณรัฐเช็ก และคณะทำงานด้านโลหะหนักเครือข่ายระหว่างประเทศว่าด้วยการกำจัดสารพิษตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม, 2556) หลังจากนั้น กรมควบคุมมลพิษเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำในพื้นที่เดียวกันพบว่า ปริมาณสารปรอทเกินค่ามาตรฐานทั้งในปลาไม่ล่าเหยื่อ ปลาล่าเหยื่อและหอยในดิน (มูลนิธิบูรณะนิเวศ และเครือข่ายเพื่อนตะวันออกและวาระเปลี่ยนแปลงวันออก, 2553) ในทำนองเดียวกันผลการตรวจปรอทในปลาและค่าปรอทในเส้นผมของประชาชนที่อาศัยอยู่ใน 4 หมู่บ้าน ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา แขวงไชยบุรี สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประมาณ 20-30 กิโลเมตร ได้แก่ หมู่บ้านห้วยโก้น หมู่บ้านน้ำรี หมู่บ้านกัวจันท์ และหมู่บ้านสบปิ่น พบค่าปรอทในปลาสูงสุดเท่ากับ 0.16 มก./กก. แม้จะยังต่ำกว่าเกณฑ์ 0.3 มก./กก. แต่ก็พบค่าปรอทในเส้นผมของประชาชนที่อาศัยอยู่ใน 4 หมู่บ้านนี้ มีค่าสูงกว่าปกติหลายราย แสดงว่ามีการปนเปื้อนของปรอทในปลาและประชาชนในพื้นที่ (ธนพล เพ็ญรัตน์, มนุพัศ โลหิตนาว, วิน ไตรวิทยานุรักษ์, วรากร มณีชูเกตุ, นวพร อาดา, ภากร ป้อมกระสัน และคณะ, 2566) และชาวบ้านในพื้นที่สังเกตว่ามีอาการป่วยทางระบบทางเดินหายใจมากขึ้น เช่น ไอแห้ง เป็นหวัด หอบและเป็นภูมิแพ้ เป็นต้น (ภาสนันท์ อัครวัชรชัยดิรัตน์ บุญศรี ศิริพันธ์ นันสนุนานท์, 2566)

กรณีของหญิงตั้งครรภ์ที่อาศัยอยู่ใกล้เขตอุตสาหกรรมหรือโรงไฟฟ้าถ่านหินที่เป็นแหล่งในการปล่อยปรอทสู่สิ่งแวดล้อมพบว่า มารดาที่รับประทานปลามากมีค่าปรอทในเลือดของมารดาและปรอทในเลือดจากสายสะดือสูง โดยศึกษาในมารดา-ทารกอายุ 3 วัน จำนวน 418 คู่ ในบริเวณเมือง Zhoushan จังหวัด Zhejiang ประเทศจีน มารดาส่วนใหญ่รับประทานปลาทะเลอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ตลอดการตั้งครรภ์ ผลการวิจัยพบว่ามารดาที่รับประทานปลา 1-2, 3-4 และ ≥ 5 ครั้ง/สัปดาห์ ตรวจพบปรอทในเลือดจากสายสะดือของทารกเพศชายเท่ากับ 2.56, 7.79 และ 11.95 $\mu\text{g/L}$ ตามลำดับ และในเพศหญิงเท่ากับ 2.75, 7.58 และ 11.43 $\mu\text{g/L}$ ตามลำดับ การรับประทานปลามีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าปรอทในเลือดจากสายสะดือ ($r=0.65$), เลือดมารดา ($r=0.49$), ปัสสาวะ ($r=0.35$) และเส้นผม ($r=0.11$) ตามลำดับ เมื่อประเมินพัฒนาการโดยใช้ Neonatal Behavioral Neurological Assessment (NBNA) พบว่า ปรอทในเลือดจากสายสะดือมีความสัมพันธ์กับคะแนน NBNA, passive muscle tone, และ active muscle tone (Wu, Ying, Shen, & Wang, 2014)

ต่อมาได้มีการศึกษากับมารดา-ทารกอายุ 40 วัน จำนวน 460 คู่ ในจังหวัด Tarragona ประเทศสเปน โดยศึกษาปริมาณปลาที่หญิงตั้งครรภ์รับประทานแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) <54 กรัม/วัน, 2) 54-71 กรัม/วัน และ 3) >71 กรัม/วัน (เกณฑ์ในการรับประทานปลาของประเทศสเปนคือ ไม่เกิน 71 กรัม/วัน) ผลการวิจัยพบว่า 1) ปริมาณปลาที่รับประทานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าปรอทที่ตรวจพบ โดยมารดาที่รับประทานปลา <54 , 54-71 และ >71 กรัม/วัน มีค่ามัธยฐานของปรอทเท่ากับ 3.05, 5.47 และ 7.88 $\mu\text{g/L}$, 2) เมื่อประเมินพัฒนาการของทารกโดยใช้ Bayley Scales of Infant Development-III (ด้าน cognitive, language, และ motor function) พบว่า ปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีที่มารดาได้รับต่อวันจากการรับประทานปลามีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับการรับรู้ภาษา (receptive language) ของทารกที่อายุ 40 วัน และ 3) มารดาที่บริโภคปลาเกินเกณฑ์ (>71 กรัม/วัน) ในขณะตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์กับการได้คะแนน language scale น้อย ($p=0.019$) และ expressive language subscale ($p=0.026$) ของทารกที่อายุ 40 วัน (Kou,

Becerra-Tomás, Canals, Bulló, & Arijá, 2024) จากงานวิจัยจะเห็นว่าค่าปรอทที่ตรวจพบมีค่าสูงเกิน 2 µg/L และปรอทมีผลกระทบต่อพัฒนาการโดยภาพรวม การเคลื่อนไหว ความเข้าใจและการแสดงออกด้านภาษาตั้งแต่วัยทารก

นอกจากนี้ การสัมผัสปรอทขณะตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์ต่อคะแนนไอคิวที่ลดลงได้มีการศึกษามาเกือบสองศตวรรษ โดยนำข้อมูลจากงานวิจัย 3 เรื่องที่ศึกษาในหมู่เกาะที่หญิงตั้งครรภ์รับประทานปลาค่อนข้างมากสื่อถึงการสัมผัสเมทิลเมอร์คิวรีจากการรับประทานปลาขณะตั้งครรภ์ ได้แก่ หมู่เกาะแฟโร (Faroe Island) ประเทศนิวซีแลนด์ (New Zealand) และหมู่เกาะเซเชลส์ (Seychelles Island) นำข้อมูลจากการตรวจปรอทในเส้นผมและคะแนนไอคิวเด็กซึ่งประเมินโดยใช้ Wechsler Intelligence Scales for Children (WISC-R และ WISC-III) เมื่อเด็กอายุ 7, 6 และ 9 ปี สำหรับเด็กในหมู่เกาะแฟโร นิวซีแลนด์ และหมู่เกาะเซเชลส์ ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ค่าปรอทในเส้นผมของมารดาที่เพิ่มขึ้นแต่ละ part per million (ppm.) จะทำให้ไอคิวลดลง 0.18 (Axelrad, Bellinger, Ryan & Woodruff, 2007)

ผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นยืนยันว่าการบริโภคปลาของหญิงตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าปรอทในเลือดของหญิงตั้งครรภ์ และค่าปรอทในเลือดที่สูงเกินเกณฑ์มีผลกระทบต่อพัฒนาการด้านต่าง ๆ และสติปัญญาของเด็กแรกเกิดและต่อเนื่องจนโตขึ้น ทำให้กระทบต่อคุณภาพชีวิตเด็กและคุณภาพของพลเมืองเด็กที่จะเติบโตเป็นกำลังที่สำคัญของชาติต่อไป ดังนั้นการป้องกันไว้ก่อน ไม่ต้องรอให้พบปัญหาจึงแก้ไขจึงเป็นสิ่งสำคัญ แต่จากการศึกษาของ ดร.ณิ ไพศาลพาณิชย์กุลและคณะ ในปี พ.ศ. 2561 ที่หมู่บ้านน้ำรีพัฒนาและน้ำช้างพัฒนา อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน พบว่า ชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของโรงไฟฟ้าถ่านหินต่อความเสี่ยงด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงควรยกระดับและเพิ่มขีดความสามารถของโรงพยาบาลอำเภอและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เพื่อรองรับการให้บริการสุขภาพแก่ประชาชนที่มีความเสี่ยงจากมลพิษปรอทจากโรงไฟฟ้าถ่านหินได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ดร.ณิ ไพศาลพาณิชย์กุล นัทมน คงเจริญ สงกรานต์ ป้องบุญจันทร์ สมพร เฟื่องคำ ลมิตา เขตชั้น และเชมชาติ ตนบุญ, 2561)

จากผลการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นในการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และผู้ดูแลเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท โดยจัดทำเป็นคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท สำหรับบุคลากรสุขภาพใช้เป็นแนวทางในการให้ความรู้และเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอทในพื้นที่เสี่ยง

3.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 3.2.1 ศึกษาสถานการณ์และภาวะสุขภาพของกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท
- 3.2.2 จัดทำฐานข้อมูลด้านสุขภาพของกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท
- 3.2.3 พัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท
- 3.2.4 ประเมินผลของการนำคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่มุ่งสร้างศักยภาพให้บุคลากรสุขภาพมีบทบาทนำในการเฝ้าระวังและป้องกันผลกระทบทางสุขภาพของกลุ่มเปราะบาง คือ หญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยที่อาศัยอยู่ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ระยะเวลาดำเนินการวิจัยระหว่าง 1 มีนาคม 2567 - 1 มีนาคม 2568

3.3.1 การพัฒนาคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังฯ

ทีมผู้พัฒนา ประกอบด้วย แพทย์และพยาบาล ผู้ปฏิบัติงานในคลินิกฝากครรภ์ และหอผู้ป่วยหลังคลอด คลินิกเด็กสุขภาพดี (well child clinic: WCC) และพยาบาลที่รับผิดชอบงานในกลุ่มเวชกรรมสังคม ที่ดูแลสุขภาพอนามัยแม่และเด็กในสถานบริการสุขภาพของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 7 แห่ง ประกอบด้วยแพทย์ 1 คน พยาบาล รวม 19 คน และแพทย์และพยาบาลที่รับผิดชอบงานอนามัยแม่และเด็กที่สาธารณสุขจังหวัดน่าน รวม 3 คน รวมทั้งสิ้น 22 คน

3.3.2 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ศึกษาวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มบุคลากรสุขภาพผู้ใช้แนวทางเฝ้าระวังฯ 2) กลุ่มหญิงตั้งครรภ์ และ 3) กลุ่มผู้ดูแลและเด็กปฐมวัย

1) *กลุ่มบุคลากรสุขภาพผู้ใช้แนวทางเฝ้าระวังฯ* ประกอบด้วย แพทย์และพยาบาล ผู้ปฏิบัติงานในคลินิกฝากครรภ์และหอผู้ป่วยหลังคลอด คลินิกเด็กสุขภาพดี (well child clinic: WCC) และพยาบาลที่รับผิดชอบงานในกลุ่มเวชกรรมสังคม ที่ดูแลสุขภาพอนามัยแม่และเด็กในสถานบริการสุขภาพของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 7 แห่ง ประกอบด้วยแพทย์ 1 คน พยาบาล รวม 19 คน กลุ่มตัวอย่าง ศึกษาจากประชากรทั้งหมด รวม 20 คน

2) *กลุ่มหญิงตั้งครรภ์* ประชากรคือ หญิงตั้งครรภ์ที่มาฝากครรภ์ที่คลินิกฝากครรภ์ของสถานบริการสุขภาพในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน รวม 7 แห่ง ประกอบด้วย โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ รพ.สต.บ้านด่าน รพ.สต.บ้านน้ำรีพัฒนา รพ.สต.บ้านสะจุก รพ.สต.ห้วยโก้น และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านกัวจันทร์ และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านสบป่าน และห้องคลอดและหอผู้ป่วยหลังคลอด ที่โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 49 คนต่อปี (ข้อมูล พ.ศ. 2566: จำนวนหญิงตั้งครรภ์คลอด, สสจ.น่าน) กลุ่มตัวอย่างหญิงตั้งครรภ์ทุกรายที่มาฝากครรภ์ที่คลินิกฝากครรภ์ 7 แห่งดังกล่าวข้างต้น ระหว่างเดือนธันวาคม 2567 - กุมภาพันธ์ 2568 ตามเกณฑ์การคัดเลือก คือ หญิงตั้งครรภ์

ที่สามารถอ่านออกและเขียนภาษาไทยได้ ฝากครรภ์ที่สถานบริการสุขภาพแห่งใดแห่งหนึ่งของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ อาศัยอยู่ในพื้นที่ต่อเนื่องอย่างน้อย 3 เดือน ไม่ยอมสืมนมและ ยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัย เกณฑ์การคัดออก คือ ไม่มาฝากครรภ์ ต่อเนื่อง มีการเจ็บป่วย/ภาวะแทรกซ้อนขณะตั้งครรภ์จนไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ หรือไปคลอดที่สถานบริการ สุขภาพนอกอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

3) *กลุ่มผู้ดูแลและเด็กปฐมวัย* ประชากรคือ ผู้ดูแลของเด็กปฐมวัย อายุ 2-5 ปี ที่ผู้ดูแลนำมาฝากเลี้ยงที่ ศูนย์พัฒนาเด็ก 3 แห่งของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ประกอบด้วย ศพด.ห้วยโก้น (16 คน) ศพด.บ้านน้ำรีพัฒนา (47 คน) และ ศพด.เปரியงก่อ (21 คน) จำนวน 84 คน (ข้อมูล พ.ศ. 2566: สสจ.น่าน) ผู้ดูแล หมายถึง คนที่อาศัยอยู่ในบ้านเดียวกับเด็กและเป็นผู้ดูแลหลัก อาจเป็นบิดา มารดา หรือญาติก็ได้ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ดูแลและเด็กปฐมวัยทุกราย รวม 48 คน ที่ฝากเลี้ยง ณ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก 3 แห่งข้างต้น เกณฑ์การคัดเข้า คือ เด็กอายุ 2-5 ปี ทุกรายที่ฝากเลี้ยงที่ ศพด. แห่งใด แห่งหนึ่งในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ในช่วงเดือนธันวาคม 2567 อาศัยอยู่ในพื้นที่ต่อเนื่องอย่างน้อย 3 เดือน และผู้ปกครอง ยินดีให้เข้าร่วมในโครงการวิจัย และผู้ดูแลที่อาศัยอยู่ในบ้านเดียวกับเด็กปฐมวัย สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ และ ยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ 1) ผู้ดูแลมีเด็กปฐมวัยที่มีความผิดปกติทางการรู้คิดและระบบ ประสาทจากการวินิจฉัยของแพทย์ เช่น ดาวน์ซินโดรม ออทิสติก การเรียนรู้บกพร่อง โรคสมองพิการแต่กำเนิด เป็นต้น

3.3.3 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีจำนวน 8 เครื่องมือ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 7 เครื่องมือ และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินโปรแกรม 1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. *แบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอทและฝุ่นละอองขนาดเล็กของเด็กปฐมวัย* ประกอบด้วย 6 ส่วน: 1) ข้อมูลทั่วไปของบิดามารดา/ผู้ปกครอง 2) ข้อมูลทั่วไปของเด็กปฐมวัย 3) ความเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอท 4) สิ่งแวดล้อมที่เด็กอาศัยอยู่ 5) พฤติกรรมเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอทของเด็กปฐมวัย และ 6) ข้อมูลสุขภาพของเด็ก ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม รายละเอียดดังนี้

- 1.1 ข้อมูลทั่วไปของบิดามารดา/ผู้ปกครอง เป็นข้อคำถาม จำนวน 4 ข้อ สอบถามเกี่ยวกับที่อยู่ ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ข้อมูลบิดาและมารดาของเด็กเกี่ยวกับอายุ ลักษณะอาชีพและ ภาวะสุขภาพ
- 1.2 ข้อมูลทั่วไปของเด็กปฐมวัย จำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วย ชื่อ เพศ วันเดือนปีเกิด
- 1.3 ความเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอทและฝุ่นละอองขนาดเล็ก จำนวน 13 ข้อ ประกอบด้วย ข้อคำถาม เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมเสี่ยงต่อการสัมผัสสารปรอท ตัวเลือกตอบแบบ 2 ตัวเลือก (ใช่ = 1 และ ไม่ใช่ = 0)
- 1.4 สิ่งแวดล้อมที่เด็กอาศัยอยู่ ประกอบด้วย ข้อคำถามแบบปรนัย 5 ข้อ ในเรื่องของลักษณะบ้าน หรือที่พักอาศัย การหุงต้มประกอบอาหาร เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการหุงต้ม การแหล่งกำเนิดมลพิษปรอทบริเวณใกล้เคียง

- 1.5 พฤติกรรมเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอทและฝุ่นละอองขนาดเล็กของเด็กปฐมวัย เป็นข้อคำถามแบบปรนัยและเติมคำสั้น ๆ ในช่องว่างจำนวน 14 ข้อ
- 1.6 ข้อมูลสุขภาพเด็ก เป็นข้อคำถามแบบปรนัยและเติมคำสั้น ๆ จำนวน 13 ข้อ สอบถามเกี่ยวกับการเจริญเติบโต พัฒนาการ การได้รับวัคซีน ประวัติการคลอดและโรคประจำตัว

2. แบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสปรอทของหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่เสี่ยง ประกอบด้วย 3 ส่วน:

1) ข้อมูลทั่วไปของหญิงตั้งครรภ์ 2) ความเสี่ยงในการสัมผัสปรอทของหญิงตั้งครรภ์ และ 3) วิถีชีวิตของหญิงตั้งครรภ์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม รายละเอียดดังนี้

- 2.1 ข้อมูลทั่วไปของหญิงตั้งครรภ์ เป็นข้อคำถามปรนัยและเติมคำสั้น ๆ จำนวน 9 ข้อ สอบถามเกี่ยวกับ อายุ เชื้อชาติ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา ที่อยู่ปัจจุบัน ระยะเวลาที่อาศัย อาชีพ ภาวะสุขภาพ อาการผิดปกติที่เกิดขึ้น
- 2.2 ความเสี่ยงในการสัมผัสปรอทของหญิงตั้งครรภ์ เป็นข้อคำถามแบบ 2 ตัวเลือก (ใช่/ไม่ใช่) จำนวน 13 ข้อ สอบถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมเสี่ยง เช่น ลักษณะที่อยู่อาศัย พฤติกรรมเสี่ยง ได้แก่ การก่อพื้นที่มีควันประกอบอาหารภายในบ้าน การสัมผัสดินโดยตรง การประกอบอาชีพ การตักน้ำจากแหล่งน้ำที่อาจมีปรอทปนเปื้อน การรับประทานปลา สหรัย/แมลงน้ำ การทำกิจกรรมนอกบ้านในวันที่มีฝุ่นควันมาก การสวมหน้ากากอนามัย ตอบใช่ = 1 คะแนน ไม่ใช่ = 0 คะแนน
- 2.3 วิถีชีวิตของหญิงตั้งครรภ์ เป็นคำถามแบบปรนัย จำนวน 11 ข้อ สอบถามเกี่ยวกับวิถีชีวิต ได้แก่ ลักษณะบ้านหรือที่พักอาศัย การหุงต้มประกอบอาหาร การใช้เชื้อเพลิง แหล่งควันบริเวณใกล้บ้าน แหล่งน้ำดื่ม น้ำใช้ การทำกิจกรรมกลางแจ้ง การรับประทานปลา

3. แบบบันทึกข้อมูลสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์เมื่อมาฝากครรภ์ครั้งที่ 1 เป็นแบบบันทึกสำหรับนักวิจัยใช้สำหรับบันทึกข้อมูลสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์เมื่อมาฝากครรภ์ครั้งที่ 1 มีจำนวน 18 ข้อ บันทึกเกี่ยวกับวันที่ฝากครรภ์ จำนวนครั้งของการตั้งครรภ์ การคลอด วันที่มีประจำเดือนครั้งสุดท้าย อายุครรภ์ น้ำหนักก่อนตั้งครรภ์ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ภาวะสุขภาพก่อนตั้งครรภ์ สัญญาณชีพ ประมาณอายุครรภ์เมื่อฝากครรภ์ครั้งแรก กำหนดคลอด ผลการตรวจคัดกรองเลือด ผลการตรวจคัดกรองปัสสาวะ ลักษณะการตั้งครรภ์ ผลตรวจอัลตราซาวด์และผลการตรวจปริมาณสารปรอท

4. แบบบันทึกภาวะสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กภายหลังคลอด สำหรับพยาบาลซึ่งเป็นหนึ่งในทีมวิจัยทำการบันทึกผลลัพธ์การตั้งครรภ์ของมารดาและทารก จำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วย กำหนดคลอด การตั้งครรภ์ วันที่คลอด วิธีการคลอด ภาวะแทรกซ้อนขณะคลอด ภาวะแทรกซ้อนหลังคลอด คะแนน Apgar score ที่ 1 และ 5 นาที น้ำหนักเด็กแรกคลอด อายุครรภ์และภาวะสุขภาพของทารก

5. แบบวัดความรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของหญิงตั้งครรภ์ในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากปรอท จำนวน 44 ข้อ ประกอบด้วย 5 ส่วน: ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 10 ข้อ ส่วนที่ 2 ความรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับสารปรอท จำนวน 20 ข้อ และ ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากสารปรอท จำนวน 14 ข้อ

6. แบบประเมินพฤติกรรมเฝ้าระวังและป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพเด็กจากปรอทของผู้ปกครอง ข้อคำถาม มีจำนวน 16 ข้อ ประกอบด้วย พฤติกรรมการเฝ้าระวัง 7 ข้อ และพฤติกรรมการป้องกัน 9 ข้อ ตัวเลือกตอบเป็นอันตรภาคของความถี่ในการทำพฤติกรรม 5 ระดับ ตั้งแต่ปฏิบัติเป็นประจำบ่อย ๆ ปฏิบัติบ้างบางครั้ง นาน ๆ ครั้งและไม่ปฏิบัติ

7. แนวคำถามการสนทนากลุ่มสำหรับสะท้อนผลการปฏิบัติและประเมินผลแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพในหญิงตั้งครรภ์/เด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท เป็นแนวคำถามกึ่งโครงสร้าง จำนวน 6 ข้อ ใช้สำหรับตั้งคำถามในการสนทนากลุ่มกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบล อสม. หญิงตั้งครรภ์ ผู้ปกครองและครูศูนย์พัฒนาเด็ก เพื่อประเมินผลการนำแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันฯ ไปใช้ แล้วนำผลที่ได้จากการสนทนามาปรับปรุงแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันฯ ให้ดีขึ้น

ภายหลังจากผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยวางแผนจะนำแบบประเมินนี้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย แพทย์ อาจารย์พยาบาล พยาบาล และผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมมลพิษ พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทและวัฒนธรรม และความครอบคลุม แล้วนำข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแบบสอบถาม หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามนี้ไปทดลองใช้กับผู้ปกครองเด็กของ ศพด. เทศบาลตำบลทุ่งช้าง 2 จำนวน 20 คน และหญิงตั้งครรภ์ใน รพ.สต. ทุ่งช้าง จำนวน 20 คน วิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายในโดยวิเคราะห์ Cronbach's coefficient

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินโปรแกรม

1. ร่างแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยจากสารปรอท สำหรับคลินิกเด็กสุขภาพดี คลินิกฝากครรภ์ และศูนย์พัฒนาเด็กเล็กอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน เป็นแนวทางที่พัฒนาขึ้นสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพในกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท ซึ่งประกอบด้วย 1) แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก 2) แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับคลินิกเด็กสุขภาพดี และ 3) แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับคลินิกฝากครรภ์ แนวทางนี้พัฒนาขึ้นโดยการมีส่วนร่วมระหว่างทีมนักวิจัย แพทย์ พยาบาลและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ทำงานเกี่ยวข้องกับอนามัยแม่และเด็ก เมื่อพัฒนาได้ฉบับร่างแล้วนำเสนอเพื่อเปิดรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่เกี่ยวข้อง ผู้นำแนวทางนี้ไปปฏิบัติ แล้วนำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวทางฯ ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น หลังจากนั้นนำแนวทางฯ ไปทดลองใช้ในหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัย จำนวนกลุ่มละ 5 ราย เพื่อประเมินความชัดเจนความเหมาะสมความเป็นไปได้ ปัญหาและอุปสรรคของการนำแนวทางฯ ไปใช้ แล้วปรับปรุงแนวทางฯ ตามผลการประเมิน

3.3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อโครงการวิจัยผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี กรุงเทพฯ และ สสจ. น่าน คณะผู้วิจัยจะชี้แจงการวิจัยต่อผู้ว่าราชการจังหวัดน่าน นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดน่าน นายกองค์การบริหารส่วนตำบล เพื่อขอดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในหน่วยบริการสุขภาพและพื้นที่ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ตามขั้นตอนการวิจัย การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (participatory action research) นี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน: 1) การวิเคราะห์สภาพการณ์ 2) การพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพในกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ป็นเปื้อนปรอท 3) การนำแนวทางฯ ไปปฏิบัติ และ 4) การสะท้อนผลการปฏิบัติและการประเมินผลลัพธ์ ในพื้นที่การทำวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 3 แห่ง ประกอบด้วย ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก คลินิกเด็กสุขภาพดีและคลินิกฝากครรภ์ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ดังนี้

1. บุคลากรทางด้านสาธารณสุข

1) ผู้วิจัยเข้าพบผู้อำนวยการโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ ผู้อำนวยการ รพ.สต.บ้านด่าน รพ.สต. บ้านน้ำรินพัฒนา รพ.สต.บ้านสะจุก รพ.สต.ห้วยโก้น และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านกัวจันทร์ และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านสบปิ่น เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยและขออนุญาตดำเนินการวิจัย

2) ผู้วิจัยพบกลุ่มบุคลากรด้านสาธารณสุขที่เป็นอาสาสมัคร ประกอบด้วย แพทย์ รพ. เฉลิมพระเกียรติ 1 คน พยาบาล รพ. เฉลิมพระเกียรติ ผู้ปฏิบัติงานในคลินิกฝากครรภ์ 3 คน หอผู้ป่วยหลังคลอด 6 คน คลินิกเด็กสุขภาพดี (Well child clinic: WCC) 3 คน และงานในกลุ่มเวชกรรมสังคมที่ดูแลสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก 1 คน และพยาบาลที่ปฏิบัติงานใน รพ.สต.บ้านด่าน 1 คน รพ.สต.บ้านน้ำรินพัฒนา 1 คน รพ.สต.บ้านสะจุก 1 คน รพ.สต.ห้วยโก้น 1 คน และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านกัวจันทร์ 1 คน และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านสบปิ่น 1 คน แพทย์และพยาบาลที่รับผิดชอบงานอนามัยแม่และเด็กที่สาธารณสุขจังหวัดน่าน 3 คน รวมทั้งสิ้น 22 คน โดยเชิญเข้าร่วมประชุม ณ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยและขอเชิญเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

3) จัดประชุมเพื่อให้กลุ่มอาสาสมัครร่วมพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ป็นเปื้อนปรอท เป็นเวลา 1 วัน

4) จัดอบรมเตรียมความพร้อมบุคลากรด้านสาธารณสุขที่รับผิดชอบงานอนามัยแม่และเด็กในด้านความรู้เกี่ยวกับผลกระทบด้านสุขภาพของมลพิษปรอท ต่อสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัย และแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ป็นเปื้อนปรอท เป็นเวลา 1 วัน

5) กลุ่มอาสาสมัครทดลองนำแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ป็นเปื้อนปรอทไปใช้ในหน่วยบริการ

6) จัดประชุมสนทนากลุ่มเพื่อประเมินผลการนำแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ป็นเปื้อนปรอทไปใช้ เพื่อปรับปรุงแนวทางฯ

2. กลุ่มหญิงตั้งครรภ์

1) ผู้ช่วยวิจัยพบหญิงตั้งครรภ์ทุกรายที่มาฝากครรภ์ คลินิกฝากครรภ์ รพ.เฉลิมพระเกียรติ 1 รพ.สต.บ้านด่าน รพ.สต.บ้านน้ำพัฒนา รพ.สต.บ้านสะจุก รพ.สต.ห้วยโก๋น และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านกัวจันทร์ และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านสบป็น เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยและขอเชิญเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

2) บุคลากรด้านสาธารณสุขสัมภาษณ์หญิงตั้งครรภ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสปรอทของหญิงตั้งครรภ์ ตอบแบบวัดความรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของหญิงตั้งครรภ์ในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากปรอทก่อนการได้รับความรู้ (Pretest) และเก็บตัวอย่างผมของหญิงตั้งครรภ์ ครั้งที่ 1 หลังจากนั้นหญิงตั้งครรภ์รับบริการการฝากครรภ์ตามปกติและได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับผลกระทบด้านสุขภาพของมลพิษปรอทต่อสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัย และการป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

3) ในรายที่ผลการตรวจพบว่ามีค่าสูงกว่าปกติ หญิงตั้งครรภ์จะทราบผลการตรวจในการฝากครรภ์ในครั้งต่อไป รับบริการการฝากครรภ์ตามปกติร่วมกับการติดตามการปฏิบัติตัวตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

4) ในรายที่ผลการตรวจพบว่ามีค่าสูงกว่าปกติหรือมีอาการผิดปกติจากการได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผู้ช่วยวิจัยหรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขจะมีการติดตามเยี่ยมบ้านร่วมกับ อสม. เพื่อประเมินความเสี่ยงอีกครั้งและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับบริบทของหญิงตั้งครรภ์

5) ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลของกลุ่มที่มีผลการตรวจพบผิดปกติหรือมีอาการผิดปกติจากการได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและผลการประเมินความเสี่ยงฯ เพื่อใช้ในการติดตามเฝ้าระวังในหญิงตั้งครรภ์ตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

6) ประเมินความเสี่ยงในการสัมผัสปรอทและฝุ่นละอองขนาดเล็กของหญิงตั้งครรภ์ ตอบแบบวัดความรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของหญิงตั้งครรภ์ในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากปรอทก่อนการได้รับความรู้ (Posttest) และเก็บตัวอย่างผมของหญิงตั้งครรภ์ ครั้งที่ 2 ในไตรมาสที่ 3 เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ทารกในครรภ์มีการเจริญเติบโตมากที่สุด และการติดตามการตรวจพบต้องห่างจากครั้งแรกอย่างน้อย 50 วัน เพราะโดยส่วนใหญ่ปรอทชนิดอินทรีย์จะมีอายุครึ่งชีวิตเฉลี่ย 50-60 วัน

7) ในรายที่ผลการตรวจพบว่ามีค่าสูงกว่าปกติและสูงกว่าการตรวจครั้งแรกหรือมีอาการผิดปกติจากการได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผู้ช่วยวิจัยหรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขจะมีการติดตามเยี่ยมบ้านร่วมกับ อสม. เพื่อประเมินความเสี่ยงอีกครั้งและส่งต่อไปยังหน่วยบริการสุขภาพที่มีการตรวจคัดกรองในคลินิกพิษวิทยาเพื่อให้การรักษาตามแนวทางการรักษาพิษปรอท นอกจากนี้ในระยะคลอดผู้ควบคุมหรือผู้ช่วยคลอดจะเก็บตัวอย่างเลือดจากสายสะดือทารกหลังจากการทำการคลอดแล้วเพื่อประเมินผลกระทบต่อทารกในครรภ์

8) ในกรณีที่พบว่าผลการตรวจเลือดจากสายสะดือทารกของทารกมีค่าสูงกว่าปกติ ทารกจะได้รับการส่งต่อไปยังหน่วยบริการสุขภาพที่สามารถมีบริการการตรวจคัดกรองในคลินิกพิษวิทยาเพื่อให้การรักษาตามแนวทางการรักษาพิษปรอทเพื่อให้ทารกได้รับการรักษาป้องกันพิษจากสารปรอท และทารกจะได้รับการติดตามพัฒนาการ

3. กลุ่มเด็กปฐมวัย (อายุ 0-5 ปี) และผู้ปกครอง คลินิกสุขภาพเด็กดี

1) ผู้ช่วยวิจัยพบเด็กปฐมวัยและผู้ปกครองทุกรายที่มารับบริการ คลินิกสุขภาพเด็กดี รพ.เฉลิมพระเกียรติ 1 รพ.สต.บ้านด่าน รพ.สต.บ้านน้ำรีพัฒนา รพ.สต.บ้านสะจุก รพ.สต.ห้วยโก้น และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านกัวจันทร์ และสถานบริการสาธารณสุขชุมชนบ้านสบป็น เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยและขอเชิญเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

2) บุคลากรด้านสาธารณสุขสัมภาษณ์ผู้ปกครองโดยใช้แบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสปรอทและฝุ่นละอองขนาดเล็กของเด็ก ตอบแบบวัดความรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของเด็กปฐมวัยในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากปรอทก่อนการได้รับความรู้ (Pretest) และเก็บตัวอย่างผมของเด็กปฐมวัย ครั้งที่ 1 หลังจากนั้นผู้ปกครองและเด็กจะได้รับบริการการคลินิกสุขภาพเด็กดีตามปกติและได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับผลกระทบด้านสุขภาพของมลพิษปรอทต่อสุขภาพเด็กปฐมวัย และการป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มเด็กปฐมวัยตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

3) ในรายที่ผลการตรวจพบว่ามีค่าสูงกว่าปกติ ผู้ปกครองจะทราบผลทางโทรศัพท์

4) ในรายที่ผลการตรวจพบว่ามีค่าสูงกว่าปกติหรือมีอาการผิดปกติจากการได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผู้ช่วยวิจัยหรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขจะมีการติดตามเยี่ยมบ้านร่วมกับ อสม. เพื่อประเมินความเสี่ยงอีกครั้งและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับบริบทของครอบครัว นัดมาพบแพทย์ที่โรงพยาบาลและติดตามตรวจผลอีกครั้งหลังการตรวจครั้งที่ 1 อย่างน้อย 50 วัน

5) ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลของกลุ่มที่มีผลการตรวจพบผิดปกติหรืออาการผิดปกติจากการได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก และผลการประเมินความเสี่ยงฯ เพื่อใช้ในการติดตามเฝ้าระวังในเด็กปฐมวัย ตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอทและฝุ่นละอองขนาดเล็ก

6) ในรายที่ผลการตรวจพบว่ามีค่าสูงกว่าปกติและสูงกว่าการตรวจครั้งแรก ผู้ช่วยวิจัยหรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขจะมีการติดตามเยี่ยมบ้านร่วมกับ อสม. เพื่อประเมินความเสี่ยงอีกครั้งและส่งต่อไปยังหน่วยบริการสุขภาพที่มีการตรวจคัดกรองในคลินิกพิษวิทยาเพื่อให้การรักษาตามแนวทางการรักษาพิษปรอทและติดตามพัฒนาการของทารก

4. กลุ่มเด็กปฐมวัย (อายุ 2-5 ปี) และผู้ปกครอง ศูนย์พัฒนาเด็ก

1) ผู้ช่วยวิจัยครูศูนย์พัฒนาฯและผู้ปกครอง/ผู้ดูแลเด็ก ที่มารับบริการของศูนย์พัฒนาเด็ก 3 แห่งของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ประกอบด้วย คือ ศพด.ห้วยโก้น ศพด.บ้านน้ำรีพัฒนา และ ศพด.เปรียงก่อ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยและขอเชิญเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

2) ผู้ปกครองตอบแบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสปรอท และเด็กปฐมวัยรับการเก็บตัวอย่างผม

3) ผู้ปกครองรับคำแนะนำเกี่ยวกับผลกระทบด้านสุขภาพของมลพิษปรอทและ PM_{2.5} ต่อสุขภาพเด็กปฐมวัย และการป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มเด็กปฐมวัยตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับเด็กปฐมวัย

4) ในรายที่ผลการตรวจพบค่าปกติ ครูศูนย์ฯจะแจ้งผลให้ทราบ และผู้ช่วยวิจัยหรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขจะมีการติดตามเยี่ยมบ้านร่วมกับ อสม. เพื่อประเมินความเสี่ยงอีกครั้งและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับบริบทของครอบครัว นัดมาพบแพทย์ที่โรงพยาบาล และติดตามตรวจอีกครั้งหลังการตรวจครั้งที่ 1 อย่างน้อย 50 วัน

5) ผู้ช่วยวิจัยบันทึกข้อมูลของกลุ่มที่มีผลการตรวจพบผิดปกติ และผลการประเมินความเสี่ยงฯ เพื่อใช้ในการติดตามเฝ้าระวังในเด็กปฐมวัย ตามแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพสำหรับกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

6) ในรายที่ผลการตรวจพบค่าเด็กปฐมวัยค่าสูงกว่าปกติและสูงกว่าการตรวจครั้งแรก ผู้ช่วยวิจัยหรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขจะมีการติดตามเยี่ยมบ้านร่วมกับ อสม. เพื่อประเมินความเสี่ยงอีกครั้งและส่งต่อไปยังหน่วยบริการสุขภาพที่มีการตรวจคัดกรองในคลินิกพิเศษวิทยาเพื่อให้การรักษาตามแนวทางการรักษาพิษปรอท และติดตามพัฒนาการของทารก

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไป 2) ความรอบรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของหญิงตั้งครรภ์ 3) พฤติกรรมการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ 4) ผลลัพธ์การคลอด (birth outcomes) ภาวะสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และภาวะสุขภาพเด็ก 5) ระดับปรอทในเส้นผมของหญิงตั้งครรภ์ 6) ความรอบรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของอสม. 7) พฤติกรรมการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของ อสม./ครูศูนย์พัฒนาเด็ก/และผู้ดูแลเด็กปฐมวัย และ 8) ระดับปรอทในเส้นผมของเด็กปฐมวัย วิเคราะห์โดยแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบคะแนนความรอบรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของหญิงตั้งครรภ์และพฤติกรรมการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ และผู้ปกครองก่อนและหลังการใช้แนวทางการเฝ้าระวังฯ

2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในพื้นที่ การศึกษาเอกสาร ทบทวนวรรณกรรม และการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม การสนทนากลุ่ม การจัดประชุม โดยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล บันทึกในสิ่งที่สังเกตได้และสรุปประเด็นสำคัญ

3.4 ผลการศึกษา

3.4.1 การศึกษาสถานการณ์และภาวะสุขภาพของกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่ปนเปื้อนปรอท

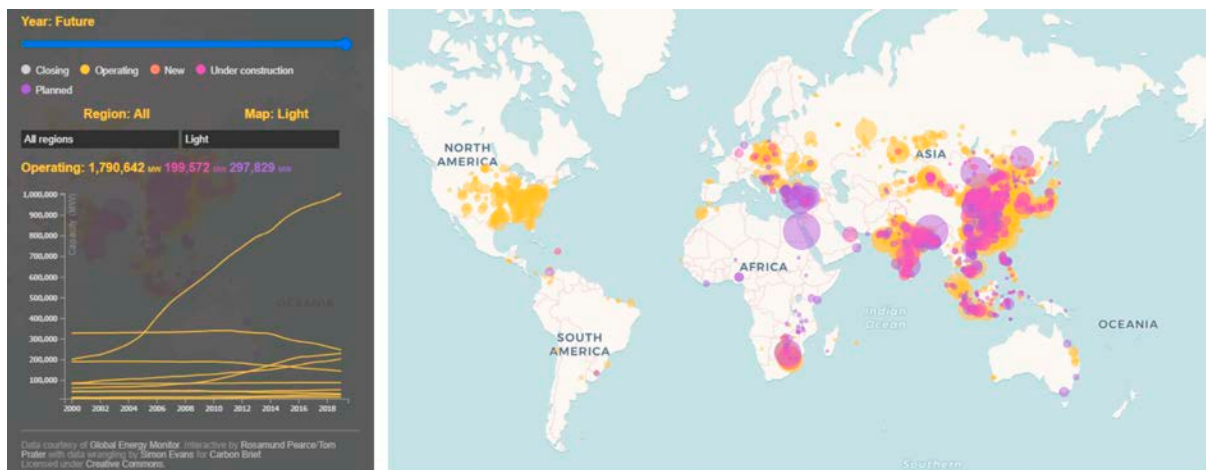
3.4.1.1 สถานการณ์ปรอท

การผลิตพลังงานจากถ่านหินเป็นวิธีการผลิตไฟฟ้าที่ใช้มากที่สุดในโลกและเป็นสาเหตุสำคัญของแหล่งมลพิษ เนื่องจากกระบวนการผลิตไฟฟ้านอกจากจะได้กระแสไฟฟ้าแล้วยังมีมลพิษถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก โดยเฉพาะมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง (Amster & Levy, 2019) ในปัจจุบันการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงจากความต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเปลี่ยนไปสู่การใช้แหล่งพลังงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เช่น พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ลม และน้ำ เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ 128 ประเทศ ได้ลงนามในการให้สัตยาบันอนุสัญญาามินามาตะที่มีผลผูกพันทางกฎหมายในปี พ.ศ. 2560 เพื่อลดสารปรอท (Hg) ที่มีพิษสูง โดยมีเป้าหมายหลักที่การลดสารปรอทจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน อย่างไรก็ตามแม้ว่ามีความพยายามในการลดลงของการใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้าเช่นในภูมิภาคยุโรป แต่ยังพบว่าการใช้งานอย่างกว้างขวางในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก เนื่องจากโรงไฟฟ้าถ่านหินยังคงเป็นส่วนสำคัญของการผลิตไฟฟ้าในหลายประเทศ โดยเฉพาะในประเทศที่มีความต้องการในพลังงานไฟฟ้ามาก เช่น จีน อินเดียและสหรัฐอเมริกา การลงทุนด้านพลังงานจากถ่านหินและการขุดถ่านหินทั่วโลกยังมีมากกว่า 1,600 แห่ง และโรงงานบางแห่งอยู่ระหว่างการก่อสร้างหรือวางแผนการก่อสร้างในหลายประเทศ (Munawer, 2018)

ประเทศที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน 10 อันดับแรกของโลก ประกอบด้วยประเทศจีน สหรัฐอเมริกา อินเดีย รัสเซีย ญี่ปุ่น เยอรมัน แอฟริกาใต้ เกาหลีใต้ อินโดนีเซียและโปแลนด์ ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 86 ของการใช้พลังงานถ่านหินทั้งหมดดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยแนวโน้มการผลิตไฟฟ้าพลังงานถ่านหินกำลังจะมีเพิ่มขึ้นในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย เวียดนาม และฟิลิปปินส์ ดังแสดงในภาพที่ 3.2

Country	Operating (MW)	Share	Country	Pipeline (MW)	Share
China	1,004,948	49.1%	China	205,886	41.2%
United States	246,187	12.0%	India	66,025	13.2%
India	228,964	11.2%	Turkey	33,180	6.6%
Russia	46,862	2.3%	Indonesia	31,200	6.3%
Japan	46,682	2.3%	Vietnam	30,942	6.2%
Germany	44,470	2.2%	Bangladesh	22,984	4.6%
South Africa	41,435	2.0%	Japan	11,881	2.4%
South Korea	37,600	1.8%	South Africa	11,050	2.2%
Indonesia	32,373	1.6%	Philippines	10,536	2.1%
Poland	30,870	1.5%	South Korea	7,260	1.5%

ภาพที่ 3.1 ประเทศที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน 10 อันดับแรกของโลก
(ที่มา: CarbonBrief Clear on Climate แผนที่แสดงโรงไฟฟ้าถ่านหินทั่วโลกระหว่างปี 2019
จาก <https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-coal-power-plants>)



ภาพที่ 3.2 แนวโน้มการผลิตไฟฟ้าพลังงานถ่านหินกำลังจะมีเพิ่มขึ้นในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ที่มา: Carbon Brief Clear on Climate. แผนที่แสดงโรงไฟฟ้าถ่านหินทั่วโลก ในปี 2018 จาก <https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-coal-power-plants/> accessed 17 March 2024)

สำหรับประเทศไทยปัจจุบันโรงไฟฟ้าถ่านหินทั่วประเทศไทยมีอย่างน้อย 10 แห่ง โดย 9 แห่ง เป็นของเอกชน ตั้งอยู่ใน 4 จังหวัด ได้แก่ ระยอง จำนวน 6 แห่ง ปราจีนบุรี 2 แห่ง อุดรธานี 1 แห่ง และมีเพียง 1 แห่งที่เป็นของ กฟผ. คือโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง รัฐบาลไทยวางแผนที่จะเพิ่มการใช้ถ่านหินโดยผลักดันให้มีโรงไฟฟ้าถ่านหินขนาดใหญ่ ภายใต้แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2558-2579 (PDP2015) ที่เป็นการกำลังการผลิตใหม่รวมทั้งสิ้น 7,390 เมกะวัตต์ ในช่วง 21 ปีข้างหน้า (กระทรวงพลังงาน, 2566) จากข้อมูลที่มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานถ่านหินและมีแนวโน้มที่จะมี โรงงานผลิตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในหลายประเทศ สิ่งแวดล้อมและประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้โรงไฟฟ้าอาจมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบจากมลพิษเพิ่มขึ้น

3.4.1.2 มลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน

โรงไฟฟ้าถ่านหินเป็นหนึ่งในแหล่งมลพิษทางอากาศที่สำคัญ กระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดฝุ่นละอองปฐมภูมิสำคัญ แก๊สที่มีฤทธิ์กรด (Acid gas) ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ฝุ่นหรือก๊าซที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้าถ่านหินก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาด $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาด $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) ในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยปรอท (Hg) และโลหะหนักเป็นพิษอื่น ๆ อีกจำนวนมาก ถ่านหินและ ถ่านหินมีผลกระทบต่อสุขภาพในทุกขั้นตอนการผลิต ถ่านหินประกอบด้วย ถ่านลอย ถ่านก้นบ่อ ตะกรันหม้อไอน้ำ และ วัสดุกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซไอเสีย ซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นพิษต่อระบบประสาทหลายชนิด รวมถึงโลหะหนัก (ลอยด์) ไดออกซิน และ PAHs ถ่านลอยที่จับได้ในอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศมักจะถูกจับเก็บไว้ในสถานที่ฝังกลบและนำไปฝังกลบบนพื้นผิวของโรงไฟฟ้า เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการฝังกลบและการกักเก็บพื้นผิวมากกว่า 1,400 แห่ง ซึ่งมักจะไว ใกล้เคียงชุมชนที่อยู่อาศัยในกลุ่มคนที่มียาได้น้อย สถานที่จัดเก็บเหล่านี้ อาจทำให้เกิดฝุ่นฟุ้งกระจายซึ่งเกินมาตรฐานคุณภาพ อากาศในบรรยากาศแห่งชาติและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มลพิษหลายชนิด เช่น SO_2 , NO_2 และ PM_{10} สามารถตกสะสม ได้ในระยะใกล้และระยะกลาง และสามารถอยู่ในอากาศได้ 5-10 วันก่อนถูกพัดพาให้ตกลงสู่พื้นผิวโลก เมื่อมีฝนตกลงมาจะ กลายเป็นฝนกรดทำให้ดินหรือแหล่งน้ำมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ทำให้พืชเกิดความเสียหายหรือมีความผิดปกติ การตกสะสม ของมลพิษเหล่านี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง (Zhang, et al, 2022) เช่น ทำให้เกิด การระคายเคืองผิวหนัง ตา จมูก คอ และปัญหาของระบบทางเดินหายใจ

ส่วนมลพิษทางอากาศ เช่น $PM_{2.5}$ และปรอท สามารถเป็นมลพิษข้ามแดนระหว่างประเทศ เนื่องจากไอปรอท (Hg_0) สามารถอยู่ในอากาศได้ 0.5 ถึง 2 ปี (Driscoll, 2013) เช่นเดียวกับ $PM_{2.5}$ มีขนาดเล็กประมาณ 1 ใน 25 ส่วนของเส้นผม และลอยในอากาศได้นานและไกลถึง 1,000 กิโลเมตร มลพิษเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพของประชาชนที่อาศัยในบริเวณนั้น และนำไปสู่ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต

3.4.2 ผลกระทบของปรอทต่อสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และเด็กในพื้นที่ใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหิน

ปรอทเป็นธาตุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่พบในอากาศ น้ำ ดิน และพบในเชื้อเพลิงฟอสซิลด้วย ปริมาณปรอทที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหินและน้ำมัน เมื่อเชื้อเพลิงเหล่านี้ถูกเผาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าปรอทจะถูกปล่อยออกจากเชื้อเพลิงสู่อากาศ แหล่งมลพิษปรอทที่ปนเปื้อนในธรรมชาติ สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ (Chen & Dong, 2022) ได้แก่

1) โลหะปรอทหรือไอปรอท (Metallic Mercury หรือ Elemental Mercury) (Hg^0) เป็นสารปรอทประเภทอนินทรีย์ สามารถระเหิดกลายเป็นไอควันของสารปรอท ละลายน้ำได้น้อย สามารถเคลื่อนย้ายไปในชั้นบรรยากาศได้ไกล และอยู่ในบรรยากาศได้นานถึง 1-2 ปี เมื่อตกสะสมเข้าสู่แหล่งน้ำและดิน โดยผ่านกระบวนการตกสะสมแบบเปียกและตกสะสมแบบแห้ง เกิดการแพร่กระจายของสารปรอท

2) ไอออนของสารปรอท (Mercury Ion) (Hg^{2+}) เป็นสารปรอทอนินทรีย์ (Inorganic Mercury) เกิดเมื่อ Hg^0 ถูกออกซิไดซ์ในบรรยากาศทำให้ละลายน้ำได้ดีและสามารถทำปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ ในบรรยากาศได้ง่าย Hg^{2+} อยู่ในบรรยากาศได้นาน 3 วันถึง 3 สัปดาห์ สามารถควบแน่นหรือถูกดูดซับในอนุภาคกลายเป็นอนุภาคแขวนลอยของปรอท (Particulate Mercury; Hg_p) ได้ง่าย สามารถตกลงสู่พื้นและถูกชะล้างลงมากับฝนได้ง่ายกว่า Hg^0 ดังนั้น จึงถูกพัดพาไปจากแหล่งกำเนิดได้ไม่ไกลและเมื่อตกลงสู่ดินหรือแหล่งน้ำ อาจแปรสภาพเป็นสารประกอบอนินทรีย์ของปรอท (Inorganic Mercuric Salt) ได้แก่ เมอร์คิวริกคลอไรด์ (Mercuric Chloride; $HgCl_2$) เมอร์คิวรีไฮดรอกไซด์ (Mercury Hydroxide; $Hg(OH)_2$) และเมอร์คิวรีซัลไฟด์ (Mercury Sulphide; HgS)

3) สารปรอทอินทรีย์ (Organic Mercury) สามารถสังเคราะห์ขึ้นทางเคมีหรือเปลี่ยนรูปทางชีววิทยาโดยแบคทีเรีย มักอยู่ในรูป Methylmercury ($MeHg$) สามารถละลายน้ำได้ สามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารเกิดการสะสมสารประกอบปรอทอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิตและขยายความเป็นพิษเพิ่มขึ้น

การปนเปื้อนปรอทในห่วงโซ่อาหารเกิดได้จากการที่ปรอทอนินทรีย์ตกลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทั้งจากการตกสะสมแบบเปียกและแบบแห้งแล้วถูกแปรสภาพโดยกระบวนการทางชีวเคมีให้เป็นปรอทอินทรีย์ และเกิดการสะสมทางชีวภาพของปรอท กระบวนการนี้เรียกว่า “ไบโอแมกนิฟิเคชัน” (Biomagnification) เป็นกระบวนการที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำได้กินแบคทีเรียที่เป็นตัวย่อยสลายให้ปรอทอนินทรีย์เป็นปรอทอินทรีย์ (methylmercury) เข้าไป หรือแบคทีเรียเองเป็นตัวปล่อยปรอทอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วออกมาสู่แหล่งน้ำและเข้าไปสะสมอยู่ในแพลงก์ตอนที่มีสิ่งมีชีวิตอื่นหรือปลาตัวเล็กกินแพลงก์ตอนเข้าไปและมีการกินต่อกันเป็นทอด ๆ โดยปลาตัวใหญ่และปลาตัวใหญ่กว่า จนกระทั่งถูกสัตว์อื่นหรือมนุษย์เป็นผู้กินขั้นสุดท้าย เรียกว่ากระบวนการขยายทางชีวภาพ (Biomagnification) การสะสมทางชีวภาพลักษณะนี้ระดับปรอทจะเพิ่มสูงขึ้น ๆ ตามการกินกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร ความเข้มข้นของเมทิลเมอร์คิวรี ($MeHg$) ที่ถ่ายเทในแต่ละขั้นของห่วงโซ่อาหารจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ 5 เท่า ถึงกว่า 100,000 เท่า (Bigham, Murray, Masue-Slowey,

& Henry, 2017) โดยปลากินเนื้อมักพบระดับการสะสมปรอทสูงกว่าในปลาที่อยู่ในห่วงโซ่ที่ต่ำกว่า เช่น ปลากินทั้งเนื้อและพืช และปลากินพืชเท่านั้น เมื่อปรอทเข้าไปอยู่ในตัวปลาก็จะสะสมอยู่ตามเนื้อเยื่อของปลาทั้งชั้นไขมันและกล้ามเนื้อ การกำจัดออกจากร่างกายจะเกิดได้ช้ามากและจะสะสมไปเป็นเวลานาน ดังนั้นปรอทในสิ่งแวดล้อมจะคงอยู่นานและวนเป็นวัฏจักรตามวงจรชีวิตเคมีของปรอทจากการที่ปรอทปนเปื้อนในวงจรห่วงโซ่อาหาร แหล่งที่มาหลักของการสัมผัสเมทิลเมอร์คิวรีของมนุษย์ คือ การบริโภคปลาและหอย การศึกษาหลายเรื่องที่ผ่านมาสนับสนุนว่าแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของเมทิลเมอร์คิวรีในปลาทะเลมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นตามธรรมชาติและผลจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำอุตสาหกรรมและการทำโรงไฟฟ้าถ่านหิน นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าปลาน้ำจืดธรรมชาติใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหิน ก็ได้รับผลกระทบจากการสะสมของสารปรอทสูงกว่าค่าปกติในหลายประเทศทั่วโลก

ปัจจุบันผลกระทบจากปรอทในปริมาณสูงได้รับการยอมรับว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนทั่วไป และปรอทมีอันตรายต่อสุขภาพของเด็กโดยเฉพาะระบบประสาททั้งในระยะก่อนและหลังคลอด เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการพัฒนาของระบบประสาทส่วนกลางและการสร้างของเซลล์ประสาท ซึ่งจะส่งผลให้เด็กมีพัฒนาการล่าช้าโดยขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่เด็กได้รับปรอท ในช่วงทศวรรษปี พ.ศ. 2493 - 2503 มีหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบสำคัญของการได้รับสารเมทิลเมอร์คิวรีเรื้อรังก่อนคลอด ในประเทศญี่ปุ่น โรคมินามาตะซึ่งเป็นภาวะที่มารดาได้รับเมทิลเมอร์คิวรีจากอาหารทะเลที่ปนเปื้อนปรอทในปริมาณสูงในขณะตั้งครรภ์ มารดาอาจไม่มีอาการพิษจากสารปรอท แต่ทารกที่เกิดมาได้รับความผลกระทบอย่างรุนแรง โดยพบว่าทารกมีความบกพร่องทางพัฒนาการของระบบประสาท การรับรู้ทางประสาทและมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ความบกพร่องทางการมองเห็น การรับรส กลืนและการได้ยิน อาการชาและปวด ส่วนในประเทศอิตาลีพบว่าเด็กและผู้ใหญ่มีผลกระทบด้านสุขภาพจากการปนเปื้อนปรอทในข้าว หลังการรับประทานข้าวที่ปนเปื้อนเมทิลเมอร์คิวรีพบว่าทั้งเด็กมีอาการทางระบบประสาทต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากกว่า 6,500 ราย และเสียชีวิต 459 รายซึ่งมีอาการที่คล้ายกันในผู้ใหญ่ที่เกิดจากการรับประทานข้าวที่ปนเปื้อนสารปรอท การตรวจความเข้มข้นจาก 2 เหตุการณ์นี้ พบว่า ในประเทศญี่ปุ่นความเข้มข้นของเมทิลเมอร์คิวรีในปลาโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9 ppm ถึง 24 ppm ส่วนในประเทศอิตาลีผู้ป่วยที่มีอาการของระบบประสาทถูกประเมินว่าบริโภคเมทิลเมอร์คิวรีระหว่าง 200 มิลลิกรัม ถึง 1,000 มิลลิกรัม ในช่วงเวลาระหว่าง 1 ถึง 3 เดือน (ประมาณ 2 - 33 มิลลิกรัมต่อวัน)

สำหรับการศึกษาผลกระทบจากการสัมผัสปรอทในปริมาณต่ำ และระดับที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อทารกเด็กและทารกในครรภ์ ในพื้นที่เสี่ยงที่อาศัยใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหินยังมีหลักฐานและการศึกษาที่ยังสรุปค่อนข้างยากเพราะเป็นการได้รับปรอทในปริมาณน้อยแต่เรื้อรัง Amster & Lew Levy (2019) ทบทวนการวิจัยอย่างเป็นระบบเพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าถ่านหินที่มีต่อสุขภาพของเด็กทั่วโลกทั้งในประเทศพัฒนาและกำลังพัฒนา ในช่วง 20 ปี ระหว่าง ค.ศ. 1998-2018 การศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซของโรงไฟฟ้ามีผลกระทบต่อพัฒนาการทางระบบประสาทในเด็ก น้ำหนักแรกเกิด และความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ อย่างไรก็ตาม การวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีข้อจำกัดในการระบุผลกระทบของการปนเปื้อนปรอทจากโรงไฟฟ้าถ่านหินเนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นที่ต้องใช้เวลาระยะนานในการเห็นผลที่ชัดเจน ประกอบกับการมีตัวแปรแทรกซ้อนในการประเมิน เช่น เศรษฐฐานะทางสังคม ประชาชนที่อาศัยใกล้โรงไฟฟ้าส่วนใหญ่มีเศรษฐกิจฐานะทางสังคมน้อย และวิธีการประเมินการสัมผัสปรอทมีประเมินผลกระทบของมลพิษในภาพรวมและไม่วัดปริมาณสารพิษแต่ละชนิด อย่างไรก็ตาม การได้รับสารเมทิลเมอร์คิวรีเรื้อรังก่อนคลอดหรือหลังคลอด แม้มีปริมาณต่ำก็อาจมีผลต่อพัฒนาการของระบบประสาท ความบกพร่องในการเรียนรู้ การขาดสมาธิ ความวิตกกังวล และพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งผลกระทบดังกล่าวจะมีผลต่อคุณภาพชีวิตของเด็กในระยะยาว

การสัมผัสปรอทในหญิงตั้งครรภ์และเด็กสามารถสัมผัสได้ทั้งการหายใจและการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนปรอท การหายใจเอาปรอทความเข้มข้นต่ำ (แต่สูงกว่า 0.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เข้าไปในร่างกายเป็นระยะเวลาต่อเนื่องยาวนาน และการบริโภคเนื้อปลาปนเปื้อนปรอทอินทรีย์เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) อย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรังได้ โดยการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจจะทำให้ได้รับพิษที่มากถึงร้อยละ 80 ส่วนการกลืนกินสารปรอทเข้าสู่ร่างกายในรูปแบบของการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนปรอทในรูปของเมทิลเมอร์คิวรีจะรับสารพิษเข้าไปในร่างกายได้ถึงร้อยละ 95 เมื่อปรอทที่มีปริมาณต่ำเข้าสู่ร่างกายแต่รับสัมผัสต่อเนื่องยาวนาน ปรอทจะเข้าไปจับตัวกับเนื้อเยื่อสมองและไขสันหลัง กระทั่งกระทบระบบประสาทส่วนกลางทำให้เสียการควบคุมการเคลื่อนไหวของแขน ขา การพูด และยังทำให้ระบบประสาทรับรู้ความรู้สึกเสียไป เช่น การได้ยิน และการมองเห็น อันตรายเหล่านี้เมื่อเป็นแล้วไม่สามารถดูแลรักษาให้กลับมาทำงานได้ปกติเนื่องจากระบบประสาท ไขสันหลังและเนื้อเยื่อสมองถูกทำลาย การสะสมปรอท การรับสัมผัสปรอทอย่างต่อเนื่องยาวนาน ยังก่อให้เกิดโรคมินามาตะ โดยจะมีอาการทั่วไป ได้แก่ หายใจลำบาก หายใจติดขัด เจ็บแน่นหน้าอก มีไข้ พบอาการเหงือกอักเสบ มีเส้นสีเงินที่ขอบเหงือก เหงือกบวม และเลือดออกปากเป็นแผลอักเสบเรื้อรัง ซีฟจรदनอ่อน หัวใจเต้นผิดปกติ หงุดหงิดง่าย สูญเสียการรับรส สูญเสียการได้ยิน และการมองเห็น มีอาการซึมเศร้า บางครั้งพบน้ำลายฟูมปาก กล้ามเนื้อสั่นกระตุก มือเท้าหยิกงอ เป็นอัมพาต (WHO, 2018)

การรับสัมผัสปรอทจากเนื้อปลาในขณะตั้งครรภ์จะทำให้เกิดผลเสียต่อพัฒนาการทางสมองของทารก ปรอทที่มารดาบริโภคผ่านเนื้อปลาปนเปื้อนจะถ่ายเทสู่ทารกทางเลือดและรก ทำให้ปรอทเข้าไปกระทบการเจริญเติบโตของระบบประสาทของทารกในช่วงที่สมองกำลังสร้าง ทำให้เกิดความบกพร่องทางสติปัญญาอาจมีอาการปัญญาอ่อน และมีพัฒนาการที่ช้ากว่าเด็กวัยเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตในช่วง 3 ปีแรก (Clarkson & Magos, 2016) รกในหญิงตั้งครรภ์ไม่เป็นอุปสรรคต่อปรอทเนื่องจาก MeHg มีคุณสมบัติในการละลายไขมันและโครงสร้างไฮโดรคาร์บอนสายสั้นปรอทจึงสามารถผ่านรกได้อย่างรวดเร็ว (World Health Organization (WHO), 2018) และเข้าไปในเนื้อเยื่อที่เป็นเยื่อหุ้มต่าง ๆ ได้ง่าย จึงทำให้ทารกในครรภ์มีการสะสม MeHg ในปริมาณสูงขึ้นเรื่อย ๆ ได้ โดยปรอทสามารถสะสมในสมอง ตับ ไต หัวใจ และปอดมากกว่าผู้ใหญ่ถึง 1.8 - 4.0 เท่า (Bjorklund et al, 2019)

3.4.3 การศึกษาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนปรอทในต่างประเทศ

มลพิษทางอากาศถือเป็นหนึ่งในภัยคุกคามด้านสิ่งแวดล้อมที่ใหญ่ที่สุดต่อสุขภาพของมนุษย์ในปี พ.ศ. 2548 องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ออกแนวปฏิบัติด้านคุณภาพอากาศ (AQG) ระดับโลกฉบับแรกสำหรับฝุ่นละออง (PM) โอโซน (O₃) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และเมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2564 WHO ได้ปรับปรุง AQGs โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากงานวิจัย มีเป้าหมายเพื่อเสนอแนวทางช่วยลดระดับมลพิษทางอากาศเพื่อลดปริมาณมหาศาลภาระด้านสุขภาพอันเป็นผลจากการสัมผัสมลพิษทางอากาศทั่วโลก โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของแนวทางต่อไป

สำหรับมลพิษจากปรอท โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติหรือ United Nations Environment Programme (UN Environment หรือ UNEP) ได้ร่วมกับรัฐบาลประเทศต่าง ๆ องค์การระหว่างประเทศและองค์กรเอกชนจัดทำอนุสัญญามินามาตะว่าด้วยเรื่องปรอท (Minamata Convention on Mercury) โดยมีข้อสรุปว่า การลดความเสี่ยงเป็นแนวทางหลักในการดำเนินงานเพื่อจัดการสารปรอทระหว่างประเทศดำเนินการเพื่อปกป้องสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากการปลดปล่อยปรอทจากการกิจกรรมของมนุษย์ โดยมีผลบังคับในปี พ.ศ. 2560 ในปี พ.ศ. 2553 องค์การอนามัยโลกเผยแพร่ความรู้และมาตรการในการเฝ้าระวังและป้องกันเกี่ยวกับการสัมผัสส่วนประกอบของปรอทจากนโยบายและแนวทางของการป้องกันและเฝ้าระวังมลพิษดังกล่าว สามารถสรุปแนวทางหลักที่ให้ความสำคัญมุ่งเน้นการเฝ้าระวัง และป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็ก ดังนี้

- 1) การลดการปนเปื้อนมลพิษจากแหล่งต้นกำเนิดของกระบวนการผลิตด้านอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหินซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการปลดปล่อยมลพิษจากกิจกรรมของมนุษย์
- 2) การประเมินและติดตามปริมาณของมลพิษอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินผลการดำเนินงานและใช้ในการตัดสินใจ
- 3) การให้แนวทางในการแนะนำและให้คำปรึกษาในการป้องกันการสัมผัสมลพิษแก่ผู้มีส่วนได้เสียหญิงตั้งครรภ์และเด็ก

3.4.3.1 แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันมลพิษจากแหล่งต้นกำเนิด

การใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน เนื่องจากการเผาถ่านหินมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศและสุขภาพของคนในพื้นที่ใกล้เคียง การกำหนดมาตรฐานสำหรับการปล่อยมลพิษจากโรงไฟฟ้าถ่านหินและการใช้เทคโนโลยีที่สะอาดและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญที่องค์กรระหว่างประเทศอาจสนับสนุนเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน

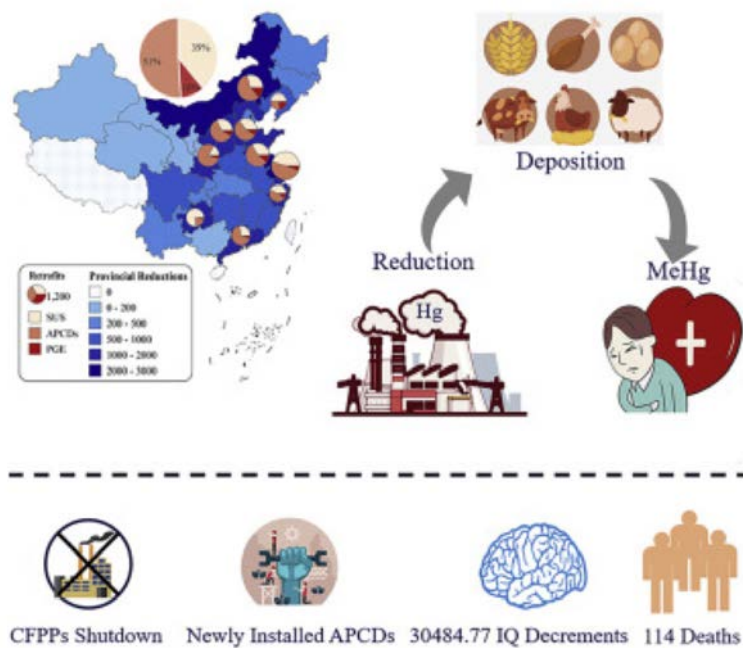
โรงไฟฟ้าถ่านหินเป็นหนึ่งในแหล่งที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นจากสถานที่เพียงไม่กี่แห่งทั่วโลกที่มีจุดที่มีการปล่อยก๊าซขนาดใหญ่จึงค่อนข้างง่ายต่อการตรวจสอบและควบคุม วิธีหนึ่งในการควบคุมมลพิษคือ การกำหนดความเข้มข้นของสารมลพิษที่โรงงานถ่านหินได้รับอนุญาตให้ปล่อยออกมาโดยใช้มาตรฐานการปล่อยก๊าซรวมกับการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการดักจับมลพิษ อย่างไรก็ตาม มาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและระดับการบังคับใช้นั้นแตกต่างกันอย่างมากทั้งในประเทศที่มีรายได้สูงและต่ำถึงปานกลาง

ประเทศจีน

ประเทศทั้งหมด 128 ประเทศ รวมทั้งจีน ให้สัตยาบันอนุสัญญาหมามาดะที่มีผลผูกพันทางกฎหมายในปี 2560 เพื่อลดสารปรอทที่มีพิษสูง (Hg) โดยมีเป้าหมายหลักที่โรงไฟฟ้าถ่านหิน นอกจากปรอทแล้ว โรงไฟฟ้าถ่านหิน ยังเป็นแหล่งสำคัญของการปล่อย CO₂ และมลพิษ เช่น PM_{2.5} SO₂ และ NO₂ การควบคุม CO₂ และมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ได้รับการจัดลำดับความสำคัญในวาระทางการเมืองระดับชาติของจีน เนื่องจากจีนเผชิญกับแรงกดดันที่เพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศในการลดการปล่อย CO₂ และปรับปรุงคุณภาพอากาศโดยรอบรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นของจีนได้ปรับปรุงโรงไฟฟ้าถ่านหิน ในบริบทของการปฏิวัติพลังงาน รัฐบาลจีนจึงมีนโยบายและออกกฎหมายเพื่อใช้บังคับในการสนับสนุนการลดการปล่อยสารปรอท มาตรการปรับปรุงดังกล่าวโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) การปิดระบบหน่วยขนาดเล็ก (SUS) ที่มุ่งเป้าไปที่หน่วยที่กำลังการผลิตน้อยกว่า 300 เมกะวัตต์
- 2) การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ (APCDs) ที่มีประสิทธิภาพในการลดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ PM_{2.5} SO₂ และ NO₂ และ
- 3) การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าผ่านการยกระดับเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการตรวจสอบตามมาตรการ

ในปี พ.ศ. 2563 Li และคณะ (2020) ศึกษาติดตามผลหลังจากประเทศจีนได้ดำเนินมาตรการปรับปรุงโรงไฟฟ้าถ่านหิน เพื่อลดมลพิษทางอากาศผ่านการปิดระบบโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ (air pollution control devices (APCD)) และการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า การศึกษานี้ได้ประเมินประโยชน์ต่อสุขภาพของการลดการปล่อยปรอทผ่านมาตรการควบคุมในระหว่างแผน 5 ปี (พ.ศ. 2554-2558) โดยการรวมปริมาณการปล่อยก๊าซในระดับโรงงานเข้ากับแบบจำลองการติดตามแหล่งที่มาของความเสี่ยงปรอทของจีน พบว่ามาตรการดังกล่าวลดการปล่อยก๊าซปรอทลงได้ 23.5 ตัน (ประมาณ 1/5 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงไฟฟ้าถ่านหินในปี 2553) ซึ่งป้องกันไม่ให้คะแนนรวมของเขาวนปัญญาของเด็กลดลง 30,484.77 จุด และเสียชีวิต 114 รายระหว่างปี 2554 ถึง 2558 ประโยชน์เหล่านี้เป็นผลจากการปิดระบบโรงไฟฟ้าถ่านหิน และการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ นอกจากนี้ยังพบว่าประโยชน์ต่อสุขภาพจากการลดการปลดปล่อยปรอทในภูมิภาคอื่น ๆ เนื่องจากมีมลพิษข้ามแดนไปยังมณฑลอื่น ผู้วิจัยเสนอแนะว่ากลยุทธ์สำคัญในการควบคุมปรอท ควรพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย ดังนี้ ตำแหน่งของโรงไฟฟ้าถ่านหินและความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เพื่อใช้พิจารณาแนวทางอย่างรอบคอบในการลดปริมาณของปรอท



ภาพที่ 3.3 มาตรการการควบคุมมลพิษที่ต้นกำเนิดของโรงไฟฟ้า (Li et al., 2020)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นผลของการใช้มาตรการที่สำคัญ ดังนี้ 1) การปิดระบบโรงไฟฟ้าที่ไม่ได้มาตรฐานมีส่วนสำคัญมากที่สุดที่ลดผลกระทบต่อสุขภาพ 2) การลดการปลดปล่อยปรอทก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพข้ามภูมิภาคอย่างมีนัยสำคัญ 3) กำหนดให้การประเมินผลกระทบด้านสุขภาพไว้ในนโยบายการลดปริมาณปรอทตามมาตรการการปรับปรุงโรงไฟฟ้า และแสดงให้เห็นว่าสามารถช่วยลดการเสียชีวิตที่เกี่ยวข้องกับปรอทได้ 114 รายในช่วงปี พ.ศ. 2554-2558

ประเทศสหรัฐอเมริกา

ประเทศสหรัฐอเมริกามีการกำกับและควบคุมมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม ภายใต้กฎหมายอากาศสะอาดฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 (Clean Air Act, 1990) มีผลบังคับใช้จนถึงปัจจุบันและเป็นแนวทางให้หลายประเทศในการดำเนินงาน ในการกำกับและควบคุมมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม 31 ดังนี้

1. กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศและดำเนินการ (Air standards and their implementation) สำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency: U.S. EPA) กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศทั่วไปของประเทศ (National Air Quality Standard: NAAQS)
2. กำหนดมาตรฐานการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด (New Source Performance Standards: NSPS) สำหรับควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดใหม่และแหล่งกำเนิดที่ปรับปรุงดัดแปลงในกิจการที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ
3. ปรับปรุงและจัดทำบัญชีรายชื่อสารมลพิษทางอากาศที่ต้องควบคุม
4. ปรับปรุงระบบการอนุญาตการประกอบกิจการด้านอุตสาหกรรม

ก่อนการประกาศมาตรการกำกับและควบคุมมลพิษ โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเป็นแหล่งปล่อยสารปรอททางอุตสาหกรรมเพียงแหล่งเดียวที่เหลือยู่และไม่ได้รับการควบคุมในสหรัฐอเมริกา ประเด็นเรื่องผลกระทบของปรอทต่อสุขภาพยังเป็นประเด็นอภิปราย โดยผู้ดำเนินการของโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมักยืนยันว่าเมทิลเมอร์คิวรีไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสำหรับการจำกัดการปล่อยมลพิษนั้นไม่น่าเชื่อถือ และการลดการปล่อยสารปรอทจากโรงไฟฟ้าในสหรัฐอเมริกามีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อระดับสิ่งแวดล้อม ในขณะที่นักวิชาการและผู้ได้รับผลกระทบยืนยันว่าการสัมผัสสารเมทิลเมอร์คิวรีจากปลากำลังทำลายระบบประสาทที่กำลังพัฒนาของทารก เด็ก และทารกในครรภ์ เทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมาก และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะลดความเสี่ยงและการสัมผัส (Kravchenko & Lyster, 2018) จนกระทั่งมีการลงนามกฎปรอทในอากาศสะอาดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2548

หน่วยงานการป้องกันและควบคุมมลพิษของสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency: EPA) กำหนดมาตรฐานการป้องกันปรอทและสารพิษในอากาศสำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน (Mercury and Air Toxics Standards for Coal-Burning Power Plants: MATS) เป็นกฎหมายที่กำหนดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณปรอทและสารพิษอื่น ๆ ที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มาตรฐานนี้ถูกกำหนดขึ้นในปี พ.ศ. 2555 ภายใต้กฎหมาย Clean Air Act ของสหรัฐอเมริกา MATS กำหนดข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติเพื่อลดการปล่อยปรอทและสารพิษอื่น ๆ จากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน โดยรวมถึงการจำกัดปริมาณปรอทในอากาศที่ปล่อยออกมาจากเหล่านี้ มาตรฐานเหล่านี้มีผลกระทบต่อการใช้เทคโนโลยีควบคุมมลพิษและการใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดขึ้นในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงระบบพลังงานสู่ทิศทางที่มีความยั่งยืนมากขึ้น ในอนาคต MATS มีเป้าหมายในการลดปริมาณปรอท ซึ่งเป็นสารพิษที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น ส่งผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดพัฒนาการสมองที่ปกติในเด็ก และมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและระบบทางเลือด นอกจากนี้ การลดปริมาณสารพิษอื่น ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินก็มีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ใกล้เคียงโรงไฟฟ้า การที่ MATS ถูกนำบังคับใช้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสำคัญในการลดการปล่อยมลพิษจากการใช้เชื้อเพลิงที่ยั่งยืนมากขึ้น มีการปรับเปลี่ยนให้เกิดการผลิตพลังงานที่สะอาดและมีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมในทุกประเทศในโลก

เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2024 EPA ประกาศปรับมาตรฐาน Mercury and Air Toxics Standards (MATS) for Coal-Fired Power Plants จากการทบทวน the 2020 Residual Risk and Technology Review (RTR) เพื่อเสริมมาตรฐานสารพิษปรอทและอากาศสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหินที่มีอยู่ให้เข้มงวดขึ้นโดยมีประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. กำหนดมาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เข้มงวดมากขึ้น รวมถึงการตรวจสอบและควบคุมความคุ้มค่าเพื่อลดมลพิษมากขึ้น
2. มาตรฐานใหม่จะลดการปลดปล่อยปรอท และโลหะหนักที่ไม่ใช่ปรอทของมลพิษทางอากาศอันตรายที่เป็นโลหะปรอทและโลหะไม่มีสารปรอท เช่น นิกเกิล สารหนู และตะกั่ว
3. มาตรฐาน MATS ใช้ร่วมกับมาตรฐานฝุ่นละอองที่สามารถกรองได้ (fPM) สำหรับโลหะที่ไม่ใช่สารปรอทโดยมีข้อกำหนดให้ใช้การตรวจและติดตามการปล่อยก๊าซที่ปลายปล่องอย่างต่อเนื่อง (CEMS) การใช้มาตรฐานและการตรวจติดตาม มาตรฐานในการทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มการคุ้มครองสุขภาพและให้ผู้ประกอบการและชุมชนเข้าถึงข้อมูลที่ดีขึ้นและทันต่อเหตุการณ์มากขึ้น มาตรฐาน fPM จะลดการปล่อยโลหะอันตรายและรับรองว่าโรงไฟฟ้าหรือหน่วยงานที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดจะลดการปล่อยก๊าซอยู่ในระดับที่สามารถแสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามข้อกำหนด CEMS หมายถึงข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องจะถูกเก็บรวบรวมทุกชั่วโมงโดยโรงไฟฟ้าถ่านหินทั้งหมดและจะมีการรายงานต่อสาธารณะเป็นระยะ ๆ เช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าถ่านหินทุกแห่งที่ใช้ CEMS สำหรับการปล่อย SO₂ และ NO_x
4. มาตรฐานปรอทเข้มงวดมากยิ่งขึ้นสำหรับถ่านหินลิกไนต์ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าโรงไฟฟ้าจากถ่านหินลิกไนต์มีมาตรฐานตรงตามมาตรฐานปรอทเช่นเดียวกันกับโรงไฟฟ้าถ่านหินชนิดอื่น
5. EPA มุ่งมั่นที่จะปกป้องชุมชนจากผลกระทบด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดจากพลังงานมลพิษจากโรงไฟฟ้า
6. มาตรฐานมีขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อให้รัฐบาล ผู้ดำเนินการและบริษัทพลังงานสามารถใช้ในการตัดสินใจด้านการลงทุนและการวางแผนการดำเนินงาน ในขณะเดียวกันก็สนับสนุนความสามารถของอุตสาหกรรมในการส่งมอบไฟฟ้าที่น่าเชื่อถือได้และราคาไม่แพง

EPA เผยแพร่การเปลี่ยนแปลงกฎที่สำคัญของ MATS ดังนี้

1. มาตรฐานฝุ่นละออง (PM) ที่ใช้เป็นตัวแทนสำหรับโลหะ HAP ที่ไม่ใช่สารปรอทและข้อกำหนดการสาธิตการปฏิบัติตามข้อกำหนด: มาตรฐานอนุภาคที่สามารถกรองได้ (fPM) ที่เข้มงวดยิ่งขึ้นที่ 0.010 lb/MMBtu โดยเข้มงวดขึ้น 67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน MATS ปี 2012 ที่ 0.030 lb/MMBtu
2. กำหนดให้ทุกโรงไฟฟ้าต้องใช้ระบบติดตามการปล่อยก๊าซ PM อย่างต่อเนื่อง (PMCEMS) เพื่อแสดงให้เห็นถึงการปฏิบัติตามข้อกำหนด: 0.010 lb/MMBtu คือขีดจำกัด fPM ต่ำสุดที่เป็นไปได้ โดยที่ PMCEMS สามารถให้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องและบังคับใช้ได้
3. มาตรฐานปรอท (Hg) สำหรับ EGU ที่ใช้ลิกไนต์ มีมาตรฐานการปล่อย Hg ที่เข้มงวดยิ่งขึ้นที่ 1.2 lb/TBtu ซึ่งเข้มงวดขึ้น 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน MATS ปี 2012 ที่ 4.0 lb/TBtu และกำหนด 1.2 lb/TBtu เป็นมาตรฐานที่ EGU ที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงลิกไนต์

มาตรฐานการควบคุมการปล่อยมลพิษจากโรงไฟฟ้านี้คาดว่าจะช่วยทำให้สุขภาพของชาวอเมริกันทุกคนดีขึ้นจากการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ลดความเสี่ยงจากภาวะหัวใจวาย มะเร็ง พัฒนาการล่าช้าในเด็ก และการปรับปรุงนี้มีความสำคัญต่อสุขภาพของกลุ่มเปราะบาง ได้แก่ เด็ก ชุมชนพื้นเมืองและคนผิวสี และผู้มีรายได้น้อยที่บริโภคปลาเป็นประจำ

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานควบคุมการปล่อยมลพิษจากโรงไฟฟ้า

มาตรฐาน	2012	2024
มาตรฐานฝุ่นละออง (PM)		
• มาตรฐานอนุภาคที่สามารถกรองได้ (fPM)	0.030 lb/MMBtu	0.010 lb/MMBtu
• ระบบติดตามการปล่อยก๊าซ PM อย่างต่อเนื่อง (PMCEMS)		0.010 lb/MMBtu
มาตรฐานปรอท (Hg)		
• ถ่านหินลิกไนต์	4.0 lb/TBtu	1.2 lb/TBtu
• ถ่านหินชนิดอื่น		1.2 lb/TBtu

มาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงไฟฟ้าถ่านหิน ตารางด้านล่างแสดงขีดจำกัดการปล่อยก๊าซที่ใช้กับโรงงานขนาดใหญ่ (ต่างกันจาก >50MW ถึง >500MW) นอกจากนี้ยังไม่ครอบคลุมถึงข้อยกเว้นทั้งหมดสำหรับโรงไฟฟ้าแต่ละชนิดหรือประเภทเฉพาะที่มีอยู่ในหลายประเทศ โดยค่าต่าง ๆ ถูกแปลงเป็นปริมาณออกซิเจนอ้างอิง 6% ซึ่งเป็นค่าพื้นฐานที่ใช้บ่อยที่สุด เช่น ในสหภาพยุโรปและจีน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล¹⁴ ทั้งนี้กฎหมายควบคุมการปลดปล่อยมลพิษอากาศในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย กำหนดค่าที่ยอมรับได้ของมลพิษ เช่น PM_{2.5} SO₂ NO₂ และ Hg₀ ทำให้มีระบบการบำบัด PM_{2.5} เช่น Electrostatic Precipitator (ESP) ระบบการบำบัด SO₂ เช่น Flue Gas Desulfurization (FGD) และระบบบำบัด NO₂ เช่น Selective Catalytic Reduction (SCR) และการดักจับปรอท เช่น ระบบ Activated Carbon Injection (ACI) เพื่อลดการปลดปล่อยมลพิษปรอทจากปลายปล่องโดยจะสามารถกำจัดปรอทออกได้ถึงร้อยละ 91 ถึง 98 อย่างไรก็ตามหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยยังไม่ได้การกำหนดค่ามาตรฐานปลายปล่องของปรอทโรงไฟฟ้าถ่านหิน

แม้ประเทศไทยปรับปรุงประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทั้งอากาศเสียจากโรงไฟฟ้า พ.ศ. 2566¹⁵ แต่ไม่มีการประกาศกำหนดค่ามาตรฐานปลายปล่องของปรอทสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหินที่เปิดดำเนินการอยู่ ซึ่งอาจทำให้โรงไฟฟ้าที่ติดตั้งทั้ง 3 ระบบ FGD SCR และ ESP แต่ไม่ได้ติดตั้ง ACI ที่จะสามารถลดการปลดปล่อยปรอทได้เพียงร้อยละ 70 ซึ่งหมายความว่าปรอทอีกร้อยละ 30 จะถูกปลดปล่อยจากการเผาถ่านหินสู่บรรยากาศ

¹⁴ Centre for Research on Energy and Clean Air. Comparison of coal power plant emissions standards. <https://energyandcleanair.org/comparison-of-coal-power-plant-emissions-standards/Accessed March 26 2024>.

¹⁵ ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทั้งอากาศเสียจากโรงไฟฟ้า พ.ศ. 2566. <https://citly.me/Ar9Gt> เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2567.

3.4.3.2 การศึกษาแนวทางการประเมินผลกระทบและเกณฑ์ค่าบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological marker, Biomarker)

ผลกระทบของมลพิษทางอากาศและปรอทจากโรงไฟฟ้าเป็นการสัมผัสในปริมาณต่ำแต่เรื้อรัง และระดับที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อทารก เด็ก และทารกในครรภ์ยังมีหลักฐานและการศึกษาที่ยังสรุปค่อนข้างยากทำให้แนวทางการประเมินและเกณฑ์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเพื่อประเมินผลกระทบและเฝ้าระวังแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ในปี พ.ศ. 2561 WHO (2010; 2018) ได้ให้แนวทางในการออกแบบการสำรวจเพื่อประเมินการสัมผัสสารปรอทของหญิงตั้งครรภ์โดยใช้การตรวจสอบทางชีวภาพในมนุษย์ (human biomonitoring) การเลือกกลุ่มเป้าหมายและตัวชี้วัดทางชีวภาพ การวางแผนการสำรวจ การเชิญชวนเข้าร่วมวิจัยและงานภาคสนาม การจัดการข้อมูลและการสื่อสารข้อมูล กลวิธีให้ชุมชนมีส่วนร่วม และข้อควรพิจารณาทางจริยธรรม แนวทางนี้ได้ถูกใช้เป็นแนวทางในการสำรวจประเมินการสัมผัสปรอทของหญิงตั้งครรภ์ในประเทศจีน กานา อินเดีย ศรีลังกา มอริเชียส และรัสเซีย และสามารถนำไปใช้สำหรับสำรวจติดตามตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารปรอทในมนุษย์ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้

- WHO แนะนำว่าประเทศที่ประชาชนมีการสัมผัสสารปรอทสูงควรจะทำการศึกษาแบบ high-exposure survey และ general population survey เพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับเปรียบเทียบหรือเพื่อพัฒนาค่าอ้างอิง “reference values” สำหรับการสัมผัสปกติ (typical exposure levels) ในกลุ่มประชากรทั่วไปของประเทศ
- ประชากรเป้าหมายคือมารดาที่เพิ่งคลอดบุตร โดยผู้ทำการสำรวจควรขอคำยินยอมในการเข้าร่วมวิจัยในขณะมาตรวจครรภ์ตามนัด สำหรับมารดาที่ไม่ได้มีการมาตรวจครรภ์ในช่วงสองสัปดาห์ก่อนคลอด ผู้ทำการสำรวจควรติดต่อมารดาที่โรงพยาบาลแม่และเด็กช่วงใกล้คลอดหรือหลังคลอด เกณฑ์สำหรับพิจารณาว่ามารดาสามารถเข้าร่วมการวิจัยและให้คำยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัยในช่วงที่คลอดได้มีดังนี้ 1) มีความเครียดระดับต่ำ ไม่กลัวการคลอด 2) มีความก้าวหน้าของกระบวนการคลอดปกติ 3) มารดาและทารกในครรภ์มีสภาพร่างกายปกติ 4. ไม่มีความปวดรุนแรง และ 5. ไม่มีอาการฉุกเฉิน
- ผู้เก็บรวบรวมข้อมูลควรเก็บรวบรวมข้อมูลการสัมผัสสารปรอทโดยใช้แบบสอบถามที่ได้มาตรฐานบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับขนาดร่างกาย เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง จากประวัติทางการแพทย์ และเก็บตัวอย่างเส้นผมตามมาตรฐานการปฏิบัติ (standard of practice) ตัวอย่างปัสสาวะและเลือดจากสะดือควรเก็บโดยบุคลากรทางการแพทย์ในเวลาที่เหมาะสม สถานที่สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นโรงพยาบาลแม่และเด็ก กรณีที่ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลจากมารดาหลังคลอดขณะอยู่ที่โรงพยาบาลแม่และเด็กสามารถที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลที่บ้านของมารดาหลังคลอดภายใน 2 สัปดาห์หลังคลอดได้
- การวิจัยแบบ randomized clustered design เหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาการสัมผัสปรอทของหญิงตั้งครรภ์ในกลุ่มประชากรทั่วไปและกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงที่จะสัมผัสสารปรอท เช่น บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยสารปรอทออกมาหรือในบริเวณที่มีการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารปรอทสูง เช่น บริเวณที่มีการบริโภคปลาสูงที่มีสารปรอทอินทรีย์ (methylmercury) เช่น หมู่บ้านชาวประมง เป็นต้น โดยควรให้ตัวแทนคนในพื้นที่และชุมชนเข้าร่วมในการศึกษาตั้งแต่แรก เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือในการสำรวจและสื่อสารอย่างเหมาะสมถึงพฤติกรรมสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ในการป้องกันการสัมผัสสารปรอท

- การเลือกกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มประชากรที่สัมผัสปรอทโดยทั่วไปควรให้ได้ตัวแทนของประชากรหญิงตั้งครรภ์โดยการสุ่มอย่างง่ายจากโรงพยาบาลแม่และเด็ก ขนาดตัวอย่างที่แนะนำคือ 250 คน โดยอาจจะสุ่มจากโรงพยาบาลแบบแบ่งชั้นตามที่ตั้งของโรงพยาบาลแม่และเด็ก สำหรับการศึกษาของกลุ่มประชากรที่มีการสัมผัสสารปรอทสูงในบริเวณที่มีการปล่อยสารปรอท จะสุ่มหญิงตั้งครรภ์ที่ทราบว่าหรือคาดว่าจะมีการสัมผัสสารปรอทในระดับสูง
- ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่แนะนำให้ตรวจคือ ระดับปรอทในเส้นผม ในปัสสาวะ และเลือดจากสายสะดือ โดยดำเนินการตามมาตรฐานการปฏิบัติของ WHO กรณีที่หญิงตั้งครรภ์ได้รับการเชิญชวนให้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากคลอดบุตรแล้ว อาจจำเป็นต้องเก็บเลือดจากสะดือและปัสสาวะไว้ก่อนที่จะเชิญชวนให้เข้าร่วมในการวิจัย กรณีที่หญิงมารดาหลังคลอดคนใดมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเข้าหรือไม่ประสงค์จะเข้าร่วมในการวิจัย จึงค่อยทิ้งตัวอย่างเส้นผม ปัสสาวะ และเลือด ที่เก็บไว้ ตัวอย่างทางชีวภาพที่เก็บรวบรวมไว้จะถูกส่งไปตรวจในห้องปฏิบัติการเฉพาะในรายที่ยินยอมเข้าร่วมในการวิจัยเท่านั้น
- การเก็บตัวอย่างทางชีวภาพที่สะท้อนการสัมผัสปรอทในทารกในครรภ์ คือ การตรวจปรอทในเส้นผมของมารดา ซึ่งมีงานวิจัยสนับสนุนว่าปรอทสะสมในเส้นผม (ที่อยู่ใกล้กับหนังศีรษะ) เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สะท้อนการสัมผัสปรอทของทารกในครรภ์ นอกจากนี้ปรอทในเส้นผมมีความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสปรอทในระยะตั้งครรภ์และผลกระทบต่อระบบประสาทในระยะยาวของเด็ก นอกจากนี้การตรวจปรอทในเส้นผมยังเป็นวิธีการตรวจที่ไม่รุกรานเข้าสู่ร่างกายที่เก็บตัวอย่างได้ด้วยวิธีง่าย ๆ การเตรียมผู้เก็บรวบรวมตัวอย่างเส้นผม ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และการเก็บและขนส่งตัวอย่างเส้นผมไปตรวจในห้องปฏิบัติการเพียงใส่ถุงพลาสติกใสที่ปิดมิดชิดหรือเก็บในซองกระดาษที่อุณหภูมิห้อง การสำรวจระดับปรอทในเส้นผมได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในการศึกษาการสัมผัสปรอทอินทรีย์ (methylmercury) จากการบริโภคปลา
- เลือดจากสายสะดือ (cord blood) สามารถเก็บตัวอย่างโดยพยาบาลหลังจากที่เด็กคลอดออกมาแล้วไม่ทำให้มารดาหรือทารกเจ็บปวด ระดับปรอทในเลือดจากสายสะดือสะท้อนการสัมผัสปรอทของทารกในครรภ์ วิธีการเก็บตัวอย่างเลือดจากสะดือให้ปฏิบัติตาม SOP ที่แนะนำโดย WHO (2018)
- ปัสสาวะของหญิงหลังคลอดเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการตรวจหาระดับปรอทที่ไม่รุกรานเข้าสู่ร่างกายและเก็บรวบรวมได้ง่าย อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของปรอทอาจขึ้นอยู่กับสารองค์ประกอบที่อยู่ในปัสสาวะ ดังนั้น ระดับของครีเอตินินหรือค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะจึงควรมีการตรวจร่วมด้วยการรายงานผลของระดับปรอทในปัสสาวะ จะปรับตามระดับของครีเอตินินหรือความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ ภาชนะสำหรับใส่ปัสสาวะส่งตรวจต้องไม่มีสารเคมีอื่นปนเปื้อน วิธีการเก็บปัสสาวะควรปฏิบัติตามข้อแนะนำมาตรฐานการปฏิบัติของ WHO39
- ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางการแพทย์ของมารดาและทารก ดังต่อไปนี้ โรคและสภาวะสุขภาพตามรหัส ICD-10 ขณะตั้งครรภ์และคลอด, nephropathies, polyneuropathy และ encephalopathy, ภาวะแทรกซ้อนของการคลอด และ น้ำหนัก ความยาว รอบหัว รอบอกของทารก ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหามาตรการป้องกันต่อไป

- แบบสอบถามสำหรับใช้สัมภาษณ์หญิงตั้งครรภ์/มารดาหลังคลอดในวันที่เก็บตัวอย่างผม ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ
 - » ส่วน A รวบรวมข้อมูลทั่วไป น้ำหนัก ส่วนสูง รอบเอว เชื้อชาติ ระดับการศึกษาของครอบครัว และสถานะทางเศรษฐกิจสังคม
 - » ส่วน B เน้นสอบถามเกี่ยวกับเส้นทางที่ปรอทเข้าสู่หญิงตั้งครรภ์ แบ่งเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย:
 - 1) การสัมผัสปรอทจากอาชีพ
 - 2) การสัมผัสปรอทจากสิ่งแวดล้อมของที่อยู่อาศัย
 - 3) วิธีการดำเนินชีวิตและการดูแลส่วนบุคคล (เช่น พฤติกรรมการสูบบุหรี่) และ
 - 4) การบริโภคอาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ
- ผลกระทบของสารปรอทต่อสุขภาพขึ้นกับรูปแบบของปรอทและระดับการสัมผัส การสูดไอปรอทอาจทำให้เกิดความผิดปกติที่ไตอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรัง ประชาชนที่สัมผัสสารปรอทอนินทรีย์และอินทรีย์เป็นเวลานานและในระดับความเข้มข้นที่สูงมีโอกาสเกิดอาการทางระบบประสาท สำหรับหญิงที่ตรวจพบสารปรอทในปัสสาวะในปริมาณสูง แนะนำให้ส่งไปพบแพทย์เพื่อตรวจการทำหน้าที่ของระบบทางเดินปัสสาวะ สำหรับหญิงที่ตรวจพบปริมาณปรอทสูงในเส้นผมและเลือด แนะนำให้ส่งไปพบแพทย์ทางระบบประสาทสมอง ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นกับความสมัครใจที่จะไปพบแพทย์ของหญิงที่ศึกษาด้วย ในมารดาที่ได้รับการยืนยันว่ามีระดับการสัมผัสสารปรอทสูง จำเป็นจะต้องตรวจตามนัดต่อเนื่องหรือไม่พิจารณาเป็นกรณี ไปการวินิจฉัยเพิ่มเติมถึงแหล่งที่มีความเป็นไปได้ที่จะสัมผัสสารปรอท ควรดำเนินการก่อนที่จะสื่อสารความเสี่ยงและวางแผนเพื่อหาแนวทางในการป้องกัน ทารก/เด็กที่คลอดจากมารดาที่ตรวจพบว่ามีปริมาณของสารปรอทสูงมากภายใน 3 เดือนหลังคลอดบุตร ควรมีการเฝ้าระวังพัฒนาการทางระบบประสาทและการรู้คิด (neurological and cognitive development surveillance) โดยอาจจะกำหนดกรอบการติดตามเฝ้าระวังตามโปรแกรมเฝ้าระวังปกติในทารกที่ปฏิบัติอยู่

อย่างไรก็ตาม ยังสรุปได้ยากว่าปริมาณเท่าใดจึงจะมีผลกระทบของทารกในครรภ์และเด็ก ตารางด้านล่าง เป็นข้อมูลสรุปค่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของหน่วยงาน/องค์กรของต่างประเทศ

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ค่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในมนุษย์เพื่อประเมินการสัมผัสปรอทในเด็กและหญิงตั้งครรภ์

Biomarker	(UBA) HBM-I	(UBA) HBM-II	NRC (US EPA)	JECFA	Bellanger et al	EFSA	WHO	BC
Total Hg in Urine	7 µg/L (5 µg/g creatinine) 0.4 µg/L	25 µg/L (20 µg/g creatinine)						
Total Hg in Blood	5 µg/L	15 µg/L	2 µg/L			1 µg/g	5 - 10 µg/L	8 µg/L
MeHg in Hair	5 µg/L		1 µg/g	2.3 µg/g	0.58 µg/g	1.9 µg/g	5 µg/L	
Total Hg cord blood			5.8 µg/L				5-6 µg/L	
Total Hg maternal blood			3.5 µg/L				4 - 5 µg/L	8 µg/L

เนื่องจากปรอทมีหลายรูปแบบมีความจำเป็นที่ต้องเข้าใจลักษณะของปรอทแต่ละประเภท ตารางที่ 3.3 และ 3.4 เป็นการอธิบายพิษวิทยาของปรอทแต่ละชนิดข้อมูลสำหรับพิจารณาในการตัดสินใจว่าควรประเมินการปนเปื้อนปรอทประเภทใด

ตารางที่ 3.3 พิษวิทยาของปรอทแต่ละชนิด (Toxicological features of mercury (Hg) species) (Ruggieri, Majorani, Domanico, & Alimonti, 2017; Boerleider et al., 2017).

	Organic Mercury	Elemental Mercury (Hg ⁰)	Inorganic Mercury (Hg ⁺ ; Hg ²⁺)
แหล่งปนเปื้อน	- MeHg: อาหาร (ปลา, ข้าว) - EtHg: ยาปฏิชีวนะและยาต้านเชื้อราในวัคซีน	- ไอปรอทจากมารดาอุดฟันที่มี amalgam (50% เป็น Hg⁰) - การสัมผัสโดยบังเอิญจากอุปกรณ์การแพทย์หรือวิทยาศาสตร์ที่มีปรอท - วัสดุต่าง ๆ ที่มีปรอทปนเปื้อน	- การใช้เครื่องสำอางที่มีปรอท - วัคซีน น้ำนมมารดา

	Organic Mercury	Elemental Mercury (Hg ⁰)	Inorganic Mercury (Hg ⁺ ; Hg ²⁺)
การดูดซึม	• Oral: MeHg ทางเดินอาหาร (95%) • Transdermal: EtHg จากการรับวัคซีน (100%) • Inhalation: หายใจผ่านทางไอระเหยของ MeHg	• Oral: metallic Hg ในระบบทางเดินอาหารที่เปลี่ยนมาเป็น mercuric sulfide • Dermal: ดูดซึม Hg⁰ ผ่านทางผิวหนังเด็ก • Inhalation: หายใจรับไอปรอท (70 - 85%)	• Oral: การดูดซึมผ่านทางระบบทางเดินอาหารจากน้ำนมมารดาในทารกหรือการดื่มน้ำในเด็ก • Dermal: ดูดซึมผ่านผิวหนังเด็ก • Inhalation: ฟั่นละอองจาก Hg salts
การแพร่กระจาย	• MeHg จากทางเดินอาหารไปยังกระแสเลือด • MeHg ผ่าน blood-brain or placental barrier	• หลังการดูดซึมผ่านระบบทางเดินหายใจเข้าปอดและเข้าสู่กระแสเลือดและสามารถผ่านเข้าสมองและรก	• ผ่านทางระบบทางเดินอาหารไปยังกระแสเลือดและอวัยวะต่าง ๆ และดูดซึมเข้าเม็ดเลือดแดงและพลาสมา
Biotransformation (metabolism)	• MeHg มีปริมาณคงที่ในร่างกายแต่ intestinal flora, tissue macrophages, and fetal liver เปลี่ยนเป็น inorganic Hg • EtHg จะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว	• โลหะปรอทจะถูก oxidized เป็น mercuric Hg ในเม็ดเลือดแดง	• Mercuric Hg จะถูกเปลี่ยนเป็น elemental Hg (rat study)
การขับออก	• MeHg ขับออกทางอุจจาระ (~90%) ในรูป inorganic Hg ถูกขับออกทางน้ำนม • ประมาณ 1% น้ำหนักตัวมนุษย์ขับปรอทในแต่ละวัน • MeHg มีครึ่งชีวิตประมาณ 45 - 90 วัน	• ไอปรอทถูกขับออกทางเหงื่อและน้ำลาย หากเปลี่ยนเป็นรูป mercuric Hg ขับออกทางอุจจาระและปัสสาวะ • ประมาณมากกว่า 1% ของน้ำหนักมนุษย์ปรอทจะถูกขับออกในแต่ละวัน • อายุครึ่งชีวิตประมาณ 58 วัน	• Inorganic Hg ถูกขับออกทางปัสสาวะ น้ำลาย น้ำดี เหงื่อหายใจออกและน้ำนม • อายุครึ่งชีวิตประมาณ 49 - 96 วัน
อวัยวะที่ได้รับผลกระทบ	• MeHg and EtHg: สมอง ทารกในครรภ์ ระบบประสาทส่วนกลางหัวใจ หลอดเลือด ระบบสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกัน	• ระบบประสาทส่วนกลาง ไต ปอดและผิวหนัง	• มีมากที่สุดที่ไตในกรณีปนเปื้อนมากมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและผิวหนัง

ตารางที่ 3.4 พิษวิทยาของปรอทแต่ละชนิด (Toxicological features of mercury (Hg) species) (Ruggieri, Majorani, Domanico, & Alimonti, 2017; Boerleider et al., 2017).

	Organic Mercury (MeHg, EtHg)	Elemental Mercury (Hg ⁰)	Inorganic Mercury (Hg ⁺ , Hg ²⁺)
แหล่งปนเปื้อน	• อาหาร (ปลา สัตว์น้ำ ข้าว)	• อุดฟันที่มี amalgam (50% เป็น Hg⁰) • อุปกรณ์การแพทย์หรือ วิทยาศาสตร์/วัสดุที่มีปรอท/ปนเปื้อนปรอท	• เครื่องสำอางที่มีปรอท • วัคซีน • น้ำนมมารดา
การดูดซึม	• ระบบทางเดินอาหาร (95%) • การหายใจ	• การหายใจรับไอปรอท (70 - 85%) • ทางเดินอาหาร • ทางผิวหนัง	• ระบบทางเดินอาหารจาก น้ำนมมารดา/ดื่มน้ำ • ดูดซึมผ่านผิวหนัง • ทางเดินหายใจ
การแพร่กระจาย	• ดูดซึมผ่านทางเดินอาหารไปยังกระแสเลือด • ละลายไขมันได้ดี • สามารถผ่าน the blood-brain or placental barrier	• ดูดซึมผ่านระบบทางเดิน/หายใจเข้าปอดและเข้าสู่กระแสเลือดและสามารถผ่านเข้าสมองและรก	• ผ่านทางระบบทางเดินอาหารไปยังกระแสเลือดและอวัยวะต่าง ๆ และดูดซึมเข้าเม็ดเลือดแดงและพลาสมา
การขับออก	• อุจจาระ (90%) • ประมาณ 1% น้ำหนักตัว/วัน	• เหงื่อและน้ำลาย • ประมาณ >1% ของน้ำหนักตัว/วัน	• ปัสสาวะ น้ำลาย น้ำดี เหงื่อ • หายใจออกและน้ำนม • ประมาณ 1% น้ำหนักตัว/วัน
อายุครึ่งชีวิต	• ประมาณ 45 - 90 วัน	• ประมาณ 58 วัน	• ประมาณ 49 - 96 วัน
อวัยวะที่ได้รับผลกระทบ	• สมองของทารกในครรภ์ • ระบบประสาทส่วนกลาง • หัวใจหลอดเลือด • ระบบสืบพันธุ์และระบบภูมิคุ้มกัน	• ระบบประสาทส่วนกลาง • ไต ปอดและผิวหนัง	• ไต • ในกรณีปนเปื้อนมากมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและผิวหนัง

ตารางที่ 3.5 ลักษณะและข้อมูลเฉพาะของการตรวจชีวภาพของปรอท

การตรวจ	การปนเปื้อน	ตรวจประเภทปรอท	ข้อจำกัด
การตรวจเลือด มารดา	Short term exposure	- Total Hg เหมาะสมในการประมาณการปนเปื้อน MeHg (มารดาบริโภคปลาประจำ) - Total Hg ในเม็ดเลือดแดงเพื่อตรวจการปนเปื้อน MeHg จะแม่นยำมากขึ้น (ขั้นตอนจะใช้เวลาเพิ่มขึ้น)	- รุกรล้ำร่างกาย - ยุ่งยากในการจัดเก็บและขนส่ง
ตรวจสายสะดือ	Middle term exposure	- Total Hg ใช้ประเมินระดับความเข้มข้น MeHg ในอวัยวะเช่น สมองทารก - Total Hg ใช้ประเมินการปนเปื้อนในทารกในครรภ์ได้นานกว่าเลือดมารดา	- Total Hg ไม่ได้ให้ข้อมูลการปนเปื้อนที่ผันแปรในช่วงตั้งครรภ์ - การเก็บและการขนส่งยุ่งยาก
ตรวจผม	Long-term exposure	- ไม่รุกรล้ำร่างกายและง่ายในการเก็บ - Total Hg เหมาะสมในการประมาณการปนเปื้อน MeHg (มารดาบริโภคปลาประจำ)	- ต้องการระบบการประกัน/ควบคุมคุณภาพ (แยกจากการปนเปื้อนภายนอก) - อัตราการหายของผมในแต่ละคนอาจไม่เท่ากัน
เล็บ	Long-term exposure	- ง่ายและไม่รุกรล้ำร่างกาย - ง่ายในการเก็บ - สามารถใช้ประเมินการปนเปื้อนเรื้อรัง	- ต้องการระบบการประกัน/ควบคุมคุณภาพ (แยกจากการปนเปื้อนภายนอก) - บางครั้งเล็บอาจมีก่ปนเปื้อนภายนอก
เนื้อเยื่อของสาย สะดือ	Middle term exposure	- ง่ายและไม่รุกรล้ำร่างกาย - Total Hg เป็นการประเมินการปนเปื้อนในไตรมาส 3	- ไม่สามารถใช้ในการประเมินปนเปื้อนระยะสั้น - การประเมินโดยใช้ total Hg แห่งมีความแม่นยำกว่าแต่อาจใช้เวลามากขึ้น
น้ำนม	Long-term exposure	Total Hg ใช้ประเมินการปนเปื้อนของมารดาในอดีตและใช้ทำนายการปนเปื้อนให้ทารกจากการให้นมมารดา	การประเมิน MeHg ต้องการการวิเคราะห์ที่เฉพาะเจาะจง

นอกจากนี้ ปี พ.ศ. 2564 WHO กำหนดระดับของค่าปรอทในสิ่งแวดล้อมดังนี้ ปริมาณปรอทน้ำไม่เกิน 6 µg/L สำหรับปรอทอนินทรีย์และอากาศไม่เกิน 1 µg/m³ (ค่าเฉลี่ยต่อปี) และกำหนดระดับของปริมาณปรอทที่ร่างกายรับได้ ดังนี้ 1) การสูดดมไอปรอทในระยะยาวที่ยอมรับได้คือ 0.2 µg/m³ และ 2) ปริมาณปรอททั้งหมดที่ยอมรับได้คือ 2 ไมโครกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อวัน

สำหรับคำแนะนำและเกณฑ์อ้างอิงในการบริโภคปลารายสัปดาห์ โดยเน้นกลุ่มเป้าหมายสำคัญคือกลุ่มเด็กเป็นพิเศษและมีความเสี่ยงในการสัมผัสได้โดยตรงจากการกินปลาที่ปนเปื้อนเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมทางชีวภาพในปลาและบริโภคโดยหญิงตั้งครรภ์ ที่อาจมีผลกระทบต่อการพัฒนาระบบประสาทของทารกในครรภ์ได้ ดังนี้

- ปี พ.ศ. 2546 คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญร่วมด้านวัตถุเจือปนอาหารของ FAO/WHO (JECFA) ได้จัดตั้งกฎเกณฑ์ สำหรับการได้รับสารเมทิลเมอร์คิวรีในอาหารที่ยอมรับได้ คือ ปริมาณ 1.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ เพื่อป้องกันผลกระทบต่อระบบประสาทของทารกในครรภ์
- ปี พ.ศ. 2549 JECFA ชี้แจงว่าสำหรับผู้ใหญ่ปริมาณการรับเมทิลเมอร์คิวรีที่ยอมรับได้และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทได้ คือ ประมาณ 2 เท่าต่อสัปดาห์ แต่สำหรับเด็กอายุไม่เกินประมาณ 17 ปี มีข้อมูลไม่เพียงพอในการสรุปได้จึงแนะนำให้ใช้ตามคำแนะนำเช่นเดียวกับหญิงตั้งครรภ์ที่ประกาศในปี พ.ศ. 2546
- ปี พ.ศ. 2053 JECFA กำหนดปริมาณปรอทอินทรีย์ที่ยอมรับได้รายสัปดาห์ ไม่เกิน 4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว สำหรับการสัมผัสสารปรอทรวม (Total Mercury) จากอาหารอื่น

3.4.3.3 การให้แนวทางและคำแนะนำในการป้องกันผลกระทบสุขภาพจากปรอท

การศึกษาวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาสนับสนุนว่าการตรวจพบสารปรอทในห่วงโซ่อาหาร เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ต้องมีคำแนะนำในการบริโภคปลา โดยมีคำแนะนำเกี่ยวกับรายชื้อปลาแห่งชาติของ EPA ในปี 2010 และคำแนะนำที่เฉพาะสำหรับพื้นที่ของแต่ละรัฐ ในการพัฒนานำคำแนะนำเกี่ยวกับการบริโภคปลาของแต่ละรัฐจะมีการติดตามปริมาณสารปรอทในปลาสายพันธุ์ต่าง ๆ จากแหล่งน้ำและอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการเลือกรับประทานปลา

ตัวอย่างการพัฒนาแนวทางเฝ้าระวังฯ ในแถบ Great Lakes ซึ่งเป็นแหล่งทะเลสาบน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในโลก เป็น 1 ใน 5 ของปริมาณน้ำผิวดินของโลกและ 9 ใน 10 แหล่งน้ำของสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วยทะเลสาบใหญ่ 5 แห่ง (Erie, Ontario, Huron, Michigan, and Superior) ของ 8 รัฐโดยรอบ (Illinois, Indiana, Michigan, Minnesota, Ohio, Pennsylvania, New York, and Wisconsin) นอกจากเป็นแหล่งน้ำและอาหาร Great Lakes ยังเป็นสถานที่ในการพักผ่อนหย่อนใจ ในปี พ.ศ. 2549 มีประชาชนในพื้นที่มากกว่า 11 ล้านคน (Boerleider et al, 2017) ซึ่งเป็นเด็ก 2.5 ล้านคน ที่บริโภคปลาใน Great Lakes มีการศึกษาพบผลกระทบจากมลพิษของสารปรอทในภูมิภาค “Great Lakes” ที่เรียกว่า “Great Lakes Mercury Connections: The Extent and Effects of Mercury Pollution in the Great Lakes Region” ที่ออกโดยสถาบันวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพและคณะกรรมการ Great Lakes พบว่าขอบเขตและขนาดของมลพิษของสารปรอทในพื้นที่ Great Lakes มากกว่าที่รายงานไว้อย่างมาก รายงานรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาวิจัยที่มีการทบทวนวรรณกรรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 35 เรื่อง โดยอิงจากผลงานของนักวิทยาศาสตร์ 170 คนและผู้เชี่ยวชาญอื่น ๆ ที่ใช้การตรวจวัดสารปรอทมากกว่า 300,000 ครั้ง และตัวอย่างจากปลา นก และสัตว์ป่าอื่น ๆ 45,000 ตัวอย่าง เพื่อประเมินผลกระทบ การศึกษาพบว่าปลา 6 ชนิดจาก 15 สายพันธุ์ที่นิยมบริโภคและมีระดับสารปรอทเกินคำแนะนำของ EPA

ปลานักล่า เช่น ปลาวอลเลย์ (walleye) และปลาเทราต์ทะเลสาบ โดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณสารปรอทสูงกว่าปลาตัวเล็กเพราะว่าเป็นปลาที่อยู่ในระดับสูงในห่วงโซ่อาหาร ปลาวอลเลย์เป็นหนึ่งในสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสำหรับการตกปลาในพื้นที่ Great Lakes คำแนะนำเกี่ยวกับปลาครอบคลุมมากกว่าปลานักล่าอันดับต้น ๆ และปลาที่มีขนาดหรือน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดเท่านั้น เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วปลาที่ใหญ่กว่าจะมีอายุมากกว่ากินปลาตัวเล็กมากกว่าและมีแนวโน้มที่จะสะสมสารปรอทมากกว่า มีปลาจำนวน 15 สายพันธุ์ ที่นิยมรับประทานจาก Great Lakes ที่มีความเข้มข้นของปรอทซึ่งเกินกว่าระดับที่กลุ่มงานที่ปรึกษาสำหรับปลา Great Lakes ให้คำแนะนำไว้ (แนะนำปริมาณอ้างอิงเมทิลเมอร์คิวรีที่ 0.05 ส่วนต่อล้านส่วน (ppm))

อย่างไรก็ตาม การศึกษาพบว่าผู้บริโภคปลาใน Great Lakes เพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้นที่ตระหนักถึงคำแนะนำในการบริโภคปลา ผู้หญิงและชนกลุ่มน้อยมักไม่ค่อยตระหนักถึงคำเตือนดังกล่าว สำหรับกลุ่มชนพื้นเมืองอเมริกันบางกลุ่มที่บริโภคปลาเป็นประจำ/วัฒนธรรม/วิถีชีวิต ดังนั้นจำเป็นต้องมีมาตรฐานแห่งชาติเพื่อลดการปล่อยปรอทและมลพิษโดยการควบคุมมลพิษทางอากาศด้วย มาตรฐานสารปรอทและอากาศเป็นพิษ (Mercury and Air Toxics Standards for Coal-Burning Power Plants (MATS)) จึงมีความสำคัญมากในการกำหนดมาตรฐานเพื่อป้องกันการปล่อยมลพิษที่ต้นกำเนิด และกำกับติดตามการปล่อยมลพิษ ร่วมกับการให้คำแนะนำประชาชนในการป้องกันตนเองโดยเฉพาะในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบสูงได้แก่ หญิงตั้งครรภ์และเด็ก คณะกรรมการจัดทำโครงการควบคุมการปล่อยสารปรอทในชั้นบรรยากาศในอนาคต โดยคาดหวังว่าจะลดความเข้มข้นของสารปรอทในห่วงโซ่อาหาร ทั้งในปลา สัตว์ป่า และผู้คนในภูมิภาค Great Lakes เพื่อให้คำแนะนำแก่สาธารณชนว่าปลาชนิดใดปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยที่จะรับประทาน คำแนะนำเหล่านี้แนะนำให้จำกัดการบริโภคปลาบางสายพันธุ์ (และมักจะเน้นเรื่องขนาด/ปริมาณ) สำหรับประชาชนทั่วไปหรือกลุ่มเปราะบาง โดยทั่วไปคำแนะนำจะรวมคำแนะนำในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นของสารปรอทที่มีอยู่ เป็นคำเตือน “ห้ามรับประทาน” หรือ “จำกัดการบริโภค” สำหรับมีอาหารต่อรายสัปดาห์หรือต่อเดือน ระดับคำเตือนมักจะใช้กับผู้บริโภคประเภทต่าง ๆ เช่น 1) ทุกคน 2) ผู้หญิงวัยเจริญพันธุ์และเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี 3) ผู้หญิงที่มีอายุมากกว่าวัยเจริญพันธุ์และผู้ชายอายุมากกว่า 15 ปี

นอกจากนี้สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) คาดการณ์ว่าการมีเงื่อนไขด้านการเงินกับค่าใช้จ่ายในการควบคุมมลพิษ ร่วมกับการมีกฎเกณฑ์/มาตรฐานจะส่งผลให้เห็นประโยชน์ด้านสาธารณสุขอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านประโยชน์ต่อสุขภาพของ MATS คาดว่าจะมีมูลค่า 37 ถึง 90 พันล้านดอลลาร์ในปี 2559 เพียงปีเดียว (อ้างอิงจากดอลลาร์ในปี 2550) และเมื่อเปรียบเทียบแล้ว ต้นทุนหลังการดำเนินการคาดว่าจะมีมูลค่าเพียง 9.6 พันล้านดอลลาร์/ปี

FDA และ EPA ได้ออกคำแนะนำแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับชาวอเมริกัน และมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และเผยแพร่ฉบับล่าสุด (US Food and Drug Administration (FDA), 2024) หญิงที่อาจตั้งครรภ์หรือกำลังตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร ตลอดจนพ่อแม่และผู้ดูแลที่ให้นมลูก เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกประเภทปลาที่มีคุณค่าทางโภชนาการและปลอดภัยในการรับประทาน คำแนะนำนี้สนับสนุนคำแนะนำของแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับชาวอเมริกัน นอกจากนี้ FDA มีการสำรวจอาหารเพื่อใช้ประมาณการบริโภคเฉลี่ยต่อวันประมาณ 0.8 ไมโครกรัม ซึ่งกลุ่มชาติพันธุ์บางกลุ่มและนักตกปลาที่บริโภคปลาที่จับได้ในท้องถิ่นอาจได้รับสารเมทิลเมอร์คิวรีที่สูงกว่าค่าเฉลี่ย หากปลาเหล่านั้นมีการปนเปื้อน

นอกจากการให้คำแนะนำเรื่องการรับประทานปลาแล้ว สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) ยังมีโครงการ Closer to Zero โดยมีเป้าหมาย คือการลดการสัมผัสสารปนเปื้อนในอาหารให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ขณะเดียวกันก็สนับสนุนให้เข้าถึงอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการได้โดยการลดการสัมผัสสารปนเปื้อน เช่น โปรท ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนูในอาหาร Closer to Zero จัดลำดับความสำคัญของอาหารที่ทารกและเด็กเล็กมักรับประทาน เนื่องจากขนาดร่างกายที่เล็กกว่าและกระบวนการเผาผลาญทำให้เด็กเสี่ยงต่อผลร้ายของสารปนเปื้อนเหล่านี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของ Closer to Zero มุ่งเน้นการวิจัยและวิเคราะห์ ในประเด็น ดังนี้

1. การพัฒนาวิธีทดสอบใหม่และปรับปรุงเพื่อวัดระดับสารปนเปื้อนในอาหาร
2. การสำรวจอาหารที่ทารกและเด็กเล็กมักรับประทานเพื่อทำความเข้าใจความแปรปรวนของความเข้มข้นของสารหนู ตะกั่ว แคดเมียม และโปรทในอาหารเหล่านี้
3. การทำงานร่วมกับพันธมิตรของรัฐบาลกลางเพื่อระบุกลยุทธ์ในการลดระดับสารปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร
4. การประเมินรูปแบบการบริโภคสำหรับประชากรที่มีความแตกต่างกัน
5. การจัดการสัมผัสสารปนเปื้อนเหล่านี้ในอาหาร
6. การระบุระดับอ้างอิงสำหรับสารปนเปื้อนเหล่านี้เพื่อกำหนดระดับข้อกังวล และ
7. การทำความเข้าใจว่าสารอาหารสามารถช่วยป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับสารปนเปื้อนได้อย่างไร

ADVICE ABOUT EATING FISH

For Those Who Might Become or Are Pregnant or Breastfeeding and Children Ages 1 – 11 Years

Fish! provide key nutrients that support a child's brain development.

Fish are part of a healthy eating pattern and provide key nutrients during pregnancy, breastfeeding, and/or early childhood to support a child's brain development:

- Omega-3 (called DHA and EPA) and omega-6 fats
- Iron
- Iodine (during pregnancy)
- Choline

Choline also supports development of the **baby's spinal cord**. Fish provide iron and zinc to support **children's immune systems**. Fish are a source of other nutrients like protein, vitamin B12, vitamin D, and selenium too.

Choose a variety of fish that are lower in mercury.

While it is important to limit mercury in the diets of those who are pregnant or breastfeeding and children, many types of fish are both nutritious and lower in mercury.

This chart can help you choose which fish to eat, and how often to eat them, based on their mercury levels.

What is a serving? As a guide, use the palm of your hand.

Pregnancy and breastfeeding: 1 serving is 4 ounces
Eat 2 to 3 servings a week from the "Best Choices" list (OR 1 serving from the "Good Choices" list).

Childhood: On average, a serving is about:
1 ounce at age 1 to 3
2 ounces at age 4 to 7
3 ounces at age 8 to 10
4 ounces at age 11
Eat 2 servings a week from the "Best Choices" list.

Best Choices		Good Choices	
Anchovy	Herring	Scallop	
Atlantic croaker	Lobster	Shad	
Atlantic mackerel	American and spiny	Shrimp	
Black sea bass	Mullet	Skate	
Butterfish	Oyster	Smelt	
Catfish	Pacific shrimp	Sole	
Clam	Pacific mackerel	Squid	
Cod	Pink, freshwater and ocean	Trout	
Crab	Pickled	Tuna, fresh water	
Crawfish	Plaice	Tuna, canned light (includes skipjack)	
Flounder	Pollock	Whitefish	
Haddock	Salmon	Wildcat	
Hake	Sardine		

Choices to Avoid: HIGHEST MERCURY LEVELS

King mackerel	Shark	Tai fish (Gulf of Mexico)
Martin	Swordfish	Tuna, bigeye
Orange roughy		

What about fish caught by family or friends? Check for fish and shellfish advisories to tell you how often you can safely eat those fish. If there is no advisory, eat only one serving and no other fish that week. Some fish caught by family and friends, such as larger carp, catfish, trout and perch, are more likely to have fish advisories due to mercury or other contaminants.

www.fda.gov/fishadvice
www.epa.gov/fishadvice

§ This advice refers to fish and shellfish collectively as "fish." Advice revised October 2021.

ADVICE ABOUT EATING FISH

For Those Who Might Become or Are Pregnant or Breastfeeding and Children Ages 1 – 11 Years

The Dietary Guidelines for Americans recommends eating fish as part of a healthy eating pattern.

The **Dietary Guidelines for Americans** recommends:

- At least 8 ounces of seafood (less for children) per week based on a 2,000 calorie diet.
- Those who are pregnant or breastfeeding consume between 8 and 12 ounces per week of a variety of seafood from choices that are **lower in mercury**.

Eating fish can provide other health benefits too.

Fish intake during pregnancy is recommended because moderate scientific evidence shows it can help your baby's cognitive development.

Strong evidence shows that eating fish, as part of a healthy eating pattern, **may have heart health benefits**. Healthy eating patterns that include fish may have other benefits too. Moderate scientific evidence shows that eating patterns relatively higher in fish but also in other foods, including vegetables, fruits, legumes, whole grains, low- or non-fat dairy, lean meats and poultry, nuts, and unsaturated vegetable oils, and lower in red and processed meats, sugar-sweetened foods and beverages, and refined grains are associated with:

- **Promotion of bone health - decreases the risk for hip fractures***
- **Decreases in the risk of becoming overweight or obese***
- **Decreases in the risk for colon and rectal cancers***

A healthy eating pattern consists of choices across all food groups (vegetables, fruits, grains, dairy, and protein foods, which includes fish), eaten in recommended amounts, and within calorie needs. Healthy eating patterns include foods that provide vitamins, minerals, and other health-promoting components and have no or little added sugars, saturated fat, and sodium.

This advice supports the recommendations of the **Dietary Guidelines for Americans**, which reflects current science on nutrition to improve public health. The Dietary Guidelines for Americans focuses on dietary patterns and the effects of food and nutrient characteristics on health.

§ For some children, the amounts of fish in the Dietary Guidelines for Americans are higher than in the FDA-EPA advice. The Dietary Guidelines for Americans advise that to consume these higher amounts, children should only eat fish from the "Best Choices" list that are even lower in mercury – these fish are anchovies, Atlantic mackerel, catfish, clams, crab, crawfish, flounder, haddock, mullet, oysters, plaice, pollock, salmon, sardines, scallops, shrimp, sole, spot, striped bass, and swordfish.

* There is **moderate scientific evidence** of a **relationship** between the eating pattern as a whole and the potential health benefit.

§ This advice refers to fish and shellfish collectively as "fish." Advice revised October 2021.

www.fda.gov/fishadvice
www.epa.gov/fishadvice

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างคำแนะนำในการบริโภคปลาสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กอายุ 1-11 ปี ในประเทศสหรัฐอเมริกา (1)

ประเทศแคนาดา

กรมควบคุมโรค ประเทศแคนาดา จัดทำแนวทางการประเมินและการจัดการในผู้ป่วยที่สัมผัสสารปรอทในรูปแบบสารเคมีต่าง ๆ สำหรับบุคลากรทางการแพทย์ ในผู้ป่วยทั่วไปที่มีพิษจากสารปรอทควรออกจากแหล่งที่สัมผัสโดยทั่วไปการรักษาจะเป็นการรักษาตามอาการ แต่หากระดับปรอทที่เกิน 100 ไมโครกรัม/ลิตรในปัสสาวะหรือเลือดอาจต้องรับการรักษาพิเศษ และควรส่งต่อให้ผู้เชี่ยวชาญต่อไป

สำหรับหญิงตั้งครรภ์ระยะแรกหรือวางแผนตั้งครรภ์หากมีระดับสารปรอทในเลือด >8 µg/L ควรได้รับคำแนะนำให้ลดการบริโภคปลาที่มีปริมาณสารปรอทสูง และติดตามซ้ำทุกเดือนเพื่อติดตามการลดลงของระดับเมทิลเมอร์คิวรีและเพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อทารกในครรภ์ อย่างไรก็ตามคำแนะนำเรื่องการรับประทานปลา การให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติด้านอาหารที่ปลอดภัยเน้นย้ำว่า “ปลาจะมีเมทิลเมอร์คิวรี แต่ก็มีกรดไขมันโอเมก้า 3 และมีความสำคัญต่อการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพในระหว่างตั้งครรภ์” โดยกำหนดรายละเอียดสำหรับการให้คำแนะนำชนิดปลาและกรดไขมันโอเมก้าในปลาชนิดต่าง ๆ เพื่อให้คำแนะนำร่วมกับนักโภชนาการด้วย

Fish species and mean methylmercury concentrations (only includes fish found to contain on average at least 0.2 µg/g total mercury)^a.

Fish Species	Mean [MeHg] (µg/g)
Barracuda B from the U.S.	0.77
Barracuda B not from U.S.	0.12
Cod	0.06
Cusk	0.35
Escolar	0.53
Grouper	0.45
Halibut	0.31
Marlin	0.69
Orange Roughy / Slimehead	0.47
Sablefish / Black cod	0.20
Sauger	0.46
Sea Bass	0.62
Shark	1.36
Shark (Spiny Dogfish, Northern Shark)	0.64
Shark, Porbeagle	0.87
Shrimp / Prawn	0.05
Swordfish	1.82
Tuna, albacore, canned	0.36
Tuna, albacore, fresh or frozen	0.37
Tuna, skipjack, canned	0.06
Tuna, yellowfin, canned	0.05
Tuna, yellowfin, fresh	0.29
Tuna, canned (species not specified)	0.14
Tuna, Bigeye	0.65
Tuna, Southern Bluefin	0.28
Tuna, fresh or frozen (species not specified)	0.93
Wahoo	0.31
Walleye / Yellow Pickerel	0.37

^a Bureau of Chemical Safety, Food Directorate, Health Products and Food Branch, Health Canada. Human Health Risk Assessment of Mercury in Fish and Health Benefits of Fish Consumption, 2007.

Table 3 | Estimated omega-3 FA and MeHg levels in commonly eaten fish^a.

Fish Species	Omega-3 (mg/6 oz)	[MeHg] (µg/g)
Cod, Atlantic	269	0.11
Flounder/sole	852	0.05
Halibut	1398	0.26
Herring, Atlantic	6424	0.04
Lobster	1129	0.24
Pollack	922	0.06
Salmon, Atlantic, farmed	3658	0.014
Sea bass	1295	0.27
Shark	1170	0.99
Shrimp	536	0.01
Swordfish	1392	0.97
Tilapia	240	0.01
Trout	1744	0.03
Tuna, canned, light	425	0.12
Tuna, canned, white	1462	0.35
Tuna, fresh, yellowfin	474	0.325

^aMeHg data from the Food and Drug Administration; data for salmon reported as fresh/frozen and not distinguished according to source.

ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างคำแนะนำในการบริโภคปลาสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กอายุ 1-11 ปี ในประเทศแคนาดา

คำแนะนำเนื้อหาและรูปแบบการนำเสนอของ 19 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา (2017) แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อังกฤษ เยอรมัน ฝรั่งเศส สเปน อิตาลี เนเธอร์แลนด์ ไอร์แลนด์ สวีเดน ฟินแลนด์ นอร์เวย์ เดนมาร์ก ไอซ์แลนด์ อิสราเอล ญี่ปุ่นและเกาหลี และ 3 หน่วยงานระหว่างประเทศประกอบด้วย International Federation of Gynecology and Obstetrics (2015) European Food Safety Authority (2015) FAO/WHO (2011) พบว่าการให้คำแนะนำของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันในทั้งด้านเนื้อหา ความซับซ้อนและรูปแบบการนำเสนอสำหรับหญิงตั้งครรภ์ ซึ่งเป็นผลจากสถานการณ์ของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ชนิดของอาหาร พฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ชอบ และแนวทางการสื่อสารข้อมูลด้านสาธารณสุขของแต่ละประเทศ เนื้อหาส่วนใหญ่อธิบายถึงปริมาณของปรอทในปลา และการพิจารณาเกี่ยวกับประโยชน์ของปลา รวมทั้งไอโอดีน เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญต่อหญิงตั้งครรภ์ในการพิจารณาเลือกรับประทานอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามมีหลักฐานที่อาจทำให้หญิงตั้งครรภ์สับสนและอาจตัดสินใจรับประทานปลาในระหว่างการตั้งครรภ์ การยอมรับโดยทั่วไปคือควรรับประทานอย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ แต่ข้อความนี้ไม่ได้ระบุให้ชัดเจน เพราะการรับประทานปลาน้อยกว่านี้ก็อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพและพัฒนาการเด็กด้วยเช่นกัน ดังนั้นแนวทางการแนะนำต้องชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถจดจำได้ เหมาะสมในบริบทเพื่อบรรลุเป้าหมาย นอกจากนี้การนำเสนอที่เน้นภาพเพื่อให้เข้าใจมากกว่าการอธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เช่น การพัฒนาแอปพลิเคชันและสามารถบันทึกการรับประทานอาหารแบบทันเวลาและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะอาจเป็นสรุปรายสัปดาห์หรือเป็นช่วงเวลาสำคัญ เป็นต้น

3.4.4 สถานการณ์ด้านสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

3.4.4.1 สถานการณ์ด้านสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

หญิงตั้งครรภ์ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติมีอัตราการคลอดปีละประมาณ 60 ราย มีอัตราการคลอดก่อนกำหนดในปี พ.ศ. 2565-2566 เมื่อเปรียบเทียบกับระบุว่าอำเภอพบว่าสูงเป็นอันดับสองของจังหวัดน่านทั้งปี พ.ศ. 2565 (ร้อยละ 10.53) และ 2566 (ร้อยละ 8.06) ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงร้อยละของการคลอดก่อนกำหนด พ.ศ. 2565-2566 จำแนกตามอำเภอในจังหวัดน่าน

อำเภอ	ปี 2565			ปี 2566		
	คลอดทั้งหมด (ราย)	คลอดก่อนกำหนด (ราย)	คลอดก่อนกำหนด (ร้อยละ)	คลอดทั้งหมด (ราย)	คลอดก่อนกำหนด (ราย)	คลอดก่อนกำหนด (ร้อยละ)
เมืองน่าน	493	31	6.29	454	34	7.49
แม่จริม	148	8	5.41	141	7	4.96
บ้านหลวง	47	1	2.13	40	2	5.00
น่าน้อย	106	15	14.15	164	9	5.49
ปัว	397	28	7.05	400	25	6.25
ท่าวังผา	307	12	3.91	285	20	7.02
เวียงสา	434	28	6.45	328	15	4.57
ช้าง	185	9	4.86	177	11	6.21
เชียงกลาง	92	7	7.61	102	8	7.84
นาหมื่น	43	2	4.65	57	2	3.51
สันติสุข	101	6	5.94	91	1	1.10
บ่อเกลือ	134	9	6.72	137	9	6.57
สองแคว	118	4	3.39	88	1	1.14
ภูเพียง	151	14	9.27	177	19	10.73
เฉลิมพระเกียรติ	57	6	10.53	62	5	8.06
รวมน่าน	2867	186	6.49	2826	177	6.26

จากตารางที่ 3.7 การคลอดทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่า 2,500 กรัม เมื่อจำแนกตามอำเภอในจังหวัดน่านพบว่า อำเภอเฉลิมพระเกียรติมีอัตราการคลอดทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่า 2,500 กรัม เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 - 2566 คิดเป็นร้อยละ 15.15, 16.36 และ 17.19 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภออื่น ๆ ในจังหวัดน่าน พบว่า ในปี พ.ศ. 2564 - 2566 อำเภอเฉลิมพระเกียรติมีอัตราการคลอดทารกน้ำหนักตัวน้อยสูงคิดเป็นอันดับที่ 3, 2 และ 1 ของจังหวัดตามอันดับสรุปได้ว่า อำเภอเฉลิมพระเกียรติมีอัตราการคลอดทารกน้ำหนักตัวน้อยสูงกว่าอำเภออื่น ๆ ในจังหวัดน่าน

ตารางที่ 3.7 แสดงร้อยละของการคลอดทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่า 2,500 กรัม จำแนกตามอำเภอในจังหวัดน่าน

อำเภอ	ปี พ.ศ. 2564			ปี พ.ศ. 2565			ปี พ.ศ. 2566		
	รวม คลอด (ราย)	รวม LBW (ราย)	รวม LBW (ร้อยละ)	รวม คลอด (ราย)	รวม LBW (ราย)	รวม LBW (ร้อยละ)	รวม คลอด (ราย)	รวม LBW (ราย)	รวม LBW (ร้อยละ)
อำเภอเมืองน่าน	455	35	7.69	498	39	7.83	452	41	9.07
อำเภอแม่จริม	123	6	4.88	149	16	10.74	141	8	5.67
อำเภอบ้านหลวง	54	5	9.26	47	4	8.51	41	3	7.32
อำเภอนาน้อย	105	12	11.43	107	20	18.69	115	9	7.83
อำเภอปัว	480	28	5.83	399	27	6.77	403	31	7.69
อำเภอท่าวังผา	260	22	8.46	310	22	7.10	285	20	7.02
อำเภอเวียงสา	425	34	8.00	434	43	9.91	411	28	6.81
อำเภอทุ่งช้าง	153	9	5.88	187	12	6.42	177	15	8.47
อำเภอเชียงกลาง	113	10	8.85	92	5	5.43	102	12	11.76
อำเภอนาหมื่น	45	7	15.56	43	8	18.60	36	4	11.11
อำเภอสันติสุข	101	4	3.96	102	10	9.80	91	5	5.49
อำเภอบ่อเกลือ	141	16	11.35	133	15	11.28	134	14	10.45
อำเภอสองแคว	109	5	4.59	117	4	3.42	88	3	3.41
อำเภอภูเพียง	177	22	12.43	153	18	11.76	178	19	10.67
อ.เฉลิมพระเกียรติ	66	10	15.15	55	9	16.36	64	11	17.19
รวมน่าน	2807	225	8.02	2826	252	8.92	2718	223	8.20

3.4.4.2 สถานการณ์ด้านเด็กในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

เด็กปฐมวัยในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ มีพัฒนาการสงสัยล่าช้าจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอำเภออื่น ๆ ในจังหวัดน่าน โดยในปี พ.ศ. 2566 อำเภอเฉลิมพระเกียรติมีเด็กปฐมวัยที่มีพัฒนาการสงสัยล่าช้า ร้อยละ 10.42 จัดเป็นอำเภอที่มีเด็กปฐมวัยที่มีพัฒนาการสงสัยล่าช้าต่ำเป็นอันดับ 2 ของจังหวัดน่าน อำเภอที่มีพัฒนาการสงสัยล่าช้าสูงเป็น 3 อันดับแรก ได้แก่ อำเภอเชียงกลาง (ร้อยละ 37.32) อำเภอป่อเกลือ (ร้อยละ 27.98) และอำเภอเมืองน่าน (ร้อยละ 24.25) (ภาพที่ 3.6)

อำเภอ	สมวัยครั้งแรก (คน)	สมวัยครั้งแรก (ร้อยละ)	รวมสงสัยล่าช้า (คน)	รวมสงสัยล่าช้า (ร้อยละ)
เมืองน่าน	1440	57.9	461	24.25
แม่จริม	401	58.54	98	19.64
บ้านหลวง	255	75.44	50	16.39
นาหมื่น	665	60.45	132	16.54
ปัว	1296	54.29	239	15.57
ท่าวังผา	1087	65.68	215	16.51
เวียงสา	1519	66.51	388	20.35
ทุ่งช้าง	666	75.34	113	14.51
เชียงกลาง	346	53.56	206	37.32
นาหมื่น	255	63.12	52	16.72
สันติสุข	249	48.54	69	21.7
ป่อเกลือ	402	62.42	164	28.98
สองแคว	381	68.65	23	5.69
ภูเพียง	507	53.71	126	19.87
เฉลิมพระเกียรติ	344	76.27	40	10.42

ภาพที่ 3.6 ร้อยละของเด็กปฐมวัยในจังหวัดน่านที่มีพัฒนาการสมวัยและสงสัยล่าช้า พ.ศ. 2566
จำแนกตามอำเภอ

3.4.5 แนวทางการเฝ้าระวังและการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากปรอทสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยง

3.4.5.1 แนวทางการเฝ้าระวังและการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากปรอทสำหรับหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่เสี่ยง

ขั้นตอนการเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอทในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์นี้ได้พัฒนาตามแนวทางขององค์การอนามัยโลกและการทบทวนวรรณกรรม ขั้นตอนการเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอทในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ เมื่อหญิงตั้งครรภ์มาฝากครรภ์ครั้งแรก ไม่ว่าจะอายุครรภ์เท่าใด ควรได้รับการค้นหาปัจจัยเสี่ยงต่อการสัมผัสสารปรอท ดังนี้

- 1) ชักประวัติและคัดกรองการสัมผัสมลพิษสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในชุมชน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอทของหญิงตั้งครรภ์ โดยหากพบว่ามีความเสี่ยง ได้แก่ ชนิดของปลาที่รับประทานว่าเป็นปลาผู้ล่า ปลาที่หากินอยู่ตามพื้นที่ตื้นน้ำและปลาที่กินสัตว์เป็นอาหาร และจำนวนครั้งที่รับประทานปลาที่รับประทานมากกว่า 2 มื้อ/สัปดาห์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีการสะสมของปรอท
- 2) หากพบว่ามีความเสี่ยง ให้ส่งเก็บเส้นผมส่งตรวจเพื่อหาปริมาณสารปรอทในเส้นผม หากพบสารปรอทเกินค่ามาตรฐาน ($>0.58 \text{ ug/g}$) ค้นหาข้อมูลการสัมผัสสารปรอทของหญิงตั้งครรภ์แต่ละราย โดยการซักถาม เกี่ยวกับชนิด จำนวน ความถี่ในการบริโภค พิจารณาปริมาณของสารปรอทที่ตกค้างในปลาแต่ละชนิด ให้คำแนะนำการปฏิบัติตัว ทิ่สุขภาพเยี่ยมบ้าน และตรวจหาสารปรอทในผมซ้ำเมื่ออายุครรภ์ 30 สัปดาห์ และตรวจปรอทในเลือดสายสะดือเมื่อคลอด (WHO, 2008; 2021)
- 3) ติดตามข้อมูลสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์และการคลอด ติดตามสุขภาพของทารกแรกเกิดและอายุ 3 เดือน สำหรับขั้นตอนการเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอทในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์

3.4.5.2 การป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอทในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์

อันตรายของสารปรอทส่งผลกระทบต่อสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์อย่างมาก จากการทบทวนแนวทางในการป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอทในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ สามารถสรุปเป็นคำแนะนำให้หญิงตั้งครรภ์ที่มีความเสี่ยงต่อการรับสารปรอทได้ ดังนี้

ตารางที่ 3.8 คำแนะนำสำหรับหญิงตั้งครรภ์ที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารปรอทเพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงทางสุขภาพ

เรื่อง	คำแนะนำการปฏิบัติ
1. การรับประทานอาหารที่ปลอดภัย	• รับประทานอาหาร 5 หมู่ และหลากหลาย • หลีกเลี่ยงอาหารที่ได้มาจากแหล่งผลิตที่อาจปนเปื้อนสารพิษ การรับประทานปลาเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประสาทและสมองของทารกในครรภ์ ขณะเดียวกันการรับประทานปลาอาจทำให้เกิดการสะสมของปรอทในร่างกาย มีข้อแนะนำเกี่ยวกับการรับประทานปลาสำหรับหญิงตั้งครรภ์ ดังนี้ » หลีกเลี่ยงการรับประทานสัตว์น้ำ เช่น ปลา หอย ที่มาจากแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารปรอท » หลีกเลี่ยงการรับประทานปลาที่มีการสะสมของสารปรอทในระดับสูง ปลาที่เป็นผู้ล่า คือ ปลาใหญ่ที่กินปลาที่ตัวเล็กกว่าเป็นอาหาร มีแนวโน้มจะมีค่าปรอทสูงกว่าปลาตัวเล็ก ปลาที่หากินอยู่ตามพื้นท้องน้ำมีแนวโน้มที่จะมีการสะสมของปรอทสูงกว่า ปลาที่กินสัตว์เป็นอาหาร มีแนวโน้มที่จะมีปรอทสูงกว่าปลาที่กินพืชเป็นอาหาร » ควรรับประทานปลาไม่เกิน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละประมาณ 1 ฝ่ามือ (240 กรัม) และควรรับประทานปลาให้หลากหลายชนิด
2. การหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารปรอทในสิ่งแวดล้อม	• หลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือหายใจรับไอปรอทจากการใช้เครื่องสำอางที่มีสารปรอทเจือปน หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดประหยัดไฟที่แตก และปรอทที่ไหลออกมาจากปรอทวัดอุณหภูมิ • กรณี มีปัญหาฝุ่นถ่านหินลิกไนต์ ในบรรยากาศรุนแรงหรือมากกว่าปกติ ให้ปฏิบัติ ดังนี้ » ควรดื่อกิจกรรมกลางแจ้ง เช่น การเดินออกกำลังกาย การนั่งเล่นนอกบ้าน การขี่จักรยาน » สวมใส่หน้ากากตลอดเวลา » ควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีสารปรอทเจือปน เช่น เครื่องสำอาง ยาสมุนไพร » หากบุคคลในครอบครัวทำงานที่เสี่ยงต่อการสัมผัสปรอท ให้เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าบ้าน และแยกเสื้อผ้าซักต่างหาก
3. การดูแลรักษาความสะอาดของสิ่งแวดล้อม	• ทำความสะอาด กวาดเช็ดถู บริเวณที่พักอาศัยอย่างสม่ำเสมอ • ปิดภาชนะเก็บน้ำอุปโภค และบริโภคอย่างมิดชิด • ปิดประตูหน้าต่างบ้านให้มิดชิด • ปลุกต้นไม้ทรงสูง เพื่อดักและลดปริมาณ ฝุ่นถ่านหินลิกไนต์เข้ามาในบริเวณบ้าน

เรื่อง	คำแนะนำการปฏิบัติ
4. การสังเกตอาการผิดปกติที่แสดงถึงการสัมผัสสารปรอทปริมาณมากที่ต้องรีบพบแพทย์	ให้รีบไปพบแพทย์ หากมีอาการผิดปกติที่แสดงถึงการสัมผัสสารปรอทในปริมาณมากเกินไป ดังนี้ 1) ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร ปวดท้อง ท้องเสีย 2) หายใจลำบาก หายใจติดขัด เจ็บแน่นหน้าอก มีไข้ 3) ร่างกายอ่อนเพลีย หัวใจเต้นเร็ว การหายใจเร็ว และเป็นลม 4) หงุดหงิด อารมณ์แปรปรวน ซึมเศร้า 5) ปากเป็นแผล น้ำลายออกมาก เหงื่อออกแฉะ มีเส้นสีเงินที่ขอบเหงือก เหงือกบวม และเลือดออก 6) มีผื่นระคายเคืองบริเวณผิวหนัง ลักษณะเป็นตุ่มแดง 7) สูญเสียการรับรส สูญเสียการได้ยิน และการมองเห็น 8) ชา เดินเซ กล้ามเนื้อสั่นกระตุก แขนขาอ่อนแรง 9) เจ็บครรภ์ก่อนกำหนด ลูกดิ้นน้อยลง
5. การตรวจสุขภาพและการติดตามผล	ควรตรวจสุขภาพ ตรวจครรภ์ และการติดตามผลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แพทย์สามารถตรวจสอบระดับสารปรอทในร่างกายและให้คำแนะนำในการลดความเสี่ยง

3.4.5.3 แนวทางการดำเนินงานระบบป้องกันและเฝ้าระวังภาวะพิษพรอทในเด็กปฐมวัย

แนวทางในการป้องกันและรักษาภาวะพิษพรอทในเด็กปฐมวัยให้บริการในคลินิกสุขภาพเด็กดี (Well Baby Clinic: WCC) และศูนย์ดูแลเด็กปฐมวัย ประกอบด้วยกิจกรรมบริการเฝ้าระวัง ป้องกัน รักษา และการดูแลต่อเนื่อง กลุ่มเด็กแรกเกิดจนถึงอายุ 5 ปี ที่เฝ้าระวังภาวะพิษพรอท รวมถึงการติดตามประเมินผลสอดคล้องกับบริบทพื้นที่ โดยใช้แบบคัดกรองการสัมผัสสารพรอทใน WCC และศูนย์ดูแลเด็กตามรายละเอียดดังนี้

แนวทางในการป้องกันและเฝ้าระวังภาวะพิษพรอทในเด็กปฐมวัยดำเนินการในคลินิกเด็กสุขภาพดี (Well Child Clinic: WCC) และศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัย ประกอบด้วยกิจกรรมบริการเฝ้าระวัง ป้องกัน รักษา และการดูแลต่อเนื่อง กลุ่มเด็กแรกเกิดจนถึงอายุ 5 ปี ที่เฝ้าระวังภาวะพิษพรอทในพื้นที่เสี่ยง ขั้นตอนการดำเนินงาน รายละเอียด ดังนี้

- 1) การจัดการบริการใน WCC โดยการประเมินความเสี่ยงของเด็ก บูรณาการกับระบบการคัดกรอง สุขภาพ ในช่วงต่าง ๆ ตามการนัดหมายเดิมของเด็กในเดือนที่ 6, 9, 18, 30, 42, 60 ในแต่ละครั้งตามการนัดหมายจะมีการประเมินความเสี่ยงร่วมกับขั้นตอนบริการ 3 ส่วน คือ
 - การซักประวัติ ให้ผู้ปกครองตอบแบบประเมินด้วยตนเองตามแบบประเมิน ที่คณะทำงาน/ผู้วิจัยสร้างขึ้น เช่น ประวัติทำงานพ่อแม่ในช่วงตั้งครรภ์ การคลอด การรับประทานอาหาร เป็นต้น การซักประวัติ อาจลดลงได้ ถ้าเด็กคลอดใน อ.เฉลิมพระเกียรติ ถ้ามีค่าพรอทบันทึกในสมุดชมพูประจำตัวเด็ก หรือมีบันทึกในระบบคอมพิวเตอร์ ก็สามารถลดขั้นตอนลงได้ และอาจเน้นที่การประเมินการเจริญเติบโต ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง ประวัติการรับประทานอาหาร โดยเฉพาะในเด็กที่คลอด น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ หรือเกิดก่อนกำหนด
 - การประเมินพัฒนาการ (เดิมมีการประเมินอยู่แล้วในระบบปกติ ในที่นี้จะนำผลการประเมินมาใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยง)
 - ตรวจร่างกายเน้นการตรวจระบบทางเดินหายใจ พัฒนาการด้านระบบประสาท และซักประวัติเพิ่มเติมในประเด็นประวัติ ชัก อาการชนมากผิดปกติ ก้าวร้าว หรือเฉื่อยชา สมาธิสั้น
- 2) เจ้าหน้าที่ประจำคลินิก WCC วิเคราะห์/ประเมินความเสี่ยงตามแบบสอบถามแบ่งเด็ก เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มไม่เสี่ยง และกลุ่มเสี่ยง ในกรณีกลุ่มเสี่ยง จะมีการตรวจระดับสารพรอทในผมของเด็กตามความสมัครใจของผู้ปกครอง ซึ่งผลการตรวจ หากมีค่าพรอทในเส้นผมเกิน 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม จะได้รับคำแนะนำเพิ่มจากปกติ โดยให้คำแนะนำเกี่ยวกับพรอทและการหลีกเลี่ยงรับประทานอาหารที่เสี่ยงปนเปื้อนพรอท และติดตามเยี่ยมทางโทรศัพท์หรือที่บ้าน โดยพยาบาลวิชาชีพและนักวิชาการสาธารณสุข เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของเด็ก พฤติกรรมสุขภาพผู้ปกครอง หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้คำแนะนำการป้องกัน และการลดการสัมผัสสารพรอทตามสาเหตุการสัมผัสในแต่ละรายการ สังเกตอาการ พัฒนาการเด็ก และการให้ข้อมูลการตรวจสิ่งแวดล้อมในบ้านหรือพื้นที่เสี่ยง กรณีพบว่ามีความจำเป็นต้องตรวจ เพิ่มเติม เป็นต้น

- 3) การดูแลต่อเนื่องและการส่งต่อ ในกลุ่มที่มีผลการตรวจระดับปรอทในผมน้อยกว่า 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม ให้คำแนะนำการป้องกัน/ลดการสัมผัส กลุ่มผลการตรวจระดับปรอทในเลือดมากกว่า 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่งต่อคลินิกกุมารเวชกรรม เพื่อให้การรักษาตามแนวทางการคัดกรองการสัมผัสสารปรอท ในเด็กใน WCC เครือข่ายบริการสุขภาพโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ และระบบเฝ้าระวังป้องกัน และรักษา ภาวะพิษปรอทใน WCC เครือข่ายสุขภาพอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

3.4.5.4 การป้องกันการสัมผัสสารปรอทในเด็กปฐมวัย

- 1) การรับประทานปลาเป็นประโยชน์ต่อระบบประสาทและสมองของเด็ก ขณะเดียวกันการรับประทานปลาที่มีสารปรอทจะเป็นช่องทางทำให้เกิดการสะสมของปรอทในร่างกาย จึงมีข้อแนะนำเกี่ยวกับการรับประทานปลาสำหรับเด็กปฐมวัย ดังนี้
 - หลีกเลี่ยงการรับประทานสัตว์น้ำ เช่น ปลา หอย ที่มาจากแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารปรอท
 - หลีกเลี่ยงการรับประทานปลาที่มีการสะสมของสารปรอทในระดับสูง โดยเฉพาะปลาที่เป็นผู้ล่า คือ ปลาใหญ่ที่กินปลาที่ตัวเล็กกว่าเป็นอาหาร เพราะประเภทนี้จะมีสารปรอทสะสมสูงกว่าปลาตัวเล็ก ปลาที่หากินอยู่ตามพื้นท้องน้ำก็มีแนวโน้มที่จะมีการสะสมของปรอทสูงกว่า ปลาที่กินสัตว์เป็นอาหาร มีแนวโน้มที่จะมีปรอทสูงกว่าปลาที่กินพืชเป็นอาหาร
 - ควรรับประทานปลาไม่เกิน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละประมาณ 1 ฝ่ามือเด็ก และควรรับประทานปลาให้หลากหลายชนิด
- 2) หลีกเลี่ยงการ让孩子เล่นในดินที่แฉะ หรือดินโคลนต่าง ๆ
- 3) หลังจากเด็กเล่นดินเล่นทรายแล้ว ควรล้างมือและอาบน้ำให้ร่างกายสะอาด
- 4) ระวังไม่ให้เด็กจับ สัมผัส หรือหายใจรับไอปรอทที่ไหลออกมาจากปรอทวัดอุณหภูมิชนิดแก้วที่แตก และหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดประหยัดไฟที่แตก
- 5) ใช้ปรอทวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลแทนปรอทวัดอุณหภูมิแบบแก้ว
- 6) การเลือกใช้สบู่และครีมอาบน้ำต่าง ๆ สำหรับเด็ก ควรเลือกใช้ชนิดที่ไม่มีสารปรอทเจือปน
- 7) หลีกเลี่ยงการหายใจเอาฝุ่นควันจากการเผาไหม้ถ่านหิน ถ่าน หรือขยะ
- 8) หากบุคคลในครอบครัวทำงานในโรงงานที่ปล่อยสารปรอท ให้อาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าบ้าน ควรแยกเสื้อผ้าไปซักต่างหาก และไม่อุ้มหรือสัมผัสเด็กขณะที่ยังใส่ชุดทำงาน
- 9) ทำความสะอาดและกวาดเช็ดถูพื้นบริเวณที่พักอาศัยอย่างสม่ำเสมอ
- 10) แยกกำจัดขยะอันตรายอย่างถูกวิธี เช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์แบบประหยัดไฟหรือหลอดตะเกียบ ถ่านแบตเตอรี่
- 11) ปรึกษาปัญหา กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจัง

บทที่ 4

การเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตร
และแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกร
กลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน

4.1 บทนำ

ชุดโครงการพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในจังหวัดน่าน ประเทศไทย กรณี ความเสี่ยงจากการแพร่กระจายมลพิษข้ามพรมแดนลาว-ไทย ได้ดำเนินการตั้งแต่วันที่กันยายน 2564 - กุมภาพันธ์ 2566 มีวัตถุประสงค์สำคัญในการพัฒนาฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นฐานชุมชนของพื้นที่เสี่ยงภัยในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ข้อมูลการติดตามตรวจสอบมลพิษทางอากาศ การปนเปื้อนในดิน สัตว์น้ำ รวมถึงพืชผลทางการเกษตร แผนที่ความเสี่ยงที่บูรณาการข้อมูลทั้งด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคมเศรษฐกิจ เพื่อเป็นเครื่องมือในการติดตามและเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา ใน สปป.ลาว ซึ่งผลการศึกษาในระยะที่ 1 นี้ได้ข้อค้นพบสำคัญประการหนึ่งคือ ผลกระทบพืชผลทางการเกษตรของชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และจากแบบจำลองอาจส่งผลกระทบไปถึงพื้นที่เพาะปลูกของชาวบ้านในอำเภอทุ่งช้าง ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้านี้ของ คณะนิติศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ดารุณี ไพศาลพาณิชย์กุล และคณะ, 2561) ที่พบข้อกังวลใจของชาวบ้านเกี่ยวกับผลกระทบของมลพิษข้ามแดนต่อผลผลิตทางการเกษตร ในขณะที่ไม่มีองค์ความรู้เพียงพอที่จะติดตามและประเมินความเสี่ยงหรือผลกระทบนั้นด้วยตัวเอง

นอกจากนี้ ผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนยังสามารถพิจารณาได้ในแง่ที่เป็นปัจจัยคุกคามหรือลดทอนศักยภาพของพื้นที่ที่จะได้รับการพัฒนาไปสู่ภาคเศรษฐกิจใหม่ ๆ ที่สร้างมูลค่าสูงกว่าการเพาะปลูกแบบเดิม อาทิ การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์วิถีเกษตรกรรม (Agro-tourism) (นฤมล อรุโณทัย และคณะ, 2562) ซึ่งได้เสนอโครงการพัฒนาเส้นทางกาแฟและพัฒนาแนวทางการผลิต การแปรรูป จำหน่ายกาแฟได้รวมพื้นที่ดอยมณีพฤกษ์ อำเภอทุ่งช้างและโครงการพระราชดำริภูผาคู่ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ เข้าไว้ในเส้นทางส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์นี้ด้วย และการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (ธัญศิรินทร์ ณ น่าน และคณะ, 2563) ในขณะที่งานวิจัยของสมพร เพ็งคำ และคณะ (2564) ได้รายงานข้อค้นพบว่าในอำเภอทุ่งช้างที่อยู่ใกล้บริเวณชายแดนไทย-ลาว เป็นพื้นที่ปลูกส้มมานานกว่า 30 ปี และได้พัฒนาไปสู่การปลูกส้มอินทรีย์ในช่วงปี 2560-2561 เป็นต้นมา ซึ่งยิ่งแสดงให้เห็นถึงความอ่อนไหวของพืชต่อมลพิษข้ามแดนที่อาจปนเปื้อน และทำให้ผลผลิตทางเกษตรอินทรีย์เหล่านี้เสียหาย ทั้งนี้ กลุ่มเกษตรกรสวนส้มเองก็เริ่มตั้งคำถามกับผลผลิตที่ลดลงว่าเกี่ยวข้องกับมลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าหรือไม่

จากผลการศึกษาของชุดโครงการพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในจังหวัดน่าน ในระยะที่ 1 และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การกำหนดเป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้ คือ จัดทำข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในระยะที่ 2 โดยมีมุ่งค้นหากลับประบางในกลุ่มเกษตรกรตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตรของการเพาะปลูกพืช 6 ชนิด ที่อาจได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน ได้แก่ ส้ม กาแฟ หม่อน มันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการประเมินแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในอนาคตหากระดับความรุนแรงของผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยเติมเต็มข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรในฐานะข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจากโครงการในระยะแรก ซึ่งทางทีมนักวิชาการ ทีมนักวิทยาศาสตร์พลเมือง และทีม TPBS ได้พัฒนาเครื่องมือติดตามและตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ รวมถึงความเสี่ยงทางสุขภาพเป็นหลัก และคาดหวังว่าผลจากการประเมินความประบางด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรที่อาจได้รับผลกระทบในพื้นที่ชายแดนนี้ ในท้ายที่สุดจะสร้างความตระหนักและความตื่นตัวเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง อันนำไปสู่การสร้างความเป็นธรรมทางสุขภาพให้กับกลุ่มเปราะบางในที่สุด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาข้อมูลของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้อง รวมถึงจัดทำแผนที่ห่วงโซ่อุปทานการผลิตส้ม กาแฟ หม่อน มันสำปะหลัง ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสาหร่ายไก่อ ในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน
- 2) เพื่อประเมินความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม และแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานอันเนื่องมาจากมลพิษข้ามแดน
- 3) เพื่อพัฒนาเครื่องมือและขยายผลการใช้ประโยชน์ของฐานข้อมูลระบบเฝ้าระวังสุขภาพโดยชุมชน (Community-led Health Impact Monitoring System) โดยเฉพาะส่วนของการเฝ้าระวังความเสียหายของผลิตผลทางการเกษตรจากมลพิษข้ามแดน

4.2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ทำการเกษตรและชนิดพืชที่ปลูกในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่านเป็นเทือกสูงมีทรัพยากรป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร พื้นที่ตั้งของอำเภออยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติดอยภูคาและป่าผาแดง มีอาณาเขตทิศเหนือติดกับประเทศลาว และประชากรส่วนใหญ่ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติประกอบอาชีพเกษตรกรซึ่งมีเกษตรกรจำนวน 2,444 ครัวเรือน โดยสำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน รายงานว่า ใน พ.ศ. 2566 อำเภอเฉลิมพระเกียรติมีพื้นที่ทำการเกษตร จำนวน 57,759.33 ไร่ โดยพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในพื้นที่ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง กาแฟ มะม่วงหิมพานต์ ลำไย และชิง ซึ่งจำแนกพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน พ.ศ. 2565

ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิตต่อปี (กิโลกรัม)
มันสำปะหลัง	14,667.61	44,002,830
ข้าว	27,488.47	8,246,541
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	16,075.54	8,037,770
ชิง	217.15	434,300
มะม่วงหิมพานต์	419.70	209,850
ลำไย	146.43	117,144
กาแฟ	473.23	47,323

ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน, 2566

สำหรับอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน เป็นอำเภอชายแดนตั้งอยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดน่านซึ่งติดกับแขวงไชยะบุรี ประเทศลาว อำเภอทุ่งช้างมีพื้นที่ทั้งหมด 806,731 ตารางกิโลเมตร หรือ 504,206.875 ไร่ โดยร้อยละ 96 เป็นภูเขาสูงชัน (Steep land) ซึ่งไม่เหมาะสมกับการทำเกษตรกรรม ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 4 เป็นพื้นที่สูง (Step land) และประชากรร้อยละ 90.29 ของอำเภอทุ่งช้างประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เนื่องด้วยลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและมีพื้นที่ราบลุ่มช้างจำกัด ทั้งนี้ ที่ราบสูงมีลักษณะเป็นภูเขาสูงดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื่องจากการกัดกร่อนหรือมีหญ้าคาหรือวัชพืชขึ้นปกคลุมหนาแน่น มีการชะล้างพังทลายของหน้าดินจึงไม่เหมาะสมกับการผลิตพืชผักเท่าที่ควร ประชาชนในอำเภอทุ่งช้างจึงปลูกไม้ผล ไม้เศรษฐกิจ และทำปศุสัตว์ อีกทั้งสภาพภูมิอากาศที่มีลักษณะพิเศษของอำเภอทุ่งช้างนั้นส่งผลให้ผลไม้ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอทุ่งช้างมีคุณลักษณะที่แตกต่างจากพื้นที่อื่น เช่น ส้มเขียวหวานมีเปลือกเป็นสีทอง เนื้อเงาะที่กรอบร้อนไม่ฉ่ำน้ำ เป็นต้น โดยสำนักงานเกษตรอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่านรายงานว่า ใน พ.ศ. 2566 พืชเศรษฐกิจหลักที่ปลูกในอำเภอทุ่งช้าง ได้แก่ ส้ม กาแฟ มันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจำแนกพื้นที่การเพาะปลูกและปริมาณผลผลิตได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน พ.ศ. 2565

ชนิดพืช	จำนวนเกษตรกร (ครัวเรือน)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิตต่อปี (กิโลกรัม)
มันสำปะหลัง	1,052	14,533.45	45,010,094.65
ข้าว	2,717	25,744.09	12,292,802.97
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	349	4,008.07	2,404,842.00
ส้ม	43	286.71	254,885.19
กาแฟ	32	166.01	149,409.00

ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน, 2566

4.2.2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานการเกษตรและการประเมินความเปราะบางของห่วงโซ่อุปทานการเกษตร

1) แนวคิดเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทาน

ความหมายของห่วงโซ่อุปทาน หรือ Supply Chain คือ เครือข่ายของผู้ประกอบการธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตซึ่งย้ายจากการผลิตไปสู่การบริโภค โดยมุ่งเน้นประสิทธิภาพของโลจิสติกส์ที่ใช้ธุรกิจตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่ใช้ในการนำเสนอผลิตภัณฑ์สำหรับขาย และมีวัตถุประสงค์หลักของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน คือ การเพิ่มผลกำไรโดยการลดจำนวนของการเชื่อมโยงในห่วงโซ่เนื่องจากมีปัญหาที่เป็นคอขวดในการจัดการการใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และใช้เวลาในการตลาดให้น้อยที่สุด และโดยปกติแล้วห่วงโซ่อุปทานเกิดขึ้นจากหลายธุรกิจที่ประสานงานกัน ทั้งนี้ ห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ 1) การจัดหาวัตถุดิบเพื่อการผลิต 2) การผลิตวัตถุดิบเป็นกึ่งสำเร็จรูปหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และ 3) การจัดจำหน่ายเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์เข้าถึงผู้บริโภค (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2557)

ในทำนองเดียวกัน ฟลอยิม ศัลยพงษ์ (2550) ได้ให้ความหมาย ห่วงโซ่อุปทาน หมายถึง โครงข่าย (Network) ของการเชื่อมโยงระหว่างองค์กรซึ่งทำงานร่วมกันในการควบคุมจัดการและปรับปรุงกิจกรรมการเคลื่อนย้ายของวัตถุดิบ (Material Flow) และการเคลื่อนย้ายของข้อมูล (Information Flow) จากผู้จัดหาหรือส่งมอบวัตถุดิบไปยังผู้บริโภค ขั้นสุดท้าย ดังนั้น ในห่วงโซ่อุปทานจึงประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องหลักซึ่งได้แก่ ผู้จัดหาวัตถุดิบ ผู้ผลิต ผู้กระจายสินค้า และลูกค้า

2) แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการเกษตร

สำหรับการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการเกษตร และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานนั้น เมื่อพิจารณาจากแนวคิดเรื่อง Agricultural Supply Chain Analysis ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำออกเป็น 6 ขั้นตอนหลัก และสามารถจัดกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มผู้เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน ได้ดังนี้ (ภาพที่ 4.1)

- 1) ขั้นตอนการผลิต/เพาะปลูก (Production) - กลุ่มเกษตรกรที่เป็นเจ้าของที่ทำเกษตรขนาดเล็ก สมาคม/เครือข่ายเกษตรกรผู้เพาะปลูก ผู้จัดหาวัตถุดิบในการผลิต
- 2) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง - กลุ่มเกษตรกรที่เป็นเจ้าของที่ทำเกษตรขนาดเล็ก สมาคม/เครือข่ายเกษตรกรผู้เพาะปลูก และกลุ่ม/บริษัทที่ทำด้านโลจิสติกส์
- 3) ขั้นตอนของการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรขั้นปฐมภูมิ - กลุ่มผู้แปรรูปขั้นต้น กลุ่มผู้จัดหา/ขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ/เครื่องจักรในการแปรรูป
- 4) ขั้นตอนของการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรทุติยภูมิ - กลุ่มผู้แปรรูปขั้นสูง กลุ่มผู้จัดหา/ขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ/เครื่องจักรในการแปรรูป
- 5) ขั้นตอนของการกระจายสินค้า จัดทำแพคเกจ และขนส่งสินค้า - กลุ่ม/บริษัทที่ทำด้านบรรจุภัณฑ์สินค้าเกษตร และกลุ่ม/บริษัทที่ทำด้านโลจิสติกส์
- 6) ขั้นตอนการจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตร (ขายส่ง/ขายปลีก) และตลาดกระจายสินค้าเกษตร - ร้านขายของซูเปอร์มาร์เก็ต ห้าง/บริษัทที่ขายอาหารและเครื่องดื่ม



ที่มา: Kearney's association, "Africa's agricultural transformation opportunity"
แหล่งที่มา: <https://www.middle-east.kearney.com/...>

ภาพที่ 4.1 ห่วงโซ่อุปทานการผลิตสินค้าเกษตร

3) แนวคิดการยกระดับศักยภาพของกลุ่มเกษตรกรในห่วงโซ่อุปทานสินค้าเกษตร

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2553) ได้อธิบายการจัดการระบบห่วงโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพว่าเป็นการเชื่อมโยงกระบวนการต่าง ๆ ภายในและนอกกลุ่มเกษตรกรตลอดห่วงโซ่อุปทาน โดยที่การเชื่อมโยงกันนั้นเกิดขึ้นทั้งในทางกายภาพของสินค้าและวัตถุดิบ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนความร่วมมือต่าง ๆ ฉะนั้น แนวทางสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยลดข้อจำกัดด้านข้อมูลและอำนาจเหนือตลาดและส่งผลทำให้ต้นทุนลดลงได้ คือ การสร้างความร่วมมือระหว่างกันภายในตลาดหรือในห่วงโซ่อุปทาน ถ้ากลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่ในห่วงโซ่อุปทานเห็นว่า การดำเนินการเพาะปลูกในรูปแบบดั้งเดิมก่อให้เกิดต้นทุนสูงมากย่อมกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหลายใส่ใจถึงการร่วมมือในการทำการเพาะปลูกมากขึ้น ดังนั้น กลุ่มเกษตรกรจึงควรร่วมมือกันในการพัฒนาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ให้มีปฏิสัมพันธ์กัน พร้อมกับสร้างเครือข่ายความร่วมมือในระบบที่ชัดเจนและสามารถประสานงานระหว่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยยกระดับศักยภาพของกลุ่มเกษตรกรในการเพิ่มมูลค่า การลดต้นทุน นวัตกรรม การตลาด และสินเชื่อ

4) แนวคิดการจัดการและการยกระดับคุณค่าห่วงโซ่สินค้าเกษตรและอาหาร

ประเทศไทยมีเกษตรกรรายย่อยจำนวนมากที่การผลิตไม่ได้คุณภาพมาตรฐานซึ่งรวมถึงความปลอดภัยในอาหาร วิธีการบริหารจัดการเป็นสิ่งที่สามารถยกระดับมาตรฐานการผลิต-แปรรูป-บรรจุภัณฑ์ให้เกษตรกรรายย่อย และสามารถแข่งขันต่อไปได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ Farm-to-Fork Management ต้องมีการจัดการกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่การผลิตระดับฟาร์ม (GAP: Good Agricultural Practice) การขนส่ง-ห้องเย็น การแปรรูป-บรรจุภัณฑ์ (GMP: Good Manufacturing Practice, HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Points) ส่วนผสม/ประกอบของอาหาร หรือ อาหารประเภท Ready-to-Eat/Ready-to-Cook ไปจนถึงการจัดจำหน่าย ทั้งนี้เห็นได้ว่า ในแต่ละขั้นตอนที่ขยับขึ้นมาตามห่วงโซ่นั้นเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า โดยจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบริหารจัดการและการกำกับดูแลการดำเนินงานตลอดห่วงโซ่นี้ และมีการกระจายผลประโยชน์ ผลตอบแทน และการปันผลให้แก่สมาชิกในเครือข่ายกลับไปยังต้นน้ำของห่วงโซ่อุปทานเพื่อเกิดความเติบโตและความเข้มแข็งในการพัฒนาห่วงโซ่อาหารนี้ต่อไป (พลนัท พรพภักดิ์, พินันtha โรจนรัตน์ศิริกุล และปภัสนร ผลเพิ่ม, 2556)

นอกจากนี้ Wisner (2005) อธิบายว่า โดยทั่วไปห่วงโซ่อุปทานของสินค้าเกษตรประกอบด้วยภาคส่วนที่เกี่ยวข้องและกิจกรรมที่หลากหลาย ตั้งแต่กระบวนการผลิตต้นน้ำ ได้แก่ เกษตรกรผู้ผลิตวัตถุดิบ ผู้เป็นเจ้าของปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย เมล็ดพันธุ์ กระบวนการผลิตกลางน้ำ ได้แก่ องค์กรผู้รวบรวม แปรรูปผลิตภัณฑ์ และบรรจุ เช่น ภาคสหกรณ์ โรงสี ผู้ส่งออก กระบวนการปลายน้ำ ได้แก่ การกระจายสินค้าสู่มือผู้บริโภค ได้แก่ ผู้ขนส่ง และร้านค้าปลีก นอกจากนี้มีภาคส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการเพิ่มมูลค่าแก่สินค้า เช่น หน่วยงานภาครัฐ หรือองค์กรผู้สนับสนุนปัจจัยในการดำเนินงาน เช่น ผู้เป็นเจ้าของแหล่งเงินทุน โดยมีจุดเน้นว่าสมาชิกทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมต่าง ๆ ของห่วงโซ่อุปทานควรมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการข้อมูล สินค้า บริการเงินทุน และองค์ความรู้เพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ผู้บริโภคในขั้นสุดท้าย

5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่อุปทานของพืชเป้าหมายในการศึกษา

งานวิจัยเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ คือ สฤณี อาชวานันทกุล และคณะ (2556) ได้วิเคราะห์การจัดการห่วงโซ่อุปทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อส่งเสริมการจัดการลุ่มน้ำอย่างยั่งยืนในจังหวัดน่านพบว่า ปัญหาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วง พ.ศ. 2545-2556 เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 109 และมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 61 ของพื้นที่ป่า (พื้นที่ประมาณ 30,000 ไร่) โดยผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่สำคัญ ได้แก่ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ซึ่งถือเป็นผู้ปล่อยสินเชื่อเพื่อการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รายใหญ่ ลำดับต่อมา คือ บริษัทเอกชน 2 แห่งที่เป็นผู้รับซื้อผลผลิตรายใหญ่ในแถบนั้น คือ เบทาโกรและเครือซีพี โดยทั้ง 2 บริษัทมีส่วนแบ่งตลาดประมาณร้อยละ 40 และร้อยละ 28 ตามลำดับ แต่ซีพีถือเป็นบริษัทเดียวที่ทำธุรกิจด้านการเกษตรแบบครบวงจร ตั้งแต่การขายปัจจัยการผลิต เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ไปจนถึงการรับซื้อ จึงถือเป็นเจ้าตลาดในพื้นที่ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ยังถือเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำอาหารสัตว์ เช่นเดียวกับปลาป่น โดยทิศทางของตลาดโลก อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ยังคงมีโอกาสในการขยายตัวค่อนข้างมาก และเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดอุปสงค์และอุปทานข้าวโพดของเลี้ยงสัตว์ อีกทั้งโครงการหรือนโยบายจากภาครัฐเองก็เป็นส่วนในการช่วยกระตุ้นเพิ่มแรงจูงใจในการผลิตแก่เกษตรกรได้เช่นกัน เช่น โครงการรับจำนำข้าวโพด โครงการประกันราคาพืชผลทางการเกษตร โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นมาจากกิจกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดในห่วงโซ่อุปทาน การผลิตก่อให้เกิดผลกระทบที่เกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาการเงิน โดยเฉพาะผู้ผลิตที่ต้องแบกรับต้นทุน เช่น เมล็ดพันธุ์ การนำเข้าสารเพื่อผลิตสารเคมีเกษตร ผู้จำหน่ายปัจจัยการผลิต ผู้ปล่อยสินเชื่อ เกษตรกรที่เป็นผู้ทำการเพาะปลูก พ่อค้าคนกลางในพื้นที่ และโรงงานอาหารสัตว์ที่เป็นผู้กำหนดราคาปลายทาง

ทั้งนี้ ผลการศึกษายังระบุว่า พฤติกรรมของเกษตรกรรายย่อยที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ชั้นก่อให้เกิดปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อมมากที่สุด เพราะนอกจากพื้นที่จะไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกแล้ว พื้นที่ชั้นส่วนใหญ่ยังเกิดจากการบุกรุกป่าต้นน้ำสำคัญในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสาขายาว-อวน-มวบ จังหวัดน่าน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลพงษ์ ตำบลทุ่งพงษ์ และตำบลป่าเลาหลวงในอำเภอสันติสุข และตำบลอวนในอำเภอบัว เพื่อจัดทำแผนที่และวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดน่าน รวมถึงค้นหาศักยภาพในการจัดการระบบห่วงโซ่อุปทานอย่างยั่งยืน เกษตรกรรายย่อยเป็นกลุ่มที่มีอำนาจการต่อรองน้อยที่สุดในห่วงโซ่อุปทาน โดยเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดในพื้นที่ชั้นมีอำนาจต่อรองและทางเลือกน้อยกว่าเกษตรกรที่ปลูกในพื้นที่ราบ เพราะผลผลิตที่ได้คุณภาพด้อยกว่า แต่ต้นทุนในการผลิตกลับสูงกว่า ดังนั้นเพียงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียรายสำคัญที่มีอำนาจในการต่อรองสูงหันมาให้ความสำคัญกับการจัดการห่วงโซ่อุปทานอย่างยั่งยืน ก็มีโอกาที่จะช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้

นอกจากนี้ จากการศึกษาที่ส่งผลต่อระบบนิเวศและสุขภาพในพื้นที่วิจัย จังหวัดน่าน ได้ศึกษาเปรียบเทียบภาพถ่ายดาวเทียมโดย GISTDA พบว่า พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระบบนิเวศเสื่อมโทรม และหลากหลายทางชีวภาพลดลง ส่วนฝุ่นละอองจากการเผาเตรียมพื้นที่มีส่วนทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจ และการระคายเคืองผิวหนัง จากการศึกษาคุณภาพของอากาศจากการกำหนดมาตรฐานการรับซื้อที่ยั่งยืน ได้แก่ การกำหนดความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูก การกำหนดราคาซื้อที่เป็นธรรม และกลไกช่วยเหลือเกษตรกรให้สามารถเพาะปลูกอย่างยั่งยืนกว่าเดิม

งานที่เกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานของกาแฟ ได้แก่ งานของ ชนิดา พันธุ์มณี และอัมรินทร์ ศิริแก้ว (2557) กล่าวว่า แนวโน้มการบริโภคกาแฟมีอัตราเพิ่มขึ้นต่อเนื่องตลอดทศวรรษที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบการปลูกกาแฟสายพันธุ์โรบัสตาในภาคใต้ ของประเทศ มาสู่การปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า และสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ขยายพื้นที่ปลูกมายังภาคเหนือ ตอนบน ซึ่งระบบการปลูกในระยะแรกมีการใช้สารเคมีเข้มข้นเพื่อเพิ่มผลผลิต ปัจจุบันเกษตรกรมีความต้องการการจัดการองค์ความรู้ให้ปรับเปลี่ยนมาสู่ระบบการผลิตที่ปลอดภัย และแม้แต่วิธีการผลิตแบบอินทรีย์

ที่มีความประณีตในการจัดการสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากสาเหตุสำคัญ คือ กระแสความนิยมในการบริโภคอาหารปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพจึงจะเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งแนวทางการพัฒนาห่วงโซ่อุปทานกาแฟอาราบิก้าอินทรีย์มีความเป็นไปได้ในการเพิ่มมูลค่า และการพัฒนาศักยภาพเกษตรกรในการผลิตที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าอินทรีย์ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

นอกจากนี้ กรวิทย์ พักคง และสมรรถชัย แยมสะอาด (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ห่วงโซ่อุปทานและโอกาสทางการตลาดของอุตสาหกรรมกาแฟและผลิตภัณฑ์กาแฟบนที่สูงของไทยเพื่อ เพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดในประเทศกลุ่มประชาคมอาเซียนจากผลการศึกษาห่วงโซ่อุปทานและการจัดการโลจิสติกส์สมัยใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์กาแฟบนที่สูงของไทยพบว่า สายพันธุ์กาแฟที่ปลูกมากที่สุด ใน ภาคเหนือ ได้แก่กาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าโดยปลูกมากที่สุด ใน จังหวัดเชียงรายและสามารถแปรรูปกาแฟเป็นผลิตภัณฑ์ ได้ 2 รูปแบบ คือ สารกาแฟ และเมล็ดกาแฟคั่ว เพื่อบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานและระบบการจัดการโลจิสติกส์ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ อุตสาหกรรมต้นน้ำ (เกษตรกรหรือผู้ปลูกกาแฟ) อุตสาหกรรมกลางน้ำ (ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปกาแฟ) และ อุตสาหกรรมปลายน้ำ (อุตสาหกรรมอาหาร การค้า การส่งออก) โดยผลการศึกษา พบว่าอุตสาหกรรมต้นน้ำ เกษตรกรมีการผลิตกาแฟแบบกลุ่มตามแนวทางมาตรฐานเกษตรอินทรีย์สากล IFOAM เพื่อเป็นการประกัน คุณภาพเมล็ดกาแฟ เกษตรกรส่วนใหญ่ มีการปลูกกาแฟอินทรีย์มากขึ้น สำหรับอุตสาหกรรมกลางน้ำ พบว่ามีการนำเข้าเทคโนโลยี เครื่องจักรเข้ามาจากต่างประเทศ อาทิเช่น เครื่องขัด/สี สารกาแฟ เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ และ เครื่องคั่วเมล็ด กาแฟ เป็นต้น โดยโรงงานแปรรูปเมล็ดกาแฟมีการนำเข้ามาตรฐาน GMP (Codex) และ HACCP มาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการ ประกัน คุณภาพผลิตภัณฑ์ ตลอดทั้งขั้นตอนการแปรรูปจนถึงการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดรับซื้อต่อไป เช่น มาตรฐานการผลิตพืชผักผลไม้คุณภาพดีมีความปลอดภัยให้ได้รับการรับรองมาตรฐานของประเทศไทย (GAP) มาตรฐานเกษตรดีมีความเหมาะสม (Organic Thailand) นอกจากนี้จากการวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส และอุปสรรค (SWOT Analysis) พบว่า ประเทศไทยมีเทคโนโลยีการผลิตและการแปรรูปที่เหมาะสม จึงทำให้คุณภาพดี และรสชาติดี รวมถึงได้รับการรับรองมาตรฐานสากล เช่น GMP และมีผลิตภัณฑ์ให้เลือกหลากหลายซึ่งสะดวกต่อการบริโภค ทำให้ผลิตภัณฑ์กาแฟของไทยได้รับความนิยมในตลาดเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมกาแฟไทยยังมี มีต้นทุนการผลิตที่สูง ทั้งจากปัจจัยการผลิต และค่าจ้างแรงงาน รวมถึงไม่สามารถผลิต เครื่องจักรที่ทันสมัยในการแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟ ทำให้ต้องมีการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ นอกจากนี้ในตลาดส่งออก กาแฟและผลิตภัณฑ์กาแฟมีการแข่งขันสูง

ผลการวิจัยเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานการผลิตข้าว ได้แก่ เรื่อง “การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานข้าวจังหวัดนครราชสีมา: สถานการณ์ปัจจุบัน ความเชื่อมโยง ปัญหา และแนวทางการพัฒนา” ของ ศิริสรณ์เจริญ กมลลัมสกุล และคณะ (2560) พบว่า ผู้เชี่ยวชาญในห่วงโซ่อุปทานข้าวจังหวัดนครราชสีมา เลือกรูปแบบตัวอย่างแบบลูกโซ่ เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ การสอบถาม สัมภาษณ์เชิงลึก สนทนากลุ่ม และการจัดเวทีสัมมนาผลการวิจัยพบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย 4.10 ล้านไร่ 198,918 ครัวเรือน พื้นที่เก็บเกี่ยว 3.16 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 429.76 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวมตลอดทั้งปี 1.36 ล้านตัน วิธีการผลิตข้าวปรับเปลี่ยนจากการปลูกเพื่อการบริโภค มาเน้นการปลูกเพื่อการค้า ระบบโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานข้าว ประกอบด้วย 4 กระบวนการได้แก่ การวางแผน การจัดหา การผลิต และการขนส่ง ผ่าน 13 กิจกรรมทางโลจิสติกส์ การเชื่อมโยงของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ สภาพปัญหา และอุปสรรคในห่วงโซ่อุปทานข้าว ได้แก่ สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ขาดการวางแผนการผลิตและเก็บเกี่ยวที่ดี ผลผลิตคุณภาพไม่ดี ขาดตลาดรองรับข้าวเฉพาะ การกระจายข้อมูลสารสนเทศยังไม่ทั่วถึง มาตรฐานการรับซื้อในต่างประเทศสูง การถูกกดราคาจากตลาดโลก ภาครัฐสนับสนุนแต่ไม่ครอบคลุมทุกด้าน ขาดการประสานงานกัน เกษตรกรยึดติดกับการเพาะปลูกแบบเดิมไม่สามารถ รวมกลุ่มได้ ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาแบ่งได้เป็น 4 ประเด็นหลัก คือ การบริหาร

จัดการพื้นที่ปลูก และปริมาณผลผลิตให้เหมาะสม การพัฒนาระบบและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว การยกระดับคุณภาพ และการเพิ่มมูลค่าข้าว การสร้างความเข้มแข็งแก่ชาวนาและองค์กรชาวนา

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่อุปทานของผลผลิตการเกษตรอื่น ๆ ที่พบในพื้นที่อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน คือ งานของ ธีรศิริภรณ์ ณ น่าน และคณะ (2562) ได้สรุปผลจากงานวิจัยโครงการพัฒนาทุ่งช้างสู่เมืองน่านน่าอยู่ ต้นแบบของการพัฒนาชุมชนสู่การพัฒนาเมือง ซึ่งได้ศึกษาบริบทพื้นที่และการประกอบกิจการทางการเกษตรที่ผ่านมาในพื้นที่อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน โดยสามารถสรุปผลการถอดบทเรียนห่วงโซ่อุปทานผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรต้นแบบของอำเภอทุ่งช้างที่สำคัญ ได้แก่ ส้ม กาแฟ กล้วย ข้าว เกษตรผสมผสานรวมถึงการเลี้ยงไก่ (ดูตารางแสดงรายละเอียดการถอดบทเรียนของพืชต้นแบบในภาคผนวก)

4.2.3 แนวคิดและงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบต่อภาคเกษตรจากมลพิษข้ามแดนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในห้วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2556-2565) งานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อภาคเกษตรกรรมมีอยู่อย่างจำกัดและไม่แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจน ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือ Climate Change เป็นหลัก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการให้ความสำคัญกับการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับผลกระทบจากปรากฏการณ์ดังกล่าวทั้งในระดับโลกและในหลายประเทศ ดังปรากฏในสาระสำคัญของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) อีกทั้งกฎหมายสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศก็มุ่งให้ความสำคัญกับการจัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อภาคเกษตรจะเน้นศึกษาผลกระทบต่อผลผลิตทางเกษตรที่เป็นอาหารหรือพืชอาหารเป็นหลัก ดังเช่นงานสังเคราะห์เอกสารทฤษฎี เรื่อง Air pollution, food production and food security: A review from the perspective of food system ของ Sun, DAI, & Yu (2017) ได้ประมวลงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับความมั่นคงทางอาหาร โดยใช้แนวคิดเรื่อง Food system มาเป็นกรอบในการศึกษาพบว่า มีหลายบทความวิจัยที่ระบุถึงผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่ส่งผลต่อขั้นตอนการเพาะปลูกของพืชผลทางการเกษตร ได้แก่

- 1) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โอโซน (O_3) ซึ่งจะส่งต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยไปขัดขวางการสังเคราะห์อาหารด้วยแสงของพืช (photosynthesis) หรือไปเปลี่ยน organizational structure หรือ function ของพืช
- 2) มลพิษทางอากาศมีผลต่อการลดลงของผลผลิตการทำงานของเกษตรกร หรือทำให้ต้องเปลี่ยนช่วงเวลาในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวซึ่งส่งผลต่อผลผลิตที่ลดลง
- 3) ฝนกรดมีฤทธิ์ทำลายเครื่องมือหรือเครื่องจักรทางการเกษตร ทำให้เกิดความเสื่อมสภาพและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรลดลง

อีกงานวิจัยหนึ่งคือ เรื่อง A hidden threat to food production: Air pollution and agriculture in the developing world โดย Fiona Marshall, Mike Ashmore & Fiona Hinchcliffe ได้ประมวลและสังเคราะห์รูปแบบของผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร โดยแบ่งเป็น 3 รูปแบบหลักด้วยกัน ได้แก่

- 1) Direct visible injury เช่น ทำให้ใบของพืชเกิดความเสียหาย เป็นต้น
- 2) Direct effects on growth and yield ทำให้ผลผลิตโดยรวมลดลง แต่ไม่พบความเสียหายของพืชโดยตรง
- 3) Indirect effects ไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อพืช แต่การเปิดเสี่ยงต่อมลพิษทางอากาศเป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะจาก NO_2 และ SO_2 ยิ่งทำให้พืชอ่อนแอ และส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของเพลี้ยอ่อน (aphid pests)

สำหรับการประเมินความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรในห่วงโซ่อุปทานการเกษตร ในเบื้องต้น คณะผู้วิจัยได้ทบทวนกรอบแนวคิดที่เกี่ยวกับการประเมินความเปราะบางแบบ Contextual vulnerability มาปรับใช้เป็นส่วนหนึ่งของกรอบในการศึกษา เนื่องจากแนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สถาบัน และเทคโนโลยี โดยพิจารณาพร้อมกับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เพื่อประเมินความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรต่อภัยคุกคามต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภัยธรรมชาติ มลพิษ เป็นต้น ซึ่งแนวคิดนี้เชื่อมโยงกับแนวทางการปรับตัวเพื่อนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วย โดยมุ่งให้เกิดการจัดปัจจัยเชิงโครงสร้างที่ส่งผลกระทบต่อความเปราะบางของกลุ่มคน ซึ่งแนวคิดและความหมายของคำว่า “ความเปราะบาง” เมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับความเปราะบางต่อภัยคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมหรือสภาพภูมิอากาศจะหมายถึง ความไวต่อเปิดเสี่ยงต่อภัยคุกคามจากสิ่งแวดล้อม หรือมีความสามารถในการจัดการและการปรับตัวกับภัยคุกคามอย่างจำกัด อันเนื่องมาจากสถานะความเปราะบางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ สังคม และเชิงสถาบัน แม้ในปัจจุบันยังไม่มีข้อตกลงเกี่ยวกับชุดของตัวชี้วัดเพื่อประเมินความเปราะบาง โดยเฉพาะความเปราะบางทางสังคม (Social vulnerability) อย่างเป็นสากล แต่ก็มี ความพยายามในการพัฒนาตัวชี้วัดและระเบียบวิธีในการประเมิน โดยกลุ่มของตัวชี้วัดความเปราะบางที่ใช้กัน ได้แก่ กลุ่มตัวชี้วัดเกี่ยวกับสถานะทางสังคม เช่น ชนชั้น กลุ่มชาติพันธุ์ เพศสภาพ อายุ ความพิการ และสถานะทางสุขภาพ และกลุ่มตัวชี้วัดด้านสถานะทางเศรษฐกิจ เช่น ลักษณะการถือครองที่ดิน รายได้เฉลี่ยของครัวเรือน ความหลากหลายของแหล่งรายได้ นอกจากนี้ ตัวชี้วัดความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม ยังสามารถพิจารณาเชื่อมโยงไปถึงความสัมพันธ์เชิงอำนาจในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่

สำหรับตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเปราะบางของภาคเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ งานของ สุโข เสมมหาศักดิ์ และคณะ (2559) ได้ทำการประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่และผลกระทบต่อระบบนิเวศเกษตรอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้ทราบถึงบริเวณที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และนำไปสู่แนวทางในการปรับตัวของทุกภาคส่วนเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลง โดยในการประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่และผลกระทบต่อระบบนิเวศเกษตรอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้แบบสอบถาม แล้วนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติและการวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์เข้ามาประมวลผลร่วมกันในการศึกษาวิจัย โดยใช้แผนที่เป็นเครื่องมือหลักในการศึกษาวิจัยและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบจำลองระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ความเปราะบางเชิงพื้นที่ในกรณีศึกษากลุ่มน้ำแม่มิ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 บริเวณพื้นที่ศึกษากลุ่มน้ำแม่มิ พ.ศ. 2559 พบว่า รูปแบบการเพาะปลูกพืชในระบบนิเวศเกษตรกลุ่มน้ำแม่มิส่วนใหญ่เป็นการทำการเกษตรแบบเพาะปลูกพืชไม่ผลมากที่สุดโดยเฉพาะการปลูกกล้วย รองลงมาได้แก่ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส้มเขียวหวาน และข้าว ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องมาจากลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ของพื้นที่กลุ่มน้ำเป็นภูเขา ในขณะที่บริเวณที่ราบลุ่มซึ่งเหมาะสำหรับปลูกข้าวนั้นมีอยู่เป็นส่วนน้อยตามแนวริมฝั่งของน้ำแม่มิและลำน้ำสาขาย่อย ในด้านการรับรู้ของเกษตรกรที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่สามารถสังเกตและรับรู้ได้ถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะการรับรู้ในด้านการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนที่ลดลงและจำนวนวันของฝนตกที่มีระยะที่สั้นลง รวมถึงสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการรับรู้ของเกษตรกรที่มีต่อผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นพบว่า การสูญเสียผลผลิตทางการเกษตรอันเนื่องมาจากภัยแล้ง การบุกรุกและการแพร่ระบาดของศัตรูพืช และความชุกของโรคที่ปรากฏในพืชและสัตว์ คือผลกระทบเชิงลบที่มีความสำคัญที่สุดในสามลำดับแรก นอกจากนี้กรอบแนวคิดและเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้ผลจากการประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่รวมทั้งหมดในลุ่มน้ำแม่ริมสรุปได้ว่า เขตนิเวศเกษตรที่ลุ่มมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับรุนแรงสุดโดยคิดเป็นพื้นที่ 15.85 ตารางกิโลเมตร แหล่งชุมชนหลายชุมชนในบริเวณพื้นที่ลุ่มทางตะวันออกของลุ่มน้ำนี้ เช่น บ้านนาทีก บ้านสันปายาง และบ้านดอนเจียง ตกอยู่ในพื้นที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับรุนแรงที่สุด

ในขณะที่พื้นที่ในเขตนิเวศเกษตรที่ดอนพบพื้นที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระดับรุนแรงที่สุดเป็นหย่อมพื้นที่ขนาดเล็กอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ติดกับเขตนิเวศเกษตรที่ลุ่มคิดเป็นพื้นที่ 1.27 ตารางกิโลเมตร สำหรับในเขตนิเวศเกษตรที่สูงไม่ปรากฏพื้นที่ที่มีความเปราะบางในระดับรุนแรงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแต่อย่างใด ในด้านการศึกษาทางเลือกสำหรับการปรับตัวของเกษตรกร หากต้องประสบกับปัญหาภัยแล้งในระยะยาวนั้นพบว่า เกษตรกรลุ่มน้ำแม่ริมส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 70 เลือกที่วิธีการปรับตัวโดยการหาอาชีพเสริมนอกเหนือจากการเพาะปลูก เช่น การรับจ้างทั่วไป การทอผ้า ขายของชำ และกิจการร้านอาหารในชุมชน รองลงมาประมาณร้อยละ 64 เกษตรกรเลือกที่จะปรับตัวโดยใช้วิธีการปลูกพืชหมุนเวียนในพื้นที่ทำเกษตรกรรม และอันดับสามเกษตรกรกว่าร้อยละ 60 เลือกการปรับตัวโดยการสร้างระบบกักเก็บน้ำที่มีประสิทธิภาพไว้ใช้ในการเพาะปลูกในยามแล้ง เช่น การสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำเพิ่มในพื้นที่ของตน ส่วนในกรณีของการปรับตัวต่อปัญหาด้านภัยอุทกภัยในระยะยาวนั้นเกษตรกรลุ่มน้ำแม่ริมส่วนใหญ่ร้อยละ 62 เลือกที่วิธีการปรับตัวโดยการหาอาชีพเสริมนอกเหนือจากการเพาะปลูก รองลงมาร้อยละ 61.4 เลือกการปรับตัวโดยใช้วิธีการปลูกพืชหมุนเวียนในพื้นที่ทำเกษตรกรรม และอันดับสามเกษตรกรร้อยละ 59 เลือกการปรับตัวโดยการเพาะปลูกข้าวเพียงอย่างเดียว

4.2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับตัวของเกษตรกรต่อปัจจัยเสี่ยงทั้งมลพิษข้ามแดนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อภาคเกษตรกรรมมีอยู่อย่างจำกัดเช่นกันกับการประเมินผลกระทบ แต่หากเป็นกรณีที่เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติจะตอบสนองต่อสถานการณ์ดังกล่าวอย่างชัดเจนและมีการศึกษาที่แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ว่า เกษตรกรมีการตอบสนองต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติ โดยแบ่งเกษตรกรออกเป็น 2 กลุ่มคือ เกษตรกรที่ไม่สามารถปรับตัวได้ และเกษตรกรที่สามารถปรับตัวได้โดยสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกษตรกรในกลุ่มที่ไม่สามารถปรับตัวได้ คือ ไม่คาดคิดว่าจะเกิดวิกฤตและไม่มีแผนเตรียมพร้อมรับกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง (สมพร คุณวิจิตและยุพิน งามณีย์, 2561) ทั้งนี้ เมื่อประสบกับวิกฤตและได้รับผลกระทบแล้ว ยังมีเกษตรกรบางส่วนที่ไม่สามารถปรับตัวได้ เพราะการปรับตัวต้องใช้เงินทุนซึ่งเกษตรกรมีความยากจนหรือเข้าไม่ถึงแหล่งทรัพยากร เช่น ไม่มีเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสม (Maddison, 2007) จึงเป็นข้อสังเกตว่า การประสบกับวิกฤตครั้งแรกและการเป็นกลุ่มเปราะบางจะยิ่งทำให้เกษตรกรไม่สามารถปรับตัวได้

สำหรับกลุ่มเกษตรกรที่สามารถปรับตัวได้พบว่า การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับวิกฤตและมีประสบการณ์ก้าวผ่านวิกฤตซ้ำ ๆ เช่น เกษตรกรที่สามารถปรับตัวต่อภัยพิบัติซ้ำซากจะวางแผนเพาะปลูกพืชให้สอดคล้องกับช่วงเวลาการเกิดภัยพิบัติเพื่อลดความเสี่ยงจากการประสบภัยพิบัติ ให้ได้รับผลกระทบน้อยที่สุด (นภากรณ์ จันปัญญา, 2562) ทั้งนี้ สามารถสรุปการปรับตัวได้เป็น 2 ลักษณะหลัก คือ 1) การปรับตัวในเชิงบวก และ 2) การปรับตัวในเชิงลบ

1) การปรับตัวในเชิงบวก

ในภาพรวม เกษตรกรมีการปรับตัวในเชิงบวกเพื่อที่จะดำเนินการเพาะปลูกและรักษาการประกอบอาชีพเกษตร โดยสามารถจัดกลุ่มลักษณะการปรับตัวในเชิงบวกออกเป็น 8 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- 1.1) การปรับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากพื้นที่เพาะปลูก ด้วยการเพิ่มหรือลดขนาดพื้นที่ในการปลูก (ประภาส ปันตบแต่ง, สุภา ไยเมือง, สุรางค์รัตน์ จำเริญพล, มนทกานต์ นิยมามิ และวีระ หวังสัจจะโชค, 2564) การจัดการน้ำทั้งในกรณีน้ำแล้งและน้ำท่วม เช่น การสร้างสระเก็บกักน้ำ การสร้างคันดินป้องกันน้ำท่วม (คันสนีย์ กระจำโนม, อาซาร์บารมี มณิตระกูลทอง, นครศ รังควัต และปัทิตา ธรรมิรัตนเกษม, 2558; Mahasuweerachai & Buddhawongsa, 2015) การสร้างรางระบายน้ำหรือติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (สมพร คุณวิจิต และยุพิน รมณีย์, 2561) การปลูกต้นไม้บริเวณริมตลิ่ง การวางท่อเจาะบ่อเพื่อทดน้ำเข้าพื้นที่เพาะปลูก (Ministry of Agriculture and Livestock Development, 2019) การนำน้ำเสียมาบำบัดเพื่อใช้ใหม่ (Doornbos, 2001) การจัดระบบการสลับการใช้น้ำในพื้นที่เพาะปลูก (สิตางค์ ฟิลัยหล้า และคณะ, 2564) การทำที่บังแดด (Maddison, 2007) และการปลูกพืชคลุมดินช่วยลดการระเหยของน้ำ (นันทน์ภัส จันทร, พนามาศ ตรีวรรณกุล และเมตตา เร่งชวนขวย, 2564) และการสร้างเรือนกระจกเพื่อปลูกพืชในเรือนกระจก (Doornbos, 2001)
- 1.2) การเปลี่ยนแปลงพันธุ์พืช/การเพิ่มความหลากหลายของการเพาะปลูก โดยใช้พันธุ์พืชที่สามารถต้านทานโรคแมลง น้ำท่วม (สิตางค์ ฟิลัยหล้า และคณะ, 2564; คันสนีย์ กระจำโนม และคณะ, 2558) ความแห้งแล้ง (Ministry of Agriculture and Livestock Development, 2019) และเป็นที่ต้องการของตลาด (สิตางค์ ฟิลัยหล้า และคณะ, 2564) การเพิ่มความหลากหลายของการเพาะปลูกด้วยการปลูกพืชหลักร่วมหรือสลับกับพืชอื่น (ประภาส ปันตบแต่ง และคณะ, 2564; คันสนีย์ กระจำโนม และคณะ, 2558)
- 1.3) การปรับช่วงเวลาในการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น การเพิ่มหรือลดจำนวนครั้งในการปลูก (ประภาส ปันตบแต่ง และคณะ, 2564; คันสนีย์ กระจำโนม และคณะ, 2558) การปรับปฏิทินการเพาะปลูกใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม (Ministry of Agriculture and Livestock Development, 2019; สิตางค์ ฟิลัยหล้า และคณะ, 2564; สมพร คุณวิจิต และยุพิน รมณีย์, 2561) การปรับช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยเฉพาะกรณีที่เกิดภัยพิบัติซ้ำซากจะเก็บผลผลิตก่อนช่วงเวลาเกิดภัยพิบัติ (นภากรณ์ จันปัญญา, 2562; Ministry of Agriculture and Livestock Development, 2019)
- 1.4) การลดต้นทุนการเพาะปลูก เช่น การลดการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงโดยใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์ทดแทน (ประภาส ปันตบแต่ง และคณะ, 2564; นภากรณ์ จันปัญญา, 2562; คันสนีย์ กระจำโนม และคณะ, 2558) การลดการใช้การเคมีกำจัดศัตรูพืช (Doornbos, 2001) การลดการจ้างแรงงาน (ประภาส ปันตบแต่ง และคณะ, 2564; Maddison, 2007) การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้เพาะปลูกต่อเอง การใช้เมล็ดพันธุ์จากธนาคารเมล็ดพันธุ์ (Ministry of Agriculture and Livestock Development, 2019)

- 1.5) การเพิ่มมูลค่าผลผลิตและการประกอบอาชีพเสริม เช่น การแปรรูปผลผลิต การเน้นคุณภาพผลผลิตมากกว่าปริมาณ (คันสนีย์ กระจ่างโฉม และคณะ, 2558) การประกอบอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ เพื่อสร้างรายได้ทดแทนการเกษตร (นภาพกรณ์ จันปัญญา, 2562; คันสนีย์ กระจ่างโฉม และคณะ, 2558) นอกจากนี้ยังพบว่า สมาชิกในครอบครัวที่ไม่ได้ทำงานก็ต้องทำงานหรือหาอาชีพเสริมเพื่อหารายได้เพิ่มให้ครอบครัวด้วย (Sultan et al., 2021)
- 1.6) การศึกษา การแลกเปลี่ยนความรู้ และการใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการเพาะปลูก การเฝ้าระวัง การจัดการกับปัจจัยเสี่ยง และการขายผลผลิต ทั้งในรูปแบบการศึกษาด้วยตนเอง การรวมกลุ่มเกษตรกร และจากองค์กรพัฒนาการเกษตร เช่น การติดตามข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ สถานการณ์น้ำ (นันทน์ภัส จันทร และคณะ, 2564; คันสนีย์ กระจ่างโฉม และคณะ, 2558) การแลกเปลี่ยนความรู้และการใช้เทคโนโลยีการปลูกจากองค์กรพัฒนาการเกษตร (สิตางค์ ฟิลัยหล้า และคณะ, 2564; Doornbos, 2001) การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrate Pest Management) เพื่อควบคุมศัตรูพืชและโรคด้วยชีววิธี (Ministry of Agriculture and Livestock Development, 2019) การศึกษาความต้องการของตลาดและสถานที่จำหน่าย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาผลผลิตล้นตลาดจนส่งผลให้ราคาตกต่ำ (นภาพกรณ์ จันปัญญา, 2562; คันสนีย์ กระจ่างโฉม และคณะ, 2558)
- 1.7) การบริหารด้านการเงิน เช่น การจัดทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย (คันสนีย์ กระจ่างโฉม และคณะ, 2558) การทำประกันและตราสารอนุพันธ์สภาพอากาศ (weather derivatives) (Maddison, 2007) การขึ้นทะเบียนเกษตรกรเพื่อรับเงินช่วยเหลือเยียวยาเมื่อประสบภัยพิบัติ (นภาพกรณ์ จันปัญญา, 2562) การกู้ยืมเงินจากสถาบันทางการเงินหรือญาติสนิทเพื่อลงทุนในการเพาะปลูกต่อไป (Sultan et al., 2021)
- 1.8) การป้องกันสารเคมีที่ใช้ในการเพาะปลูกและการจัดการสิ่งตกค้างจากการเพาะปลูก โดยทั่วไป เกษตรกรปรับตัวด้านการป้องกันตนเองจากสารเคมีขณะพ่นหรือฉีดสารเคมีในกระบวนการปลูกด้วยการใส่ชุดคลุมร่างกายและอุปกรณ์ป้องกัน แต่อย่างไรก็ตาม การใช้อุปกรณ์ดังกล่าวไม่สะดวกในการทำงาน จึงใช้ไม่ต่อเนื่องหรือไม่ถูกต้อง (ธีรนนท์ วรรณศิริ, 2561; พัตราภรณ์ ณะแก้ว, 2560) ส่วนการจัดการสิ่งตกค้างจากการเพาะปลูกมีวัตถุประสงค์สำคัญ คือ การลดสิ่งตกค้างจากการเพาะปลูก เช่น การเผาเศษพืช การใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชหรือแมลง โดยการปรับตัวเริ่มขึ้นเมื่อเกษตรกรตระหนักในผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการที่ตนเองมีสุขภาพ สุขภาพ เช่น ไอ ระคายเคืองตาและผิวหนัง เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบการไหลเวียนโลหิต และพิจารณาถึงความคุ้มค่าจากการประกอบอาชีพและการเสียค่าใช้จ่ายหรือการเสียเวลาทำงานเพื่อรักษาพยาบาล (Raza, Abid, Faisal, Yan, Akhtar, & Adnan, 2022) ดังนั้น เกษตรกรจึงปรับวิธีการจัดการสิ่งตกค้างจากการเพาะปลูก เช่น ลดการเผาด้วยการนำเศษพืชไปใช้เป็นอาหารสัตว์หรือเป็นที่พักนอน (Raza, et al., 2022) การไถพรวน (Liu, Bruins, & Heberling, 2018) การใช้ฟางข้าวคลุมดินเพิ่มความชุ่มชื้นให้พืช การทำปุ๋ยจากเศษใบไม้ (สุรศักดิ์ นุ่มมีศรี และคณะ, 2561) แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการจัดการนี้ยังไม่เป็นที่นิยมในกลุ่มเกษตรกร เพราะยังขาดความรู้ในการนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรในพื้นที่ และมีข้อจำกัดด้านการเงินที่ต้องใช้ในการปรับวิธีการจัดการสิ่งตกค้าง (Raza, et al., 2022; Liu, Bruins, & Heberling, 2018) และพบข้อสังเกตว่า เกษตรกรที่ปรับตัวได้นั้นเป็นผู้มีแนวคิดอนุรักษ์ธรรมชาติ ต้องการดำเนินชีวิตและทำการเกษตรพร้อมกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ไม่มีข้อจำกัดด้านการเงินหรือเป็นผู้ผลิตขนาดใหญ่ที่สามารถลงทุนกับการจัดการสิ่งตกค้างและได้รับผลลัพธ์ที่คุ้มค่ายิ่งไปกว่านั้น หากรัฐสนับสนุนด้านการเงินหรือเทคโนโลยี และได้รับความชื่นชมจากชุมชนเมื่อปรับตัวได้

สำเร็จจะยังสนับสนุนให้เกิดการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ เกษตรกรรายอื่นที่ยังไม่ปรับตัวจะเริ่มสังเกตเรียนรู้วิธีการปรับตัว และมีแนวโน้มปรับตัวตามผู้ที่ปรับตัวได้แล้วด้วย (Liu, Bruins, & Heberling, 2018)

2) การปรับตัวในเชิงลบ

การปรับตัวในเชิงลบสรุปได้ 3 ด้าน ดังนี้

- 2.1) การเพาะปลูกพืชอื่นที่ทนกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่เดิม เช่น การปลูกดอกอัญชัน เนื่องจากเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย ดูแลง่าย และสามารถเพาะปลูกได้ตลอดทั้งปี (นภากรณ์ จันปัญญา, 2562)
- 2.2) การย้ายพื้นที่ทำการเกษตร การย้ายพื้นที่เพาะปลูกพืชเดิมไปยังพื้นที่ปลอดภัย เนื่องจากภัยพิบัติทำให้พื้นที่เพาะปลูกเสียหายซึ่งมีผลอย่างมากต่อรายได้ (Sultan et al., 2021; Mahasuweerachai & Buddhawongsa, 2015)
- 2.3) การออกจากภาคเกษตรกรรม เช่น การเปลี่ยนไปประกอบอาชีพปศุสัตว์ (Maddison, 2007) การรับจ้างในตัวเมือง การประกอบอาชีพค้าขาย ทั้งนี้ เกษตรกรบางรายย้ายที่อยู่อาศัยด้วยและขายหรือให้เช่าที่ดินเพาะปลูก (นภากรณ์ จันปัญญา, 2562) และเปลี่ยนไปประกอบอาชีพในภาคการอุตสาหกรรมหรือภาคบริการในเมืองหรือต่างประเทศซึ่งมีรายได้ดีกว่าการประกอบอาชีพในภาคการเกษตร (Sakdapolrak & Sterly, 2020)

สำหรับกรณีที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษพบข้อสังเกตสำคัญว่า การศึกษาและงานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบจากแหล่งที่สงสัยว่าสร้างมลพิษมีอยู่อย่างจำกัดทั้งต่างประเทศและประเทศไทย และขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ยืนยันว่าแหล่งที่สงสัยว่าสร้างมลพิษปล่อยสิ่งไม่พึงประสงค์ซึ่งกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือผลผลิต อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาผลกระทบที่แสดงว่า มีการสูญเสียพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ทำการเกษตร นอกจากนี้ มีการเสนอทางเลือกเพื่อบรรเทาผลกระทบ เช่น การเปิดรับสมัครให้เกษตรกรเปลี่ยนอาชีพไปทำงานกับองค์กร ในขณะที่เกษตรกรบางส่วนที่ไม่ต้องการอยู่ในพื้นที่เดิมแล้ว ได้ย้ายที่อยู่อาศัยและออกนอกชุมชน (ปริดา สารวจ, 2550; Prunella, 2014; Wirth, 1996)

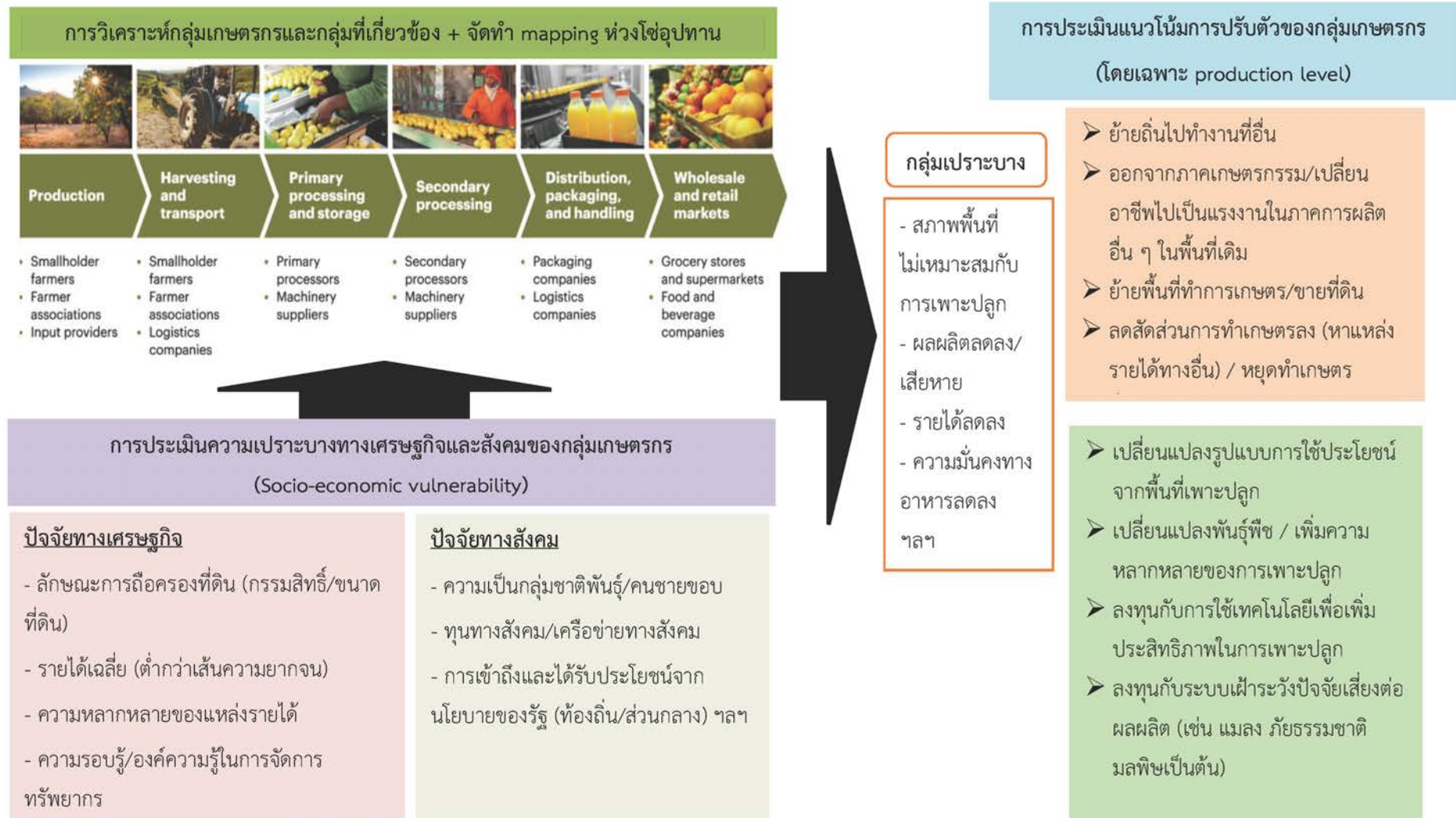
ทั้งนี้ ในประเทศไทยพบการศึกษาที่สำคัญของ ปริดา สารวจ (2550) ที่ศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรด้านสังคมและเศรษฐกิจ เนื่องจากการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะ กรณีศึกษา: บ้านหัวฝาย จังหวัดลำปางพบว่า ผลการตรวจฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ต่ำกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษายืนยันว่า การตั้งโรงไฟฟ้าส่งผลให้พื้นที่ป่าลดลงซึ่งเดิมชาวบ้านใช้ประโยชน์จากการเก็บของป่าเพื่ออุปโภค บริโภคและขาย ป่าบางแห่งเป็นแหล่งต้นน้ำ มีสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ และเป็นแหล่งท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังพบว่า เกิดการผันน้ำไปใช้ในโรงไฟฟ้าก่อน ทำให้ชุมชนขาดแหล่งน้ำใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่กระทบต่อการขาดแคลนน้ำในการปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชหลักของชุมชน อีกทั้งการดำเนินการของโรงไฟฟ้าทำให้ชุมชนบางส่วนไม่พึงพอใจเนื่องจากการขนส่งและการดำเนินการส่งเสียรบกวน มีฝุ่นละอองมากขึ้น และการตัดถนนใหม่บางเส้นขัดขวางเส้นทางเดินทางเดิม ทำให้เดินทางยากลำบากมากขึ้น และบางพื้นที่กลายเป็นที่ดินตาบอด นอกจากนี้ การสร้างโรงไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อด้านสังคมที่สมาชิกในชุมชนเกิดการแบ่งกลุ่ม เนื่องจากมีความคิดเห็นต่อการจัดการในชุมชนไม่ตรงกัน โดยกลุ่มที่ได้รับผลกระทบในลักษณะที่กล่าวมาและไม่ต้องการอยู่ในชุมชนแล้วได้ย้ายออกชุมชน โดยมีบางส่วนได้รับเงินค่าทดแทนจากการเสียที่ดินให้โรงไฟฟ้า ส่วนกลุ่มที่ยังคงอยู่ต่อและต้องการเปลี่ยนอาชีพได้รับข้อเสนอเป็นตำแหน่งงานเพื่อทำงานกับโรงไฟฟ้า

4.3 กรอบแนวคิดการวิจัย (conceptual framework)

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มคนทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตร โดยครอบคลุมทั้ง 5 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ตามแนวทางการวิเคราะห์ Agricultural Supply Chain Analysis ได้แก่ (1) กลุ่มเกษตรกรและแรงงานในภาคเกษตรในขั้นตอนการผลิต (2) กลุ่มที่ทำงานในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยวและขนส่ง (3) กลุ่มที่ทำงานในขั้นตอนของการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร (ขั้นปฐมภูมิและทุติยภูมิ) (4) กลุ่มที่ทำงานในขั้นตอนของการกระจายสินค้า และ (5) กลุ่มผู้ค้าปลีกและบริษัทภาคเอกชนที่จำหน่ายผลผลิตทางการเกษตร สำหรับระดับของการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปัจเจกบุคคล ระดับครัวเรือน ระดับกลุ่ม/เครือข่ายทางการเกษตร

จากนั้นนำไปสู่การประเมินความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรในด้านเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic vulnerability) เพื่อนำไปประกอบกับข้อมูลจากการติดตามและเฝ้าระวังของทีมนักวิชาการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อม (เคมีและชีวะ) การติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพืชผลทางการเกษตร (คุณภาพของผลผลิต/คุณภาพดิน/คุณภาพน้ำ) และการติดตามความเสี่ยงทางสุขภาพ เมื่อสามารถวิเคราะห์และกำหนดกลุ่มเปราะบางจากปัจจัยร่วมทั้งหมดแล้ว ก็จะวิเคราะห์เพื่อประเมินแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางดังกล่าวว่าจะมีการปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อผลกระทบอย่างไร ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ

การศึกษานี้ใช้ 3 แนวคิดประกอบการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอน โดยเริ่มจากแนวคิดเรื่อง Agricultural Supply Chain Analysis เพื่อวิเคราะห์หากกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตรของพืชทั้ง 6 ชนิดที่กำหนด จากนั้นได้ปรับใช้แนวคิดเรื่องการประเมินความเปราะบางแบบ Contextual vulnerability ที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สถาบัน และเทคโนโลยี มาพิจารณาร่วมกับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เพื่อประเมินความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรต่อภัยคุกคามต่าง ๆ (เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภัยธรรมชาติ มลพิษ เป็นต้น) ซึ่งแนวคิดนี้เชื่อมโยงกับแนวทางการปรับตัวเพื่อนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วย โดยมุ่งให้เกิดการจัดปัจจัยเชิงโครงสร้างที่ส่งผลต่อความเปราะบางของกลุ่มคน รวมถึงเป็นฐานคิดสำคัญในการแสวงหาแนวทางนโยบายที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity) ของกลุ่มเปราะบาง ในส่วนสุดท้าย คือ การประเมินแนวโน้มการปรับตัวต่อผลกระทบจากมลพิษข้ามพรมแดน ได้ปรับใช้แนวคิดเกี่ยวกับ food supply chain resilience to environmental variability ซึ่งได้นำเสนอแนวทางการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม (Potential responses to environmental variability) ไว้ตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตร แต่ในงานนี้จะนำเฉพาะส่วนของการตอบสนองหรือปรับตัวในส่วนของขั้นตอนการผลิต (production) ดังภาพที่ 4.2



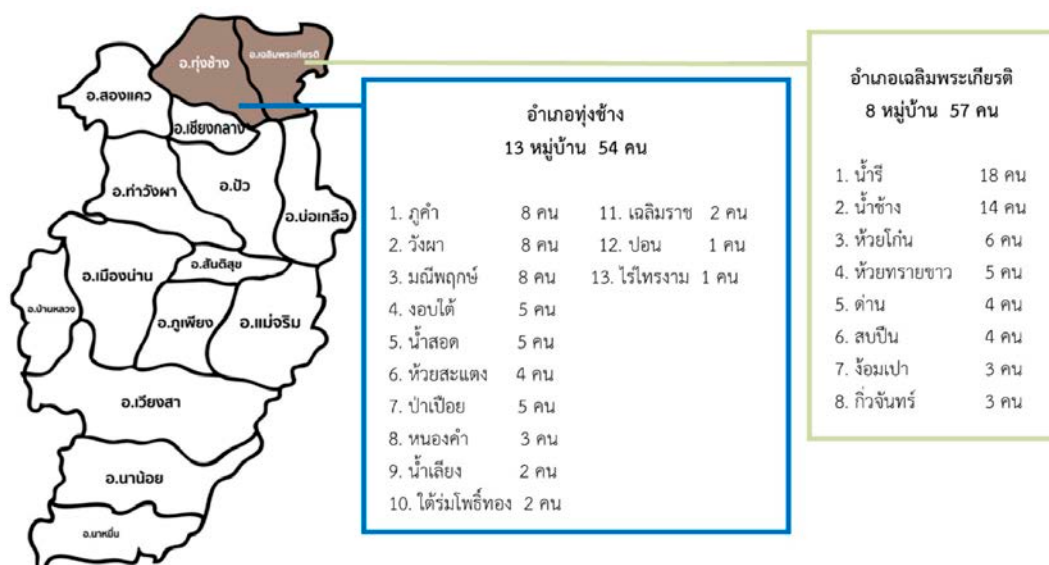
ภาพที่ 4.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา

4.4 ระเบียบวิธีวิจัยและการดำเนินงาน

การศึกษาในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) เป็นหลัก โดยศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อมาพัฒนาเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยเฉพาะการตอบโจทย์/วัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อ 1 และ 2 ประกอบกับการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory research) กับกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มผู้แทนทั้งภาครัฐ ภาคประชาสังคม และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการทำเกษตรในพื้นที่ศึกษา เพื่อตอบโจทย์/วัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อ 3 โดยร่วมกันพัฒนาเครื่องมือและต่อยอดการใช้ประโยชน์จากระบบฐานข้อมูลติดตามและเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อพืชผลทางการเกษตรที่มีอยู่ของ C-Site ซึ่งรายละเอียดของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบโจทย์/วัตถุประสงค์การวิจัยในแต่ละข้อดังแสดงในตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนาม



ภาพที่ 4.4 พื้นที่ศึกษาและจำนวนเกษตรกรที่ให้ข้อมูล

ตารางที่ 4.3 สรุปวัตถุประสงค์ วิธีการเก็บข้อมูล และกลุ่มเป้าหมาย

วัตถุประสงค์	วิธีการเก็บข้อมูล	กลุ่มเป้าหมาย
1. เพื่อศึกษาข้อมูลของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้อง รวมถึงจัดทำแผนที่ห่วงโซ่อุปทานการผลิตส้ม กาแฟ หม่อน มัณฑาปะหลัง ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสาหร่ายไก่อ ในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน	1) การศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการเกษตร รวมถึงข้อมูลสถิติต่าง ๆ เกี่ยวกับพืชเป้าหมายในการศึกษา 2) การสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ที่เกี่ยวข้องกับการทำเกษตรในพื้นที่ศึกษา เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปกำหนดกลุ่มเป้าหมายสำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึก กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตร 3) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) กับกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตร ตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวเกี่ยวและขนส่ง การแปรรูปขั้นต้นและจัดเก็บ การแปรรูปขั้นสูง การกระจายสินค้า แพคเกจจิ้งและขนส่งไปยังผู้บริโภค และการจัดจำหน่าย ในพืชเป้าหมาย 6 ประเภท คือ ส้ม กาแฟ หม่อน มัณฑาปะหลัง ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ประมาณ 10-15 คน ได้แก่ ผู้แทนจากสำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย ผู้แทนสำนักงานเกษตรจังหวัดน่าน ผู้นำชุมชนและผู้นำในระดับตำบลและอำเภอ ผู้แทนจากเครือข่ายเกษตรกรในพื้นที่ ผู้แทนจากสภาเกษตรกรจังหวัดน่าน 2) กลุ่มเป้าหมายในการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview guidelines) คือ กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อุปทานการเกษตรของพืชเป้าหมายทั้ง 6 ประเภท ประมาณกลุ่มละ 15-20 คนต่อพืชแต่ละประเภท
3. เพื่อประเมินความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม และแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานอันเนื่องมาจากมลพิษข้ามแดน	1) การศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกร รวมถึงทบทวนผลการศึกษาจากชุดโครงการฯ ในระยะที่ 1 เพื่อสังเคราะห์และจัดทำเป็นร่างลิสต์ตัวชี้วัดความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกร	1) กลุ่มเป้าหมายในการประชุมระดมสมองเพื่อพิจารณาตัวชี้วัดและประเมินความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม คือ ผู้แทนจากกลุ่ม/เครือข่ายเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะในขั้นของการผลิต (Production level) ทั้งหมด 6 กลุ่มในพืชแต่ละประเภท กลุ่มละประมาณ 8-10 คน

วัตถุประสงค์	วิธีการเก็บข้อมูล	กลุ่มเป้าหมาย
	2) การจัดประชุมระดมสมองเพื่อพิจารณาตัวชี้วัดและประเมินความเปราะบางทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตรของพืชทั้ง 6 ประเภท 3) การจัดประชุมเพื่อประเมินแนวโน้ม (Scenario analysis) การปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มแรงงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในขั้นตอนของกระบวนการผลิต (production)	2) กลุ่มเป้าหมายในการประชุมเพื่อประเมินแนวโน้มการปรับตัว คือ ผู้แทนจากกลุ่ม/เครือข่ายเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะในขั้นของการผลิต (Production level) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการประเมินว่ามีความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม ทั้งหมด 6 กลุ่ม ในพืชแต่ละประเภท กลุ่มละประมาณ 8-10 คน
3. เพื่อพัฒนาเครื่องมือและขยายผลการใช้ประโยชน์ของฐานข้อมูลระบบเฝ้าระวังสุขภาพโดยชุมชน (Community-led Health Impact Monitoring System) โดยเฉพาะส่วนของการเฝ้าระวังความเสี่ยงของผลิตผลทางการเกษตรจากมลพิษข้ามแดน	การพัฒนาเครื่องมือและต่อยอดการใช้ประโยชน์ของระบบฐานข้อมูล C-Site เพื่อติดตามและเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อพืชผลทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษา โดยเน้นการมีส่วนร่วมของกลุ่ม/เครือข่ายเกษตรกรของพืชเป้าหมายในการศึกษานี้เป็นหลัก 1) การจัดตั้งคณะทำงานร่วมเพื่อติดตามและเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อพืชผลทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษา ระหว่างนักวิชาการ (จากส่วนกลางและในพื้นที่ จ.น่าน) ผู้แทนกลุ่ม/เครือข่ายเกษตรกรของพืชทั้ง 6 ประเภท ผู้แทนหน่วยงานภาครัฐที่ดูแลด้านการเกษตรในพื้นที่ ผู้แทนจากภาคประชาสังคม/สภาเกษตรกรในพื้นที่ 2) การจัดอบรม (ร่วมกับทีมวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และทีมวิจัย TPBS) กลุ่มผู้แทนเกษตรกรของพืชทั้ง 6 ประเภท โดยเน้นการทดลองใช้ระบบการติดตามและเฝ้าระวังบนฐานข้อมูล C-Site ไปพร้อมกับการประเมินระบบ เพื่อนำข้อมูลป้อนกลับไปเพื่อพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้จริง และมีตรึงกับผู้ใช้ (กลุ่มเกษตรกร)	1) กลุ่มเป้าหมายในการจัดอบรมการใช้ระบบติดตามและเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนต่อพืชผลทางการเกษตร คือ ผู้แทนจากกลุ่ม/เครือข่ายเกษตรกรของพืชทั้ง 7 ประเภท

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขั้นที่ 1: การเตรียมงานภาคสนาม

การเตรียมงานภาคสนามก่อนลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเกษตรกร ทางทีมวิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานในภาพรวมของพื้นที่ รวมถึงเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยแบ่งเป็นการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ที่เกี่ยวกับการทำเกษตรในพื้นที่ศึกษา เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปกำหนดกลุ่มเป้าหมายสำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตร ได้แก่ เกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ เกษตรอำเภอทุ่งช้าง รวมถึงการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) กับกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตรโดยเฉพาะในกระบวนการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวเกี่ยวและขนส่ง ได้แก่ การสัมภาษณ์เจ้าของแปลงไม้ในอำเภอทุ่งช้าง การจัดสนทนากลุ่มกับผู้แทนเกษตรกรในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และสัมภาษณ์ผู้แทนเกษตรกรในอำเภอทุ่งช้าง

ขั้นที่ 2: การเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ความเปราะบาง และการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษา

การเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่ปลูกพืชหลัก 6 ประเภทในพื้นที่อำเภอทุ่งช้าง และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จำนวนรวม 131 คน (ดูตารางที่ 4.5) โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview guidelines)

พื้นที่เป้าหมายในการเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ทีมวิจัยได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลกับกลุ่มเกษตรกรใน 2 พื้นที่หลัก ได้แก่ อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ครอบคลุมพื้นที่ 21 หมู่บ้าน โดยเป็นหมู่บ้านในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ 8 หมู่บ้าน และในอำเภอทุ่งช้าง 13 หมู่บ้าน (ภาพที่ 4.4) โดยการกระจายการเก็บตัวอย่างจะสอดคล้องกับแผนที่ที่มีการวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์การตกสะสมของสารปรอท

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรในทั้ง 2 พื้นที่แล้วสามารถจัดแบ่งการเก็บข้อมูลตามประเภทของพืชในแต่ละพื้นที่ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 การเก็บข้อมูลตามประเภทของพืชในแต่ละพื้นที่

อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	อำเภอยางชุมน้อย
1. ข้าว	1. ข้าว
2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
3. มันสำปะหลัง	3. มันสำปะหลัง
4. กาแฟ	4. กาแฟ
5. หม่อน	5. ส้ม

หมายเหตุ: พิจารณาจากข้อมูลพืชเศรษฐกิจหลักของ 2 พื้นที่การศึกษาจากสำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย

ขั้นที่ 3: การเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน และการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ควบคุม

การเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ควบคุมจำนวน 9 คน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ พื้นที่ควบคุมที่มีการปลูกพืชประเภทเดียวกับพืชเป้าหมาย อยู่อำเภออื่น ๆ ในจังหวัดน่าน จำนวน 5 คน และพื้นที่ที่มีการปลูกพืชเป้าหมาย แต่อยู่ในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ ในภาคเหนือ จำนวน 4 คน (ดูตารางที่ 4.5) เพื่อควบคุมบริบทการปลูกพืชให้มีลักษณะใกล้เคียงกับในพื้นที่เป้าหมาย และสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงผลผลิตก่อนและหลังตั้งโรงไฟฟ้าได้

ขั้นที่ 4: การประชุมร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาผลการศึกษาเบื้องต้น

หลังจากวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรในช่วงก่อนและหลังการตั้งโรงไฟฟ้า ทางทีมวิจัยได้นำเสนอร่างผลการศึกษาเบื้องต้นกับผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่และสำนักวิทยบริการการเกษตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดน่าน จากนั้นได้วางแผนเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาเพิ่มเพื่อตรวจหาสารปรอทตกค้าง และธาตุอาหารในดิน

ขั้นที่ 5: การเก็บตัวอย่างดินเพื่อตรวจสอบสารปรอทตกค้างและธาตุอาหาร

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อตรวจสอบสารปรอทตกค้าง และธาตุอาหารในดิน ทั้งนี้ เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ บริบทและเงื่อนไขของการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่ศึกษา โดยได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินใน 18 หมู่บ้าน จำนวน 35 ตัวอย่าง โดยส่งให้ทางห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งขั้นตอนของการเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งตรวจมีดังนี้

อุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์ขุดดินเช่น พลั่ว จอบ และเสียม
- 2) ถุงใส่ตัวอย่างดิน
- 3) ปากกา
- 4) กระดาษเพื่อจดบันทึก

วิธีการเก็บตัวอย่าง

- 1) เลือกบริเวณที่จะเก็บตัวอย่าง โดยต้องเป็นพื้นที่แห้ง ไม่เปียกหรือมีน้ำขัง ไม่ใช่พื้นที่ในบริเวณที่มีคอกสัตว์ หรือมีการเก็บปุ๋ยและสารเคมี
- 2) ทำความสะอาดหน้าดิน โดยถางหญ้าและสิ่งกีดขวางออก แล้วทำการเปิดหน้าดิน และจุดหลุมให้ลึกลงไป 15 เซนติเมตร จากนั้นเก็บตัวอย่างดินภายในหลุมที่ขุด โดยต้องทำการสุ่มเลือกพื้นที่ที่จะขุดดินให้ทั่วแปลง อย่างน้อย 5 จุด เป็นตัวแทนดินในพื้นที่เพื่อเป็นตัวอย่างในการส่งตรวจ
- 3) ทำการเก็บดินใส่ในถุง และผสมดินที่ได้ในแต่ละจุดภายในแปลงรวมกัน แล้วทำการเขียนรายละเอียดระบุไว้บนถุงเก็บตัวอย่างเพื่อไม่ให้เกิดการสับสน
- 4) ทำการย่อยดินให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หากตัวอย่างดินมีความชื้นให้ทำการตากแห้ง โดยตากในที่ร่มแสงแดด ก่อนส่งตรวจควรบดตัวอย่างดินให้มีความละเอียดเพื่อง่ายต่อการตรวจวิเคราะห์ และเก็บตัวอย่างไว้ในที่ ที่ไม่มีความชื้นเพื่อส่งตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

ขั้นที่ 6: การประชุมคืนข้อมูลกับกลุ่มผู้แทนเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมกับกลุ่มผู้แทนเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาเพื่อคืนข้อมูลให้กับกลุ่มเป้าหมาย รวมถึง มีการร่วมวิเคราะห์ปัจจัยที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านการเกษตร และแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) และระยะยาว (ภายใน 5 ปี)

4.5 ผลการศึกษา

ผลจากการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเกษตรกรโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในพื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอฟุ่่งช้าง รวมทั้งสิ้น 21 หมู่บ้าน ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 131 ราย และเก็บข้อมูลในพื้นที่ควบคุมอีก 9 ราย รวมเป็น 140 ราย (ตารางที่ 4.5) นอกจากนี้ ยังมีผลจากการจัดประชุมสนทนากลุ่มกับกลุ่มเกษตรกรทั้งก่อนและหลังเก็บข้อมูลภาคสนาม การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่รัฐที่เกี่ยวข้อง เจ้าของเลี้ยง และการจัดประชุมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและโรคพืชเพื่อให้ความเห็นต่อผลการศึกษา ทั้งนี้ สามารถแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่ของกลุ่มตัวอย่างจากการใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกร ผลการเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรก่อนและหลังตั้งโรงไฟฟ้า และผลการประเมินแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในระยะสั้นและระยะยาว

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการเก็บข้อมูลกลุ่มเกษตรกร จำแนกตามพื้นที่และพืชหลัก (n=140)

พื้นที่ศึกษา	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	ข้าว	หม่อน	กาแฟ	ส้มใน	สัมนอก	รวม
ทุ่่งช้าง (64)	5 3.8%	12 9.2%	11 8.4%	0 0%	12 9.2%	10 7.6%	14 10.7%	64 48.9%
เฉลิมพระเกียรติ (67)	19 14.5%	11 8.4%	6 4.6%	20 15.3%	11 8.4%	0 0%	0 0%	67 51.1%
พื้นที่ควบคุม (9)	อำเภอภูเพียงและนาหมื่น น่าน: ข้าว 2 อำเภอสันติสุขและนาหมื่น น่าน: ข้าวโพด 2 อำเภอท่าวังผา น่าน: ส้มในกลุ่ม 1				อำเภอเมืองปาง ลำปาง: กาแฟ 1 อำเภอร้องกวางแพร่: ข้าว 1 อำเภอฝาง เชียงใหม่: ส้มในกลุ่ม 1 อำเภอแม่สรวย เชียงราย: กาแฟ 1			

*ส้มใน = ส้มในกลุ่มปลอดภัย

**สัมนอก = สัมปลูกโดยใช้สารเคมี

4.5.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

4.5.1.1 ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่ทำการเกษตรในพื้นที่ศึกษา (ร้อยละ 93.6) มากกว่าพื้นที่ควบคุม (ร้อยละ 6.4) และจากตารางที่ 4.6 อธิบายลักษณะทางประชากรที่สำคัญได้ดังนี้

เพศ ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิง (ร้อยละ 65) มากกว่าผู้ชาย (ร้อยละ 35) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิง (ร้อยละ 82.1) มากกว่าผู้ชาย (ร้อยละ 17.9) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิงเท่ากับผู้ชาย (ร้อยละ 50.0) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชาย (ร้อยละ 55.6) มากกว่าผู้หญิง (ร้อยละ 44.4)

อายุ ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อายุ 51-60 ปี (ร้อยละ 30.7) มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 49.3 ปี อายุสูงสุด 75 ปี อายุต่ำสุด 19 ปี และอายุมัธยฐาน 51 ปี เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อายุ 31-40 ปี (ร้อยละ 32.8) และมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 43.4 ปี ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุค่อนข้างสูงกว่า โดยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อายุ 51-60 ปี (ร้อยละ 39.1) และมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 54.6 ปี ในทำนองเดียวกัน พื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อายุ 51-60 ปี เช่นกัน (ร้อยละ 33.3) และมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 55.8 ปี

ชาติพันธุ์ ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีชาติพันธุ์ลัวะ (ร้อยละ 42.9) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีชาติพันธุ์ลัวะเช่นกัน (ร้อยละ 82.1) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบความหลากหลายทางชาติพันธุ์ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นคนไทย (ร้อยละ 35.9) รองลงมา คือ ขมุ (ร้อยละ 17.2) ม้งและลื้อ (ร้อยละ 12.5) ลัวะและเหาะ (ร้อยละ 7.8) และไทยวน ไทพวน (คนเมือง) และไทเงิน และลาว (ร้อยละ 1.6) ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นคนไทย (ร้อยละ 55.6) รองลงมา คือ ลื้อ มูลเซอ อาข่า และปกาเกอะญอ (ร้อยละ 11.1)

ระดับการศึกษา ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 34.3) และพบผู้ไม่ได้รับการศึกษาด้วย (ร้อยละ 14.3) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. (ร้อยละ 25.4) และมากกว่าครึ่งหนึ่งมีการศึกษาต่ำกว่าหรือเท่ากับมัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 64.2) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 48.4) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 44.4) ไม่พบผู้ไม่ได้รับการศึกษา และกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาสูงถึงปริญญาโท (ร้อยละ 11.1)

จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.3 คน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนสูงสุด 10 คน และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนต่ำสุด 1 คน เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอทุ่งช้าง มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 4.5 คน และ 4.3 คน ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ควบคุมที่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยน้อยกว่าเล็กน้อย คือ 3.7 คน

จำนวนผู้สูงอายุในครัวเรือน ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนผู้สูงอายุในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 0.7 คน ซึ่งใกล้เคียงกับอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีจำนวนผู้สูงอายุในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 0.5 คน ส่วนอำเภอทุ่งช้างพบว่า จำนวนผู้สูงอายุในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 1 คน ส่วนพื้นที่ควบคุมที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 0.7 คน

สัดส่วนผู้สูงอายุในครัวเรือน ในภาพรวม ครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่างเกือบครึ่งหนึ่งมีผู้สูงอายุในครัวเรือน (ร้อยละ 47.1) โดยในกลุ่มครัวเรือนที่มีผู้สูงอายุพบว่า สัดส่วนผู้สูงอายุในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 19.2 กล่าวคือ หากมีสมาชิกในครอบครัวจำนวน 5 คน จะมี 1 คนที่เป็นผู้สูงอายุ และพบครัวเรือนที่เป็นผู้สูงอายุทั้งหมดด้วย เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า อำเภอทุ่งช้างมีสัดส่วนผู้สูงอายุในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 27.4 รองลงมา คือ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ร้อยละ 27.4 และพื้นที่ควบคุม ร้อยละ 18 ตามลำดับ

จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 คน ซึ่งเท่ากับพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้างที่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 คนเช่นกัน ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.3 คน

สัดส่วนผู้ที่ทำการเกษตรในครัวเรือน ในภาพรวม ครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่างมีผู้ที่ทำการเกษตรในครัวเรือนทั้งหมด โดยพบสัดส่วนผู้ที่ทำการเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 61.1 กล่าวคือมากกว่าครึ่งหนึ่งของครัวเรือนมีผู้ทำการเกษตร เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า พื้นที่ควบคุมมีสัดส่วนผู้ที่ทำการเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 68.9 รองลงมาคือ อำเภอทุ่งช้าง ร้อยละ 62.4 และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ร้อยละ 62.4

ตำบล ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในขุนน่าน (ร้อยละ 73.7) และห้วยโก้น (ร้อยละ 26.3) ส่วนอำเภอทุ่งช้าง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในงอบ (ร้อยละ 45.3) รองลงมา คือ ตำบลปอน (ร้อยละ 31.3) และตำบลและ (ร้อยละ 23.4) ตามลำดับ และพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในตำบลเมืองลี (ร้อยละ 22.2) และตำบลท่าก้อ น้ำแก่น แจ้ซ้อน แม่ยางฮ่อ ป่าเลวหลวง แม่บอน และศรีภูมิในสัดส่วนที่เท่ากัน (ร้อยละ 11.1)

อำเภอ สำหรับพื้นที่ศึกษา กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง ส่วนพื้นที่ควบคุม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในอำเภอในนาหมื่น (ร้อยละ 22.2) รองลงมาคือ ท่าวังผา ภูเพียง สันติสุข ผาง สรวาย เมืองปาน และร้องกวาง ในสัดส่วนที่เท่ากัน (ร้อยละ 11.1)

จังหวัด สำหรับพื้นที่ศึกษา กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในน่าน คิดเป็นร้อยละ 93.6 ส่วนพื้นที่ควบคุม กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดน่าน เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง และแพร่ คิดเป็นร้อยละ 6.4

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ n=67	ทุ่งช้าง n=64	พื้นที่ ควบคุม n=9	รวม n=140	หมายเหตุ
เพศ					
• หญิง	82.1	50.0	44.4	65.0	
• ชาย	17.9	50.0	55.6	35.0	
อายุ					
• 0-20 ปี	1.5	-	-	0.7	
• 21-30 ปี	14.9	3.1	-	8.6	
• 31-40 ปี	32.8	9.4	11.1	20.7	
• 41-50 ปี	19.4	18.8	22.2	19.3	
• 51-60 ปี	22.4	39.1	33.3	30.7	
• 61-70 ปี	6.0	23.4	22.2	15.0	
• 71-80 ปี	3.0	6.3	11.1	5.0	
อายุเฉลี่ย	43.4	54.6	55.8	49.3	
อายุสูงสุด	75	74	71	75	
อายุต่ำสุด	19	30	38	19	
อายุมัธยฐาน	41	56.5	53	51	
ชาติพันธุ์					
• ลัวะ	82.1	7.8	-	42.9	- อ.เฉลิมพระเกียรติ ส่วนใหญ่เป็นคนลัวะ - อ.ทุ่งช้างประกอบด้วย คนหลากหลายชาติพันธุ์ โดยส่วนใหญ่เป็นคนไทย รองลงมา คือ ขมุ ม้ง ลื้อ
• คนไทย	10.4	35.9	55.6	25.0	
• ลื้อ	7.5	12.5	11.1	10.0	
• ขะมุ	-	17.2	-	7.9	
• ม้ง	-	12.5	-	5.7	
• เหาะ	-	7.8	-	3.6	
• ไทยวน	-	1.6	-	0.7	
• ไทพวน(คนเมือง)	-	1.6	-	0.7	
• ไทเขิน	-	1.6	-	0.7	
• มูเซอ	-	-	11.1	0.7	
• อาข่า	-	-	11.1	0.7	
• ลาว	-	1.6	-	0.7	
• ปกาเกอญอ	-	-	11.1	0.7	
ระดับการศึกษา					
• ไม่ได้เรียน	23.9	6.3	-	14.3	
• ประถมศึกษา	19.4	48.4	44.4	34.3	

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ n=67	ทุ่งช้าง n=64	พื้นที่ ควบคุม n=9	รวม n=140	หมายเหตุ
• มัธยมศึกษาตอนต้น • มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. • อนุปริญญา/ปวส. • ปริญญาตรี • ปริญญาโท	20.9 25.4 4.5 6.0 -	10.9 26.6 - 7.8 -	11.1 11.1 11.1 11.1 11.1	15.7 25.0 2.9 7.1 0.7	
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน					
• เฉลี่ย • สูงสุด • ต่ำสุด	4.5 9 2	4.3 10 1	3.7 7 1	4.3 10 1	
จำนวนผู้สูงอายุในครัวเรือน					
• เฉลี่ย • สูงสุด • ต่ำสุด	0.5 3 0	1 3 0	0.7 2 0	0.7 0 3	
สัดส่วนผู้สูงอายุในครัวเรือน					
• ร้อยละ 0 (ไม่มีผู้สูงอายุในครัวเรือน) • ร้อยละ 0.1-25 • ร้อยละ 25.1-50 • ร้อยละ 50.1-75 • ร้อยละ 75.1-100 • เฉลี่ย • สูงสุด • ต่ำสุด	65.7 14.9 16.4 3.0 - 11.6 66.7 0	40.6 15.6 26.6 12.5 4.7 27.4 100.0 0	44.4 22.2 33.3 - - 18.0 50.0 0	52.9 15.7 22.1 7.1 2.1 19.2 100.0 0	
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ที่ทำการเกษตร					
• เฉลี่ย • สูงสุด • ต่ำสุด	2.5 4 1	2.5 7 1	2.3 5 1	2.5 7 1	
สัดส่วนผู้ที่ทำการเกษตรในครัวเรือน					
• ร้อยละ 0 (ไม่มีผู้ที่ทำการเกษตรในครัวเรือน) • ร้อยละ 0.1-25 • ร้อยละ 25.1-50 • ร้อยละ 50.1-75	- 13.4 35.8 31.3	- 4.7 40.6 29.7	- 11.1 33.3 11.1	- 9.3 37.9 29.3	

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ n=67	ทุ่งช้าง n=64	พื้นที่ ควบคุม n=9	รวม n=140	หมายเหตุ
- ร้อยละ 75.1-100 - เฉลี่ย - สูงสุด - ต่ำสุด	19.4 58.9 100.0 14.3	25.0 62.4 100.0 25.0	44.4 68.9 100.0 25.0	23.6 61.1 100.0 14.3	
ตำบล - ขุนน่าน - ห้วยโก๋น - งอบ - ปอน - และ - ท่าก้อ - น้ำแก่น - แจ้ซ้อน - แม่ยางฮ่อ - เมืองลี - ป่าเลาหลวง - แม่งอน - ศรีภูมิ	73.1 26.9 - - - - - - - - - - -	- - 45.3 31.3 23.4 - - - - - - -	- - - - - 11.1 11.1 11.1 11.1 22.2 11.1 11.1 11.1	35.0 12.9 20.7 14.3 10.7 0.7 0.7 0.7 0.7 1.4 0.7 0.7 0.7	
อำเภอ - เฉลิมพระเกียรติ - ทุ่งช้าง - นาหมื่น - ท่าวังผา - ภูเพียง - สันติสุข - ฝาง - สรวาย - เมืองพาน - ร้องกวาง	100.0 - - - - - - - - -	- 100.0 - - - - - - -	- - 22.2 11.1 11.1 11.1 11.1 11.1 11.1 11.1	47.9 45.7 1.4 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7	
จังหวัด - น่าน - เชียงใหม่ - เชียงราย - ลำปาง - แพร่	100.0 - - - -	100.0 - - - -	56.6 11.1 11.1 11.1 11.1	97.1 0.7 0.7 0.7 0.7	

4.5.1.2 ลักษณะการทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.7 อธิบายลักษณะการทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญได้ดังนี้

พืชหลัก ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปลูกพืชหลัก คือ ข้าวโพด (ร้อยละ 18.6) รองลงมาคือ กาแฟ (ร้อยละ 17.9) มันสำปะหลัง (ร้อยละ 16.4) ข้าวและหม่อน (ร้อยละ 14.3) ส้มนอกกลุ่ม (ส้มปลูกโดยใช้สารเคมี) (ร้อยละ 10.0) และ ส้มในกลุ่ม (ส้มในกลุ่มปลอดภัย) (ร้อยละ 8.6) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปลูกพืชหลัก คือ หม่อน (ร้อยละ 29.9) รองลงมา คือ ข้าวโพด (ร้อยละ 28.4) มันสำปะหลังและกาแฟ (ร้อยละ 16.4) และข้าว (ร้อยละ 9) ตามลำดับ ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปลูกพืชหลัก คือ ส้มนอกกลุ่ม (ร้อยละ 21.9) รองลงมา คือ กาแฟและมันสำปะหลัง (ร้อยละ 18.8) ข้าว (ร้อยละ 17.2) และส้มในกลุ่ม (ร้อยละ 15.6) ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างปลูกพืชหลัก คือ ข้าว (ร้อยละ 33.3) รองลงมา คือ กาแฟ ข้าวโพด และ ส้มในกลุ่ม (ร้อยละ 22.2) ตามลำดับ

จำนวนพืชที่ปลูกทั้งหมด ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปลูกพืชมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ชนิด (ร้อยละ 80.7) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปลูกพืชมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ชนิดเช่นกัน (ร้อยละ 85.1 และ ร้อยละ 82.9 ตามลำดับ) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปลูกพืช 2 ชนิด (ร้อยละ 55.6) ทั้งนี้ ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติพบกลุ่มตัวอย่างปลูกพืชมากถึง 10 ชนิด

จำนวนปีที่ทำเกษตร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนปีที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 28 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีจำนวนปีที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 25.5 ปี อำเภอทุ่งช้างมีจำนวนปีที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 29.2 ปี และพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนปีที่ทำการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 30.8 ปี ซึ่งหมายความว่า กลุ่มตัวอย่างใช้ระยะเวลาในการทำการเกษตรมากกว่าครึ่งหนึ่งของการดำรงชีวิต

ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 26.6 ไร่ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 30.7 ไร่ ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างมีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 22.7 ไร่ ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 23.1 ไร่

การขึ้นทะเบียนเกษตรกร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการขึ้นทะเบียนเกษตรกรในลักษณะเคยขึ้นทะเบียน และปัจจุบันยังคงอัปเดตข้อมูลสม่ำเสมอ (ร้อยละ 76.3) รองลงมา คือ เคยขึ้นทะเบียน แต่ปัจจุบันไม่ได้อัปเดตข้อมูล (ร้อยละ 20.9) และไม่เคยขึ้นทะเบียน (ร้อยละ 2.9) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการขึ้นทะเบียนเกษตรกรในลักษณะเคยขึ้นทะเบียนและปัจจุบันยังคงอัปเดตข้อมูลสม่ำเสมอ (ร้อยละ 72.7) รองลงมา คือ เคยขึ้นทะเบียน แต่ปัจจุบันไม่ได้อัปเดตข้อมูล (ร้อยละ 21.2) และไม่เคยขึ้นทะเบียน (ร้อยละ 6.1) ตามลำดับ ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการขึ้นทะเบียนเกษตรกรในลักษณะเคยขึ้นทะเบียนและปัจจุบันยังคงอัปเดตข้อมูลสม่ำเสมอ (ร้อยละ 78.1) และเคยขึ้นทะเบียน แต่ปัจจุบันไม่ได้อัปเดตข้อมูล (ร้อยละ 21.9) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการขึ้นทะเบียนเกษตรกรในลักษณะเคยขึ้นทะเบียนและปัจจุบันยังคงอัปเดตข้อมูลสม่ำเสมอ (ร้อยละ 88.9) และเคยขึ้นทะเบียน แต่ปัจจุบันไม่ได้อัปเดตข้อมูล (ร้อยละ 11.1)

การถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินทำการเกษตร ในภาพรวม เกษตรกรส่วนใหญ่เกษตรกรมีเอกสารอนุญาตทำกินหรือการอนุญาตให้เข้าทำประโยชน์หรืออยู่อาศัยภายในเขตป่าสงวนแห่งชาติเพื่อดำเนินการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล (คทช.) อาศัยมาตรา 16 พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 ในลักษณะแปลงรวม โดยไม่ให้กรรมสิทธิ์ (ร้อยละ 58.1) ในทำนองเดียวกัน เกษตรกรส่วนใหญ่เกษตรกรในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอทุ่งช้าง และพื้นที่ควบคุมพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีเอกสารอนุญาตทำกิน (คทช.) เช่นกัน (ร้อยละ 64.2 ร้อยละ 55.7 และ ร้อยละ 25 ตามลำดับ)

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของลักษณะการทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ	ทุ่งช้าง	พื้นที่ ควบคุม	รวม	หมายเหตุ
พืชหลัก	(n=67)	(n=64)	(n=9)	(n=140)	
• กาแฟ	16.4	18.8	22.2	17.9	
• ข้าวโพด	28.4	7.8	22.2	18.6	
• มันสำปะหลัง	16.4	18.8	-	16.4	
• ข้าว	9.0	17.2	33.3	14.3	
• หม่อน	29.9	-	-	14.3	
• ส้มนอกกลุ่ม	-	21.9	-	10.0	
• ส้มในกลุ่ม	-	15.6	22.2	8.6	
จำนวนพืชที่ปลูกทั้งหมด	(n=67)	(n=64)	(n=9)	(n=140)	
• 1 พืช	3.0	7.8	11.1	5.7	- ส่วนใหญ่เกษตรกรปลูกพืชมากกว่า 3 ชนิด ทั้งในลักษณะปลูกไปพร้อมกันในพื้นที่ผืนเดียวกัน และการปลูกพืชสลับหมุนเวียน - ชนิดของพืชที่ปลูกมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว พืชที่เคยเป็นพืชหลักถูกเปลี่ยนเป็นพืชชนิดอื่นแทนตามความต้องการของตลาด
• 2 พืช	11.9	9.4	55.6	13.6	
• 3 พืช	28.4	31.3	22.2	29.3	
• 4 พืช	35.8	26.6	-	29.3	
• 5 พืช	19.4	21.9	11.1	20.0	
• มากกว่า 5 พืช	1.5	3.1	-	2.1	
จำนวนพืชที่ปลูกเฉลี่ย	3.7	3.5	2.4	3.5	
จำนวนพืชที่เพาะปลูกสูงสุด	10	6	5	10	
จำนวนพืชที่เพาะปลูกต่ำสุด	1	1	1	1	
จำนวนปีที่ทำการเกษตร	(n=59)	(n=64)	(n=8)	(n=131)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 10 ปี	13.6	7.8	12.5	10.7	ในภาพรวม จำนวนปีที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 28 ปี ถ้าเทียบกับอายุเฉลี่ยเกษตรกรทำการเกษตรมากกว่าครึ่งชีวิต
• 11-20 ปี	35.6	21.9	25.0	28.2	
• 21-30 ปี	16.9	23.4	12.5	19.8	
• 31-40 ปี	23.7	28.1	25.0	26.0	
• 41-50 ปี	5.1	15.6	25.0	9.9	
• 51-60 ปี	5.1	3.1	-	5.3	

ลักษณะ	เฉลี่ย พระเกียรติ	ทุ่งช้าง	พื้นที่ ควบคุม	รวม	หมายเหตุ
จำนวนปีที่ทำการเกษตรเฉลี่ย	25.5	29.9	30.8	28	
จำนวนปีที่ทำการเกษตรสูงสุด	60	60	54	60	
จำนวนปีที่ทำการเกษตรต่ำสุด	5	5	9	5	
ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด	(n=67)	(n=63)	(n=9)	(n=139)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 10 ไร่	9.0	12.7	44.4	12.9	- เกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยประมาณ 27 ไร่ - มีขนาดพื้นที่เพาะปลูกที่ให้ผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพไม่มากนัก เพราะบางส่วนดินเริ่มไม่เหมาะสมกับปลูก บางส่วนอยู่ในป่าลึก เดินทางเข้าไปดูแลลำบาก ทำให้ไม่สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้
• 11-20 ไร่	32.8	36.5	22.2	33.8	
• 21-30 ไร่	11.9	25.4	11.1	18.0	
• 31-40 ไร่	22.4	20.6	-	20.1	
• 41-50 ไร่	10.4	3.2	11.1	7.2	
• 51-60 ไร่	6.0	1.6	-	3.6	
• 61-70 ไร่	3.0	-	-	1.4	
• มากกว่า 70 ไร่	4.5	-	11.1	2.9	
ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย	30.7	22.7	23.1	26.6	
ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกสูงสุด	110.5	6	75	110.5	
ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกต่ำสุด	1	1	5	1	
การขึ้นทะเบียนเกษตรกร	(n=66)	(n=64)	(n=9)	(n=139)	
• เคยขึ้นทะเบียนและปัจจุบันยังคงอัปเดตข้อมูลสม่ำเสมอ	72.7	78.1	88.9	76.3	
• เคยขึ้นทะเบียน แต่ปัจจุบันไม่ได้อัปเดตข้อมูล	21.2	21.9	11.1	20.9	
• ไม่เคยขึ้นทะเบียน	6.1	-	-	2.9	
การถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินทำการเกษตร	(n=67)	(n=61)	(n=8)	(n=136)	
• เอกสารอนุญาตทำกิน (คทข.)	64.2	55.7	25.0	58.1	ส่วนใหญ่เกษตรกรมีเอกสารอนุญาตทำกิน หรือการอนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ หรืออยู่อาศัยภายในเขตป่าสงวนแห่งชาติเพื่อดำเนินการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล (คทข.) อาศัยมาตรา 16 พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 ในลักษณะแปลงรวม โดยไม่ให้กรรมสิทธิ์
• ไม่มีเอกสารสิทธิ	14.9	8.2	-	11.0	
• สปก.	9.0	9.8	37.5	11.0	
• พื้นที่จับจอง	9.0	4.9	12.5	7.4	
• ป่าไม้	2.9	3.3	-	2.9	
• นส.2	-	1.6	-	0.7	
• นส.3	-	11.5	-	5.1	
• นส.4จ.	-	1.6	-	0.7	
• โฉนด	-	3.3	25.0	2.9	

4.5.1.3 สถานะทางการเงินของกลุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.8 อธิบายสถานะทางการเงินของกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญได้ดังนี้

รายได้รวม ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีรายได้รวมเฉลี่ยเท่ากับ 169,904.3 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้รวมไม่เกิน 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 51.4) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีรายได้รวมเฉลี่ยเท่ากับ 120,797 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้รวมไม่เกิน 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 67.2) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีรายได้รวมเฉลี่ยเท่ากับ 187,104.7 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้รวมมากกว่า 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 61) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีรายได้รวมเฉลี่ยเท่ากับ 413,166.7 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้รวมมากกว่า 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 77.8)

รายได้ในภาคการเกษตร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 136,623.9 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ในภาคการเกษตรไม่เกิน 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 52.4) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 93,787.9 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ในภาคการเกษตรไม่เกิน 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 75.7) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 149,652.4 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ในภาคการเกษตรเกิน 100,000 บาท/ปี (ร้อยละ 66.7) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 359,555.6 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ในภาคการเกษตรมากกว่า 300,000 บาท/ปี (ร้อยละ 55.6)

รายได้นอกภาคการเกษตร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีรายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 64,448.5 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้นอกภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 63.2) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีรายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 58,843.5 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้นอกภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 65.2) ในทำนองเดียวกัน อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีรายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 60,633.3 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้นอกภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 64.3) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 160,833.3 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้นอกภาคการเกษตร 150,001-200,000 บาท/ปี (ร้อยละ 66.7)

ค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 54,643.2 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 81.3) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 45,098.5 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 81.8) ในทำนองเดียวกัน อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 37,795.3 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 87.5) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 244,444.4 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี และมากกว่า 300,000 บาท/ปี ในสัดส่วนที่เท่ากัน (ร้อยละ 33.3)

หนี้สินในภาคการเกษตร ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีหนี้สินในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 138,113.9 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินในภาคการเกษตรมากกว่า 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 59.5) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีหนี้สินในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 135,347.8 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินในภาคการเกษตรมากกว่า 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 60.9) ในทำนองเดียวกัน อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีหนี้สินครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 126,935.5 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินในภาคการเกษตรมากกว่า 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 58.1) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีหนี้สินในภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 375,000 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินในภาคการเกษตรต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี และมากกว่า 300,000 บาท/ปี ในสัดส่วนที่เท่ากัน (ร้อยละ 50)

หนี้สินครัวเรือน ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีหนี้สินครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 238,126.2 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินครัวเรือนมากกว่า 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 55.6) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติที่มีหนี้สินครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 137,527.3 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินครัวเรือนต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 54.5) ส่วนอำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีหนี้สินครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 247,166.7 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินครัวเรือนมากกว่า 50,000 บาท/ปี (ร้อยละ 66.7) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีหนี้สินครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 1,097,000 บาท/ปี และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีหนี้สินครัวเรือนมากกว่า 300,000 บาท/ปี (ร้อยละ 50)

การทำบัญชีครัวเรือน ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ทำบัญชีครัวเรือน (ร้อยละ 89.3) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ทำบัญชีครัวเรือน (ร้อยละ 91) อำเภอทุ่งช้าง (ร้อยละ 90.6) และพื้นที่ควบคุม (ร้อยละ 66.7) สาเหตุหลักที่กลุ่มเกษตรกรไม่ทำบัญชีครัวเรือน เช่น ไม่รู้วิธีการทำ ไม่เห็นความสำคัญ ทำแล้วรู้ข้อมูลแล้วรู้สึกท้อใจกับต้นทุนและกำไร เป็นต้น

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของสถานะทางการเงินของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ	ทุ่งช้าง	พื้นที่ ควบคุม	รวม	หมายเหตุ
รายได้รวม	(n=67)	(n=64)	(n=9)	(n=140)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี	25.4	17.2	11.1	20.7	
• 50,001-100,000 บาท/ปี	41.8	21.9	11.1	30.7	
• 100,001-150,000 บาท/ปี	10.4	12.5	-	10.7	
• 150,001-200,000 บาท/ปี	11.9	14.1	-	12.1	
• 200,001-250,000 บาท/ปี	4.5	9.4	-	6.4	
• 250,001-300,000 บาท/ปี	-	7.8	11.1	4.3	
• มากกว่า 300,000 บาท/ปี	6.0	17.2	66.7	15.0	
รายได้รวมเฉลี่ย	120,797	187,104.7	413,166.7	169,904.3	
รายได้รวมสูงสุด	700,000	896,000	1,000,000	1,000,000	
รายได้รวมต่ำสุด	10,000	10,000	18,500	10,000	

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ	ทุ่งช้าง	พื้นที่ ควบคุม	รวม	หมายเหตุ
รายได้ในภาคการเกษตร	(n=66)	(n=63)	(n=9)	(n=138)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี	34.8	30.2	22.2	31.9	
• 50,001-100,000 บาท/ปี	40.9	22.2	11.1	30.4	
• 100,001-150,000 บาท/ปี	9.1	9.5	11.	9.4	
• 150,001-200,000 บาท/ปี	9.1	19.0	-	13.0	
• 200,001-250,000 บาท/ปี	3.0	3.2	-	2.9	
• 250,001-300,000 บาท/ปี	1.5	7.9	-	4.3	
• มากกว่า 300,000 บาท/ปี	1.5	7.9	55.6	8.0	
รายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ย	93,787.9	149,652.4	359,555.6	136,623.9	
รายได้ในภาคการเกษตรสูงสุด	600,000	800,000	1,000,000	1,000,000	
รายได้ในภาคการเกษตรต่ำสุด	10,000	700	16,000	700	
รายได้นอกภาคการเกษตร	(n=23)	(n=42)	(n=3)	(n=68)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี	65.2	64.3	33.3	63.2	
• 50,001-100,000 บาท/ปี	21.7	16.7	-	17.6	
• 100,001-150,000 บาท/ปี	8.7	7.1	-	7.4	
• 150,001-200,000 บาท/ปี	-	9.5	66.7	5.9	
• 200,001-250,000 บาท/ปี	-	2.4	-	2.9	
• 250,001-300,000 บาท/ปี	-	-	-	-	
• มากกว่า 300,000 บาท/ปี	4.3	-	-	2.9	
รายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ย	58,843.5	60,633.3	160,833.3	64,448.5	
รายได้นอกภาคการเกษตรสูงสุด	500,000	360,000	240,000	500,000	
รายได้นอกภาคการเกษตรต่ำสุด	3,000	3,000	2,500	2,500	
ค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตร	(n=66)	(n=64)	(n=9)	(n=139)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี	81.8	87.5	33.3	81.3	
• 50,001-100,000 บาท/ปี	15.2	7.8	22.2	12.2	
• 100,001-150,000 บาท/ปี	-	1.6	-	0.7	
• 150,001-200,000 บาท/ปี	1.5	1.6	11.1	2.2	
• 200,001-250,000 บาท/ปี	-	-	-	-	
• 250,001-300,000 บาท/ปี	-	1.6	-	0.7	
• มากกว่า 300,000 บาท/ปี	1.5	-	33.3	2.9	
ค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรเฉลี่ย	45,098.5	37,795.3	244,444.4	54,643.2	
ค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรสูงสุด	500,000	300,000	1,000,000	1,000,000	
ค่าใช้จ่ายในภาคการเกษตรต่ำสุด	1,500	3,500	10,000	1,500	

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ	ทุ่งช้าง	พื้นที่ ควบคุม	รวม	หมายเหตุ
หนี้สินในภาคการเกษตร	(n=46)	(n=31)	(n=2)	(n=79)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี	39.1	41.9	50.0	40.5	
• 50,001-100,000 บาท/ปี	13.0	6.5	-	10.1	
• 100,001-150,000 บาท/ปี	13.0	19.4	-	15.1	
• 150,001-200,000 บาท/ปี	17.4	19.4	-	17.7	
• 200,001-250,000 บาท/ปี	2.2	6.5	-	3.8	
• 250,001-300,000 บาท/ปี	6.5	3.2	-	5.1	
• มากกว่า 300,000 บาท/ปี	8.7	3.2	50.0	7.6	
หนี้สินในภาคการเกษตรเฉลี่ย	135,347.8	126,935.5	375,000	138,113.9	
หนี้สินในภาคการเกษตรสูงสุด	600,000	600,000	700,000	700,000	
หนี้สินในภาคการเกษตรต่ำสุด	7,000	8,000	50,000	7,000	
หนี้สินครัวเรือน	(n=55)	(n=42)	(n=6)	(n=103)	
• ต่ำกว่าและเท่ากับ 50,000 บาท/ปี	54.5	33.3	33.3	44.4	
• 50,001-100,000 บาท/ปี	7.3	9.5	-	7.8	
• 100,001-150,000 บาท/ปี	7.3	11.9	-	8.7	
• 150,001-200,000 บาท/ปี	18.2	19.0	-	17.5	
• 200,001-250,000 บาท/ปี	1.8	4.8	16.7	3.9	
• 250,001-300,000 บาท/ปี	5.5	9.5	-	6.8	
• มากกว่า 300,000 บาท/ปี	5.5	11.9	50.0	10.7	
หนี้สินครัวเรือนเฉลี่ย	137,527.3	247,166.7	1,097,000	238,126.2	
หนี้สินครัวเรือนสูงสุด	1,700,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	
หนี้สินครัวเรือนต่ำสุด	5,000	5,000	2,000	2,000	
การทำบัญชีครัวเรือน	(n=67)	(n=64)	(n=9)	(n=140)	
• ไม่ทำ	91.0	90.6	66.7	89.3	• ไม่ทำ เพราะไม่ยอม เห็นรายจ่าย มากกว่ารายได้
• ทำ	9.0	9.4	33.3	10.7	• ทำ เพราะต้องการ จัดการรายรับ รายจ่าย

จากตารางที่ 4.9 อธิบายสถานะทางสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญได้ดังนี้

การใช้สิทธิการรักษาเมื่อเจ็บป่วยเล็กน้อย ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่เจ็บป่วยเล็กน้อยใช้สิทธิบัตรทอง (ร้อยละ 76.3) รองลงมา คือ เงินสด (ร้อยละ 10.1) ข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 6.5) อสม. (ร้อยละ 4.3) และครอบครัวข้าราชการ/ครอบครัวข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 2.9) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่เจ็บป่วยเล็กน้อยใช้สิทธิบัตรทอง (ร้อยละ 80.6) รองลงมา คือ เงินสด (ร้อยละ 9) อสม. และข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 4.5) และครอบครัวข้าราชการ/ครอบครัวข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 1.5) ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่เจ็บป่วยเล็กน้อยใช้สิทธิบัตรทอง (ร้อยละ 71.4) รองลงมา คือ เงินสด (ร้อยละ 12.7) ข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 6.3) อสม. และครอบครัวข้าราชการ/ครอบครัวข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 4.8) ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่เจ็บป่วยเล็กน้อยใช้สิทธิบัตรทอง (ร้อยละ 77.8) และข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ (ร้อยละ 22.2) ทั้งนี้ เงินสด คือ ชื้อยาจากร้านขายยา ชื้อยาสมุนไพร รักษาที่คลินิก และบางคนรักษาหลายสถานพยาบาล รวมถึงโรงพยาบาลเอกชนในและนอกจังหวัดน่านด้วย

| 97

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของสถานะทางสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ (n=67)	ทุ่งช้าง (n=64)	พื้นที่ ควบคุม (n=9)	รวม (n=140)	หมายเหตุ
<u>การมีโรคประจำตัวหรือการเจ็บป่วยเรื้อรัง</u>					
• มี	43.3	65.6	22.2	52.1	
• ไม่มี	56.7	34.4	77.8	47.9	
<u>การใช้สิทธิการรักษาเมื่อเจ็บป่วยเล็กน้อย</u>					
• บัตรทอง	80.6	71.4	77.8	76.3	• เงินสด คือ ซื้อยาจากร้านขายยา ซื้อยาสมุนไพร รักษาที่คลินิก • บางคนรักษาหลายสถานพยาบาล รวมถึง รพ.เอกชน
• เงินสด	9.0	12.7	-	10.1	
• อสม.	4.5	4.8	-	4.3	
• ข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ	4.5	6.3	22.2	6.5	
• ครอบครัวข้าราชการ/ ครอบครัวข้าราชการบำนาญ	1.5	4.8	-	2.9	
<u>การใช้สิทธิการรักษาเมื่อเจ็บป่วยหนัก</u>					
• บัตรทอง	94.0	81.0	77.8	87.1	• บางคนรักษาหลายสถานพยาบาล รวมถึง • รพ.เอกชนในและนอกจังหวัดน่าน
• ข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ	-	7.9	22.2	5.0	
• ครอบครัวข้าราชการ/ ครอบครัวข้าราชการบำนาญ	3.0	6.3	-	4.3	
• อสม.	1.5	4.8	-	2.9	
• ประกันสังคม	1.5	-	-	0.7	

4.5.1.5 การตรวจดินและน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.10 อธิบายการตรวจดินและน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญได้ดังนี้

การตรวจดิน ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีส่วนของการเคยและไม่เคยตรวจดินใกล้เคียงกัน โดยพบกลุ่มตัวอย่างเคยตรวจดิน (ร้อยละ 51.8) และไม่เคยตรวจดิน (ร้อยละ 48.2) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างเคยตรวจดิน (ร้อยละ 53.7) และไม่เคยตรวจดิน (ร้อยละ 46.3) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยตรวจดิน (ร้อยละ 50.8) และเคยตรวจดิน (ร้อยละ 49.2) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เคยตรวจดิน (ร้อยละ 55.6) และไม่เคยตรวจดิน (ร้อยละ 44.4)

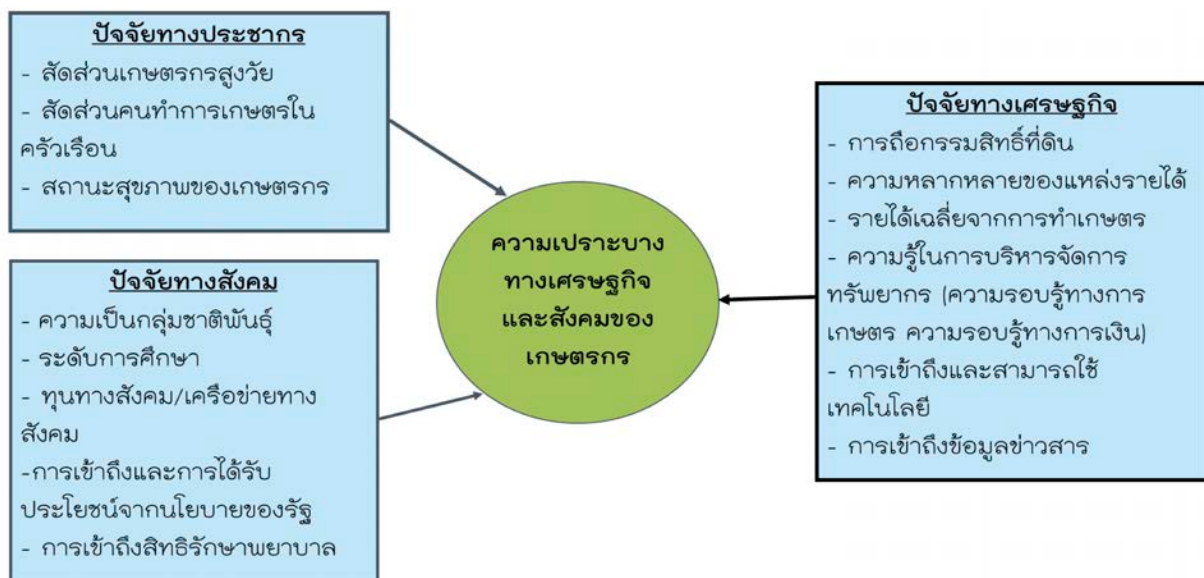
การตรวจน้ำ ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยตรวจน้ำ (ร้อยละ 95) เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยตรวจน้ำ (ร้อยละ 91) ในขณะที่อำเภอทุ่งช้างพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยตรวจน้ำเลย (ร้อยละ 100) ส่วนพื้นที่ควบคุมพบว่า กลุ่มตัวอย่างไม่เคยตรวจน้ำ (ร้อยละ 88.9)

ตารางที่ 4.10 ร้อยละของการตรวจดินและน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ	เฉลิม พระเกียรติ (n=67)	ทุ่งช้าง (n=64)	พื้นที่ ควบคุม (n=9)	รวม (n=140)	หมายเหตุ
<u>การตรวจดิน</u>					
• เคย	53.7	49.2	55.6	51.8	
• ไม่เคย	46.3	50.8	44.4	48.2	
<u>การตรวจน้ำ</u>					
• เคย	9.0	0	11.1	5.0	
• ไม่เคย	91.0	100.0	88.9	95.0	

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกร

ผลจากการทบทวนแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินและตัวชี้วัดความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมที่ส่งผลต่อแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน และปัจจัยอื่น ๆ ในพื้นที่ ประกอบกับการจัดประชุมระดมสมองร่วมกับกลุ่มผู้แทนเกษตรกรจากทั้ง 2 พื้นที่คือ เกษตรกรจากอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย ได้ตามภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน โดยแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางประชากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสังคม ซึ่งมีความเชื่อมโยงและส่งผลกระทบต่อกัน

ปัจจัยทางประชากร

ปัจจัยทางประชากรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อยส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้างแรงงานและความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกร ประกอบไปด้วยปัจจัยสำคัญ ได้แก่

สัดส่วนเกษตรกรสูงวัย: ผลจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางประชากรในทุกพื้นที่ ส่งผลให้สัดส่วนของผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น ขณะที่แรงงานลดลง ทำให้ภาคเกษตรในพื้นที่ที่มีแนวโน้มขาดกำลังคนในการดูแลและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากผลจากการสัมภาษณ์พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอยางชุมน้อยเข้าสู่ “สังคมเกษตรสูงวัยแบบสมบูรณ์” กล่าวคือ มีเกษตรกรที่อายุมากกว่า 60 ปี ประมาณร้อยละ 20 และมีอายุเฉลี่ยของเกษตรกรประมาณ 48.5 ปี

สัดส่วนคนทำเกษตรในครัวเรือน: ผลจากการสัมภาษณ์พบว่า ใน 1 ครัวเรือนมีคนทำเกษตรประมาณ 2-3 คน (จากขนาดของครัวเรือนเฉลี่ย 4.5 คน) แต่ในอนาคตมีแนวโน้มกำลังแรงงานทำเกษตรลดลง เนื่องจากไม่มีคนรุ่นใหม่อยากเข้าสู่อาชีพเกษตรกร ดังนั้น การย้ายถิ่นและการเคลื่อนย้ายแรงงานจากภาคเกษตรไปสู่ภาคอื่น ๆ ไม่เว้นแม้แต่ในชุมชนของกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่ท่าโขลง เกิดปรากฏการณ์คนรุ่นใหม่ที่มีการศึกษาส่วนใหญ่จะย้ายไปทำงานในเมืองหรือภาคอุตสาหกรรมหลังจากจบการศึกษา ส่งผลให้ในภาคเกษตรมีแรงงานไม่เพียงพอ โดยเฉพาะช่วงเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว

สถานะสุขภาพของเกษตรกร: เกษตรกรมากกว่าครึ่งมีโรคประจำตัวหรือเจ็บป่วยเรื้อรัง อาการเจ็บป่วยเรื้อรังที่พบมากที่สุดคือ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ/ข้อ/เข่า ส่วนโรคประจำตัวที่รายงานว่าเป็นมากที่สุด 3 อันดับคือ ความดันโลหิตสูง ไขมันในเส้นเลือดสูง และเบาหวาน เมื่อผู้สูงอายุหรือแรงงานที่เหลืออยู่ในพื้นที่อาจมีข้อจำกัดทางสุขภาพ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และเป็นภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพที่เพิ่มขึ้น เมื่อกำลังแรงงานในพื้นที่ลดลงหรือมีข้อจำกัด กลุ่มเกษตรกรจึงต้องเผชิญกับความยากลำบากในการรักษาปริมาณและคุณภาพในการทำการเกษตร รวมถึงยังทำให้ขาดโอกาสในการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนในระยะยาว

ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

ปัจจัยทางเศรษฐกิจมีบทบาทสำคัญในการกำหนดความมั่นคงทางรายได้และศักยภาพในการลงทุนของเกษตรกร ปัจจัยที่โดดเด่น ได้แก่

การถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน: เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีกรรมสิทธิ์ที่ดินทำกินอย่างสมบูรณ์ แม้จะมีพื้นที่ทำการเกษตรขนาดใหญ่ โดยมีที่ดินทำกินเฉลี่ย 26.8 ไร่ แต่ก็ไม่สามารถขยายพื้นที่ได้ อีกทั้งผลจากการขาดการบำรุงรักษาดิน และเพิ่มธาตุอาหารในดิน ทำให้ดินมีความเสื่อมโทรม และปลูกพืชผลไม่ค่อยได้คุณภาพ

ความหลากหลายของแหล่งรายได้: ส่วนใหญ่พึ่งพารายได้จากภาคเกษตรเป็นหลัก ในขณะที่ เกษตรกรบางส่วนติดอยู่ในวงจรของพ่อค้าคนกลาง ผูกขาดการซื้อพันธุ์พืชพันธุ์ และยังต้องกลับมาขายผลผลิตคืนให้กับพ่อค้าคนกลาง โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ในชุมชนเดียวกัน ทำให้พ่อค้าคนกลางมีสิทธิในการกำหนดราคาและปริมาณการรับซื้อ และเกษตรกรก็จำใจต้องขายให้เนื่องจากติดหนี้พ่อค้าคนกลางตั้งแต่ขั้นของการซื้อพันธุ์พืชและปุ๋ยแล้ว ทั้งนี้ ความหลากหลายของแหล่งรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรมีความสำคัญกับการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับกลุ่มเกษตรกร ลดการพึ่งพาพ่อค้าคนกลาง นอกจากนี้ หากเกษตรกรพึ่งพารายได้จากพืชหรือผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรชนิดเดียวมากเกินไป เมื่อเกิดปัญหาราคาตกต่ำหรือภัยธรรมชาติ จะทำให้รายได้ลดลงอย่างมาก

รายได้เฉลี่ยจากการทำเกษตร: รายได้เฉลี่ยจากพืชหลัก 6 ชนิดส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ยกเว้น “กาแฟ” ประมาณ 1 ใน 3 มีรายได้จากภาคเกษตรต่ำกว่า 50,000 บาทต่อปี ทั้งนี้ ตัวชี้วัดด้านรายได้มีความสำคัญเนื่องจากจะทำให้รู้สถานการณ์ได้กำไรและขาดทุนของเกษตรกร ซึ่งส่งผลต่อการวางแผนการผลิตและแสวงหาทางเลือกในการทำการเกษตรด้วย เนื่องจากราคาปุ๋ย ยากำจัดศัตรูพืช และต้นทุนแรงงานที่สูงขึ้น ส่งผลให้กำไรสุทธิของเกษตรกรลดลง หากไม่สามารถปรับตัวด้วยการเพิ่มผลผลิตหรือหาช่องทางขายใหม่ได้ ก็จะมีเป้าประสงค์ทางเศรษฐกิจ

ความรู้ในการบริหารจัดการทรัพยากร (ความรู้รอบรู้ทางการเกษตร ความรอบรู้ทางการเงิน) ทุนทางการเงิน/
เครือข่ายทางเศรษฐกิจ: องค์ความรู้ด้านการจัดการแปลงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ในการจัดการแปลงอย่างจำกัด หรือรู้อย่างไม่ถูกต้อง ทำตามวิธีปฏิบัติเดิมที่เคยทำกันมา นอกจากนี้ องค์ความรู้ในการบริหารจัดการทรัพยากรยังวัดจากองค์ความรู้ในการทำบัญชีครัวเรือน ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์ พบว่ามากกว่า 90 ไม่ทำบัญชีครัวเรือน ส่วนคนที่ทำเพื่อจัดการเรื่องเงินที่กู้ยืมมา และรู้ต้นทุนการทำเกษตร จึงจะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปเป็นฐานในการวางแผนการผลิตต่อไปไม่ให้ขาดทุน หรือเพิ่มโอกาสในการทำกำไรหากสามารถผลิตสินค้าทางการเกษตรนอกฤดูกาล หรือเร็วกว่าฤดูกาล

การเข้าถึงและสามารถใช้เทคโนโลยี: สำหรับในการศึกษาที่วัดจากการเข้าถึงการตรวจคุณภาพดินและแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตรเป็นหลัก และพบว่า มีเกษตรกรที่เคยตรวจดินร้อยละ 50 ในขณะที่เคยตรวจน้ำที่ใช้ในการเกษตรเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น นอกจากนี้ การเข้าถึงเทคโนโลยีและเครื่องมือทางการเกษตรที่สำคัญ เช่น เครื่องจักรกลขนาดเล็ก ระบบชลประทานอัจฉริยะ หรือแพลตฟอร์มการตลาดออนไลน์) ก็เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยทางเศรษฐกิจ เพราะต้องอาศัยเงินทุนและเครือข่ายในการจัดหา ตลอดจนความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน หากเกษตรกรมีข้อจำกัดด้านทุนหรือความรู้ ก็อาจไม่สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร: เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าถึงข้อมูลข่าวสารด้านเกษตรด้วยตัวเองผ่านอินเทอร์เน็ต

ปัจจัยทางสังคม

ปัจจัยทางสังคมเกี่ยวข้องกับความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ ความรู้ การมีเครือข่ายและทุนทางสังคมในชุมชน และการเข้าถึงสิทธิหรือสวัสดิการต่าง ๆ ที่เอื้อให้เกษตรกรสามารถรับมือกับความเสี่ยงได้ดีขึ้น ปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์: กลุ่มตัวอย่างมี ประมาณ 10 กลุ่มชาติพันธุ์ ส่วนใหญ่สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ ยกเว้นผู้สูงอายุ บางรายที่ไม่ได้รับการศึกษา ก็วยังสื่อสารลำบาก ต้องมีกลุ่มคนรุ่นใหม่ช่วยแปลและสื่อสารให้ ในขณะที่บางกลุ่มชาติพันธุ์ ได้รับการศึกษาจนจบในระดับมัธยมปลายขึ้นไป ได้เข้าไปเรียนรู้เทคโนโลยีในการดูแลผลผลิตทางการเกษตรในเมือง รวมถึงสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารทางอินเทอร์เน็ตได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้น โดยสรุปแล้ว ปัจจัยด้านความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์เพียงลำพัง คงไม่ใช่เหตุให้กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ที่มีความเปราะบาง หากแต่ต้องพิจารณาร่วมกับปัจจัยเชิงโครงสร้างอื่น ๆ ที่ส่งผลให้มีความเปราะบางทางสังคม และส่งผลต่อความเปราะบางทางเศรษฐกิจในที่สุด ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่เป็นเกษตรกรกลุ่มชาติพันธุ์ ไม่ได้รับการศึกษา ไม่สามารถเข้าถึงสิทธิสวัสดิการ และข้อมูลข่าวสารที่จำเป็นต่อการพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรของตนเอง ก็ย่อมส่งผลให้เกษตรกรเหล่านั้นตกอยู่ในวังวนของกลุ่มพ่อค้าคนกลางที่เข้าไปผูกขาดตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานของการผลิตภาคเกษตรอย่างไม่มีทางเลือก

ระดับการศึกษา: ส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา และไม่ได้เรียนหนังสือ ประมาณร้อยละ 46 แต่ก็มีเกษตรกรรุ่นใหม่ที่กำลังการศึกษา ม.ปลายขึ้นไป ประมาณร้อยละ 32

ทุนทางสังคม/เครือข่ายทางสังคม: สำหรับความเข้มแข็งของกลุ่มหรือเครือข่ายชุมชน หากชุมชนมีการรวมกลุ่มและแลกเปลี่ยนความรู้กันอย่างเข้มแข็ง จะช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มอำนาจต่อรองกับพ่อค้าคนกลาง รวมถึงการช่วยเหลือกันในระดับของการผลิตจะช่วยลดข้อจำกัดด้านการขาดแคลนแรงงาน และต้องเสียต้นทุนในการจ้างแรงงาน ดังนั้น เกษตรกรที่มีการรวมกลุ่มจะมีแนวโน้มมีผลผลิตและรายได้สูงกว่า ดังเช่นกรณีของกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตกาแฟพันธุ์อาราบิก้า และกลุ่มส้มปลอดภัย ที่อำเภอทุ่งช้าง แต่ในอีกด้านหนึ่ง หากการรวมตัวในรูปแบบวิสาหกิจที่ขึ้นอยู่กับผู้นำมากเกินไป ก็อาจไม่ได้เอื้อต่อการส่งเสริมการผลิตของเกษตรกร

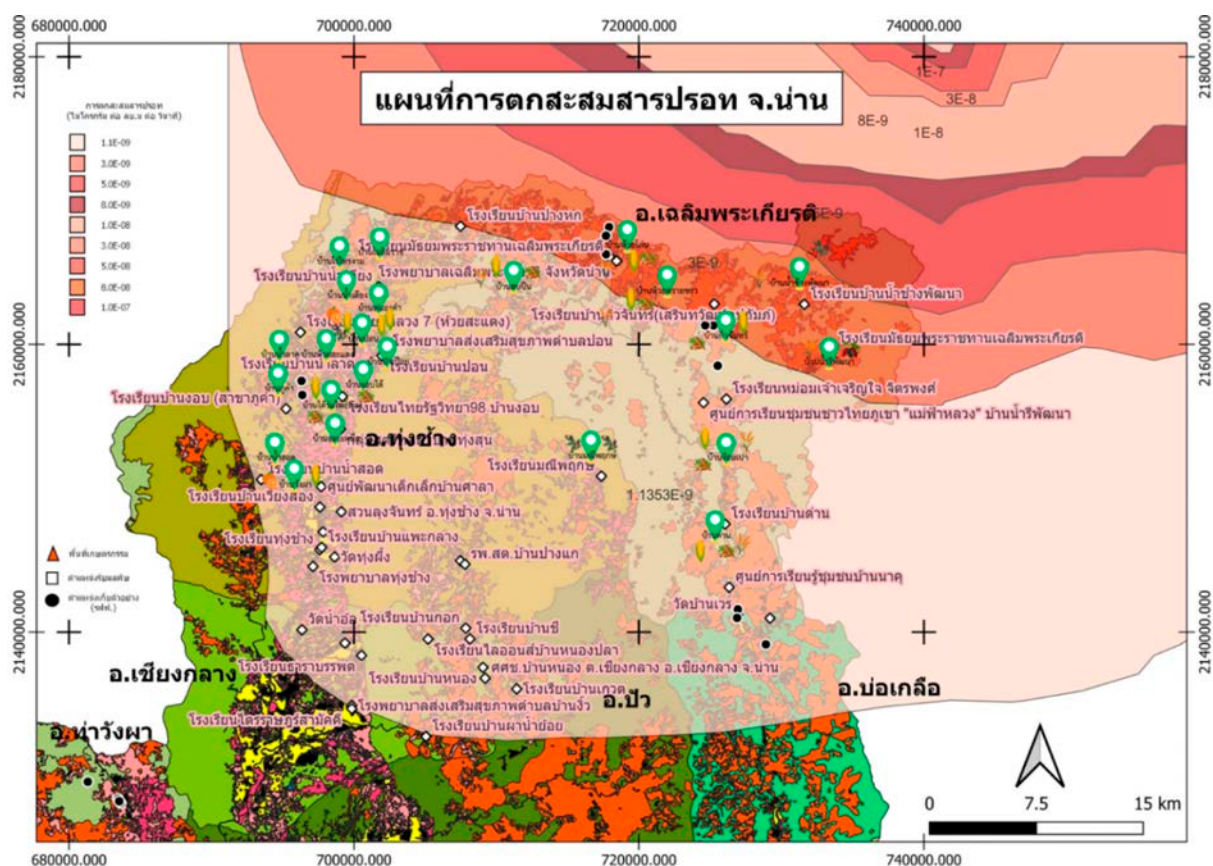
การเข้าถึงและการได้รับประโยชน์จากนโยบายของรัฐ: สำหรับในการศึกษานี้วัดการเข้าถึงและได้รับประโยชน์จากการขึ้นทะเบียนเกษตรกร และมีการอัปเดตข้อมูลการเพาะปลูกในทุกปี เพื่อให้เกษตรกรยังคงได้รับสิทธิในการส่งเสริมการเพาะปลูก รวมถึงสิทธิที่จะได้รับการเยียวยาเพื่อเปิดปัญหาในภาคเกษตร ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์พบว่าเกือบร้อยละ 80 ขึ้นทะเบียนเกษตรกร และอัปเดตข้อมูลทุกปี แต่เมื่อพิจารณาผู้ที่ได้รับความช่วยเหลือหรือค่าเยียวยาตามสิทธิของเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียน กลับพบว่ามีส่วนผู้ที่ได้รับเยียวยากรณีพืชได้รับความเสียหายค่อนข้างน้อย นอกจากนี้ ยังพบว่าความแตกต่างระหว่างหมู่บ้านที่ได้รับประโยชน์จากโครงการหลวงกับที่ไม่มีโครงการไปช่วยเหลือในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ โดยสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีโครงการหลวงและหน่วยงานราชการเข้าไปช่วยเหลือ ได้แก่ บ้านน้ำรินพัฒนา และบ้านน้ำช้างพัฒนา เนื่องจากเป็นเคยเป็นที่ตั้งของศูนย์กลางกลุ่มพรรคคอมมิวนิสต์แห่งประเทศไทย หรือ พคท. ในขณะที่อีกกลุ่มหนึ่ง เป็นชุมชนที่มีพื้นที่ตั้งถดถอยมาจากกลุ่มแรก แต่ไม่มีโครงการหลวง หรือโครงการพัฒนาอื่น ๆ เข้าไปช่วยเหลือ แม้จะเต็มไปด้วยกลุ่มชาติพันธุ์เช่นเดียวกัน คือ ชาวละว้า ทำให้ระดับการพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรของ 2 กลุ่มนี้แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยกลุ่มแรกได้ปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีหน่วยงานนำมาให้ เช่น หม่อน กาแฟ เป็นต้น แต่อีกกลุ่มหนึ่ง ยังคงปลูกพืชเศรษฐกิจระยะสั้นตามวิถีของตัวเอง เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง เป็นต้น

การเข้าถึงสิทธิรักษาพยาบาล: ผลจากการสัมภาษณ์พบสถานการณ์ด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพที่น่าสนใจ โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ กล่าวคือ ไม่ว่าจะเจ็บป่วยเล็กน้อยหรือเจ็บป่วยหนัก มากกว่าร้อยละ 75 ของเกษตรกรจะไปใช้สิทธิบัตรทองที่โรงพยาบาลอำเภอเฉลิมพระเกียรติเป็นหลัก ดังนั้น โดยเปรียบเทียบเทียบ เกษตรกรบนพื้นที่สูงเหล่านี้ยังสามารถเข้าถึงสิทธิการรักษาพยาบาลมากกว่าสิทธิของการเป็นเกษตรกร

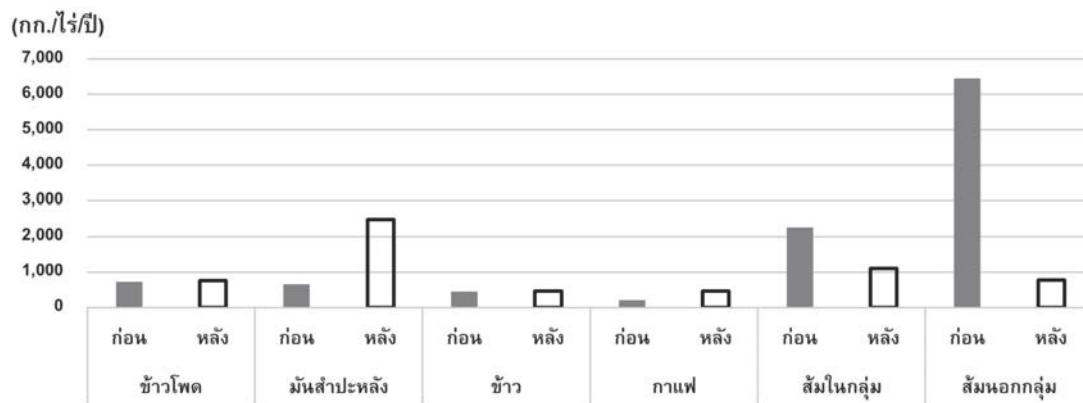
โดยสรุป ความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน เป็นผลมาจากการผสมผสานระหว่างปัจจัยทางประชากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสังคมอย่างซับซ้อน โดยแต่ละปัจจัยต่างก็เกื้อหนุนและส่งผลกระทบถึงกัน หากต้องการลดความเปราะบางและส่งเสริมความมั่นคงของเกษตรกร จำเป็นต้องมีการพัฒนาเชิงบูรณาการในทุกมิติ ตั้งแต่การสร้างแรงจูงใจให้คนรุ่นใหม่เข้ามาสืบทอดอาชีพเกษตร การสนับสนุนการเข้าถึงองค์ความรู้ในการจัดการผลผลิตทางการเกษตร การเข้าถึงแหล่งทุน และตลาดที่เป็นธรรม ไปจนถึงการเสริมสร้างเครือข่ายและภูมิปัญญาทางสังคมของชุมชนเกษตรกรเหล่านี้ให้มีความยืดหยุ่นและปรับตัวได้ต่อปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ

4.5.3 ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรก่อนและหลังตั้งโรงไฟฟ้า

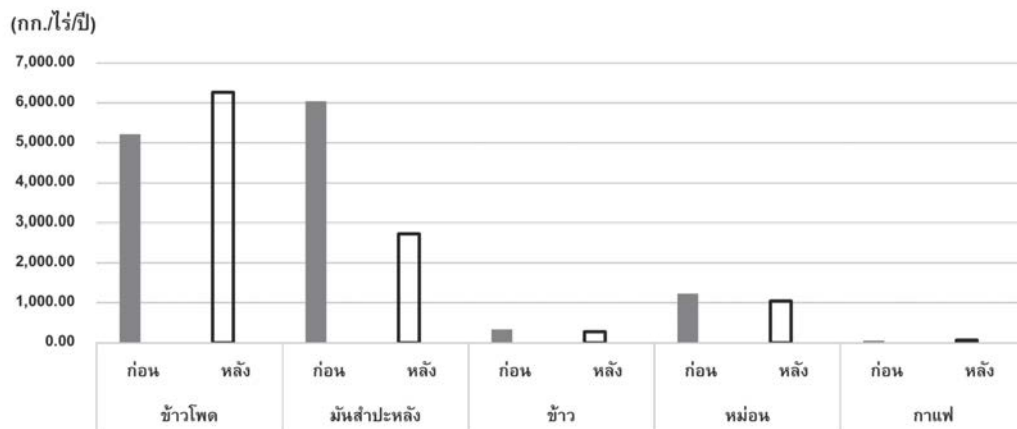
การติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรที่เกิดจากมลพิษข้ามแดนในพื้นที่เป้าหมายที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากการตั้งโรงไฟฟ้าในแผนที่มีการตกสะสมสารปรอทของจังหวัดน่าน โดยการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview guidelines) ในกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในอำเภอทุ่งช้าง 13 หมู่บ้าน จำนวน 64 คน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ 8 หมู่บ้าน จำนวนรวม 67 คน และกลุ่มตัวอย่างควบคุมโดยการเก็บข้อมูลเกษตรกรนอกพื้นที่เป้าหมายทั้งในจังหวัดน่านและต่างจังหวัดจำนวน 9 คน ที่ทำการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก 6 ประเภท ประกอบด้วย ส้ม กาแฟ หม่อน มันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ภาพที่ 4.6) เพื่อทำการสำรวจผลผลิตภาพ (Productivity) เชิงปริมาณของพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่นอกเขตแผนที่ความเสี่ยงจากมลพิษข้ามแดน ซึ่งผลการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงผลผลิตภาพเชิงปริมาณของผลผลิตพืชเศรษฐกิจในช่วงเวลา 5 ปี ก่อนจัดตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2554-2558) และช่วงเวลาหลังการจัดตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2560-ปัจจุบัน) ดังแสดงในภาพที่ 4.7 และ 4.8 พบว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรใน อ.ทุ่งช้าง ในช่วงเวลาก่อนและหลังการจัดตั้งโรงไฟฟ้าหงสา โดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกประเภท ยกเว้น ส้ม ที่พบการลดลงของปริมาณผลผลิตต่อไร่ ทั้งในกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่มีระบบการบริหารจัดการในรูปแบบกลุ่มวิสาหกิจ และในกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรนอกกลุ่มดังกล่าวนี้ ส่วนปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรใน อ.เฉลิมพระเกียรติ พบว่า ข้าวโพด ข้าว และกาแฟ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ต่างจากมันสำปะหลังและหม่อนที่พบการลดลงของปริมาณผลผลิตต่อไร่



ภาพที่ 4.6 หมู่บ้านที่เก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่างพืชและดินกระจาย
ในพื้นที่การตกสะสมสารปรอทของจังหวัดน่าน



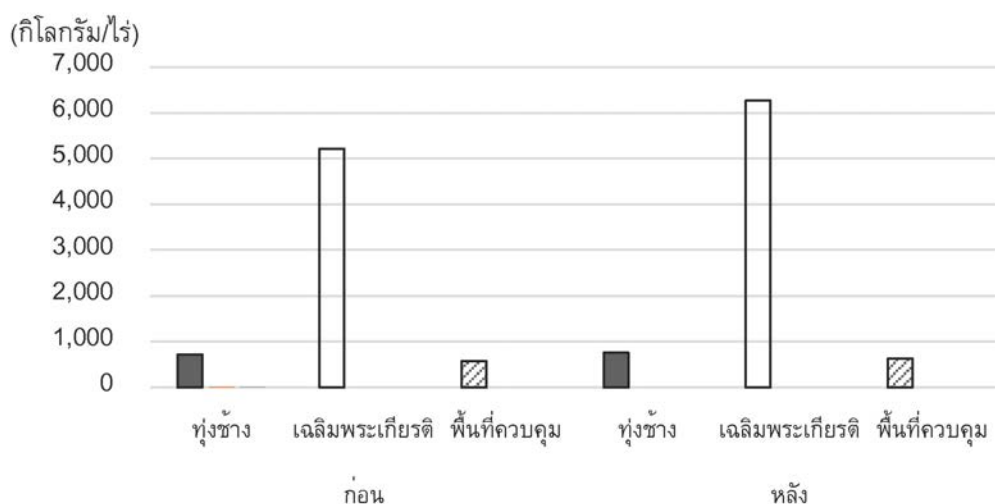
ภาพที่ 4.7 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่การเกษตร อ.ทุ่งช้าง ในช่วงเวลาก่อนและหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา



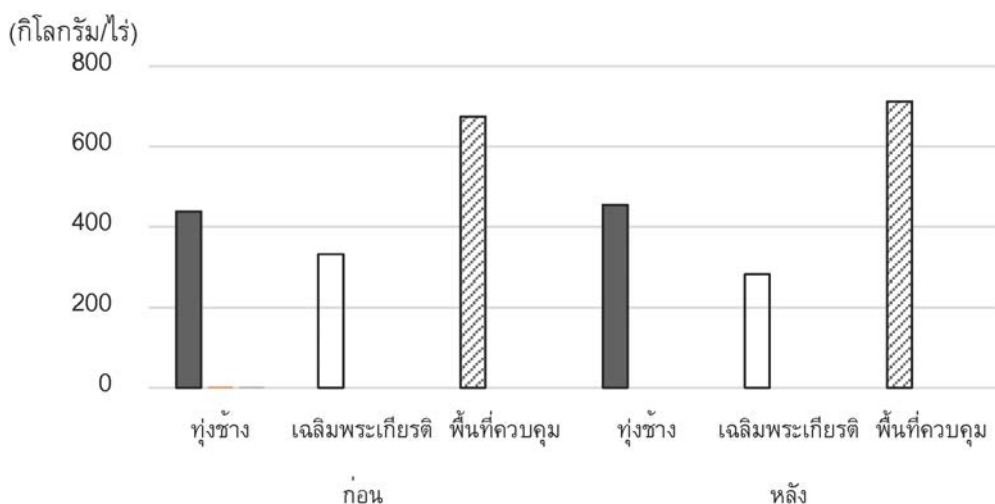
ภาพที่ 4.8 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่การเกษตร อ.เฉลิมพระเกียรติ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรเป้าหมายใน อ.ทุ่งช้าง และ อ.เฉลิมพระเกียรติ และปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจเหล่านี้ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรเป้าหมายกับกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ควบคุม (พื้นที่นอกเขตแผนที่มีความเสี่ยงจากมลพิษข้ามแดน) ซึ่งมีรูปแบบการเพาะปลูกเช่นเดียวกัน ในช่วงเวลาก่อนและหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ภาพที่ 4.9-4.12) พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าว และกาแฟ มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เพิ่มสูงขึ้น ยกเว้น ปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่ ในพื้นที่อ.เฉลิมพระเกียรติที่ลดลง ส่วนส้มเขียวหวานพบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตต่อไร่จากพื้นที่เป้าหมายและพื้นที่ควบคุมเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่ปริมาณผลผลิตต่อไร่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 6 ประเภทจากการเก็บตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในการศึกษาวิจัยนี้กับสถิติผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่จากพื้นที่การเก็บเกี่ยวของพืช

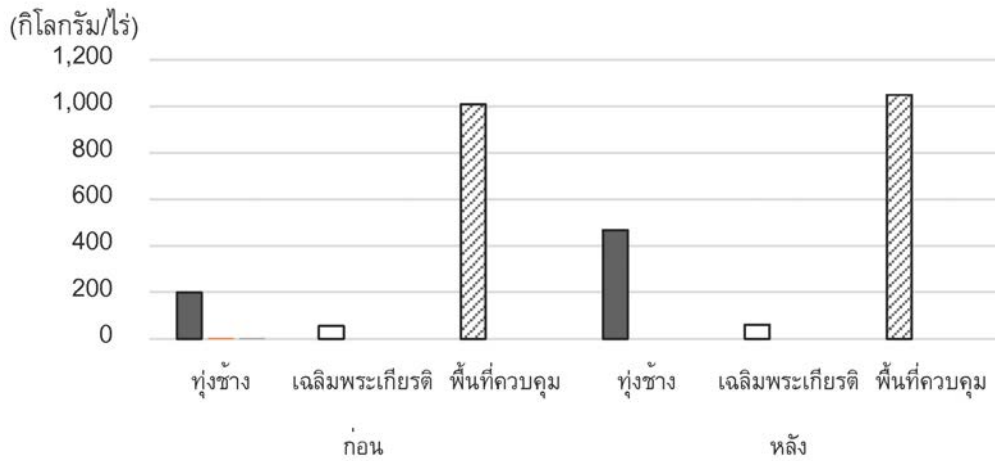
เศรษฐกิจประเภทต่าง ๆ ของจังหวัดน่านที่สำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในช่วงเวลาที่สอดคล้องกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตต่อไร่มีความสอดคล้องใกล้เคียงกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกันโดยส่วนใหญ่ จะมีเฉพาะตัวอย่างจากพื้นที่ อ.เฉลิมพระเกียรติที่ค่าปริมาณผลผลิตต่อไร่จะสวนทางและข้อมูลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นที่น่าสังเกตว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพการผลิตเชิงปริมาณของพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 6 ประเภทนี้อาจไม่ได้เกิดขึ้นเพียงเพราะสาเหตุจากมลพิษข้ามแดนเพียงอย่างเดียว



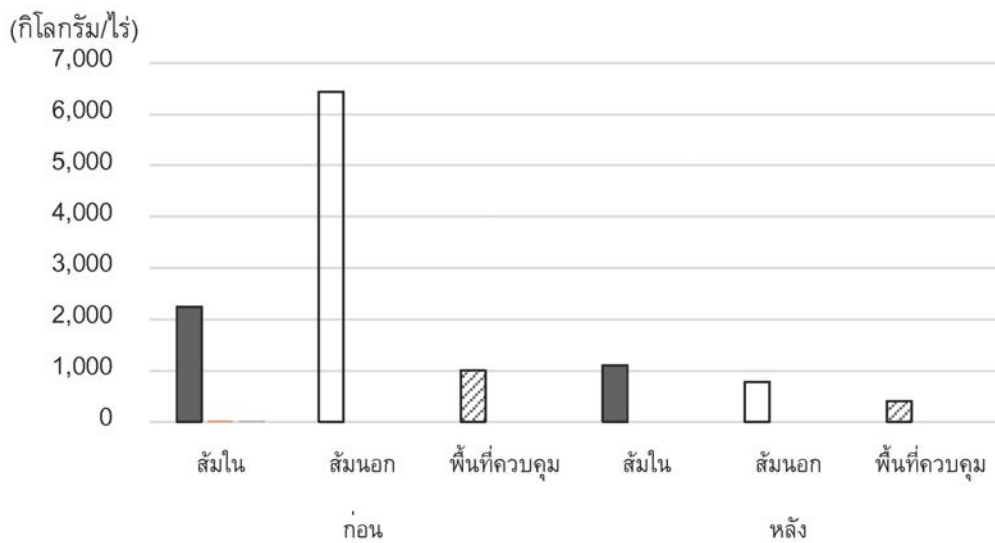
ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรเป้าหมายและพื้นที่ควบคุม



ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของข้าว ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรเป้าหมายและพื้นที่ควบคุม



ภาพที่ 4.11 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของกาแฟ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรเป้าหมายและพื้นที่ควบคุม



ภาพที่ 4.12 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของส้มเขียวหวาน ระหว่างกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรเป้าหมายและพื้นที่ควบคุม

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 6 ประเภทของจังหวัดน่าน และข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร

ชนิดพืช	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)														
	ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า						หลังตั้งโรงไฟฟ้า								
	ปี 56/57			ปี 54/58 (การเก็บข้อมูล)			ปี 62/63			ปี 66/67			ปี 67/68 (การเก็บข้อมูล)		
	จ.น่าน	อ.ทุ่งช้าง	อ.เฉลิมฯ	อ.ทุ่งช้าง	อ.เฉลิมฯ	ควบคุม	จ.น่าน	อ.ทุ่งช้าง	อ.เฉลิมฯ	จ.น่าน	อ.ทุ่งช้าง	อ.เฉลิมฯ	อ.ทุ่งช้าง	อ.เฉลิมฯ	ควบคุม
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	437	560	600	716	5,215	573	650	597	594	687	ND	ND	757	6,268	630
ข้าวนาปี	505	512	350	472	485	675	513	ND	ND	508	ND	ND	421	488	712
มันสำปะหลัง	1,769	0	0	650	6,047	0	2,993	2,983	2,949	2,997	ND	ND	2,471	2,734	0
กาแฟ	156	130	417	199	55	1,009	72	ND	ND	73	ND	ND	467	61	1,049
ส้มเขียวหวาน	1,409	3,912	684	2,250 ^ก	0	1,000	1,228	ND	ND	1,148	ND	ND	1,105 ^ก	0	400
				6,441 ^ข	0								777 ^ข	0	
หม่อนผลสด	2,663	0	154	0	1,231	0	ND	ND	0	1,050	0				

หมายเหตุ: ND คือ ไม่มีข้อมูลการผลิต; ก คือ ตัวอย่างเกษตรกรผู้เพาะปลูกส้ม ที่มีระบบการบริหารจัดการในรูปแบบกลุ่มวิสาหกิจ; ข คือ ตัวอย่างเกษตรกรผู้เพาะปลูกส้มนอกกลุ่มวิสาหกิจ
แหล่งที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2568)

ผลจากการวิเคราะห์รายได้เฉลี่ยของพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 6 ประเภท ของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย ทั้ง 2 พื้นที่ ก่อนการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2554-2558) และช่วงเวลาหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2560-ปัจจุบัน) ดังแสดง ในตารางที่ 4.12 และ 4.13 มีเพียงพืชเศรษฐกิจหลัก 2 ประเภทของ อ.ทุ่งช้าง ประกอบด้วยมันสำปะหลังและกาแฟ ในขณะที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจหลักประเภทเดียวของ อ.เฉลิมพระเกียรติ ที่ทำให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น ตามสัดส่วนการเพิ่มของผลผลิต ซึ่งข้อมูลจากการสัมภาษณ์พบว่าเกษตรกรมักจะหมุนเวียนพื้นที่การเพาะปลูกระหว่าง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลัง เนื่องจากมีตลาดรับซื้อ และไม่ต้องอาศัยการดูแลบำรุงรักษามากนัก ในขณะเดียวกัน ผลผลิตของกาแฟที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงมากขึ้น โดยเฉพาะกาแฟของบ้านฉิมพลีที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและ มีนัยสำคัญ นับตั้งแต่ปี 2560 เนื่องจากมีการรวมกลุ่มผลิตรายกาแฟในพื้นที่ฉิมพลี รวมถึงมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการ ดูแลรักษา พร้อมกับการเสริมศักยภาพเกษตรกรในกลุ่ม ทั้งในด้านการปลูก การแปรรูป และการขาย เป็นผลให้เกษตรกร มีความรู้ความเข้าใจในการดูแลต้นกาแฟเป็นอย่างดี มีการใช้ปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟและเลือกทำเลปลูกที่เหมาะสมกับ แต่ละสายพันธุ์ ตลอดจนปัจจัยเอื้อเชิงบริบทพื้นที่ทำให้หนุนเสริมการสร้างคุณภาพกาแฟของฉิมพลีด้วยมีสภาพ อากาศหนาวทั้งปี แสงแดดน้อย และความชื้นสูง ทำให้ผลกาแฟสุกช้าและมีเวลาสะสมธาตุอาหารนานกว่า ซึ่งผลักดันให้ กาแฟมีรสชาติและกลิ่นที่ดี รวมถึงดินบริเวณนี้เคยเป็นภูเขาไฟ ทำให้ดินมีธาตุโพแทสเซียมสูง ซึ่งช่วยให้ผลกาแฟหวาน และสมบูรณ์ (1) นอกจากนี้ชุมชนกาแฟแห่งนี้ได้ทำการสื่อสารการตลาดผ่านการสร้างแบรนด์ “กาแฟเดอมี” และการ เข้าร่วมการประกวดทำให้กาแฟฉิมพลีเป็นที่รู้จักรวมถึงกาแฟฉิมพลีชนะเลิศการประกวดหลายครั้ง เช่น สุดยอด เมล็ดกาแฟพิเศษไทย ปี 2566 ซึ่งเพิ่มชื่อเสียงและความน่าเชื่อถือในวงการกาแฟไทยและระดับนานาชาติส่งผลให้ความ ต้องการกาแฟฉิมพลีสูงกว่าผลผลิต ทำให้ราคาสูงขึ้นตามความต้องการ ซึ่งกาแฟฉิมพลีมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 8,000 บาท ซึ่งช่วยเพิ่มรายได้ของเกษตรกร ดังนั้นกาแฟในหมู่บ้านฉิมพลีไม่เพียงแต่เพิ่มรายได้เท่านั้น แต่ยังสร้าง โอกาสในการทำงานและพัฒนาทักษะให้กับเกษตรกรรุ่นใหม่ (Young Smart Farmer) โดยการสนับสนุนจากโครงการ ต่าง ๆ ของกรมส่งเสริมการเกษตร

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ อาทิเช่น ข้าว ส้ม และหม่อน พบว่า ปริมาณผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับก่อนตั้งโรงไฟฟ้า และเกษตรกรมีแนวโน้มปลูกข้าวเพื่อเอาไว้ทานในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้น เช่นกันทั้ง อ.ทุ่งช้าง และ อ.เฉลิมพระเกียรติ เนื่องจากรายได้จากการขายข้าวไม่คุ้มค่ากับการลงทุนในการจัดด้านต่าง ๆ ที่ทำให้ต้นทุนสูงขึ้นเพื่อบำรุงดูแลและป้องกันความเสียหายท่ามกลางสภาพอากาศที่แปรปรวนสูง ซึ่งมีการศึกษาวิจัย ที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศมีผลกระทบอย่างมากต่อการผลิตข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงของ ฤดูกาลและปริมาณฝนที่ไม่แน่นอน ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตของข้าวเมื่อฝนที่ตกไม่ตรงตามฤดูกาลทำให้การเติบโตของข้าว ไม่เหมาะสม ต้นข้าวอาจเหี่ยวเฉาก่อนระยะเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ ปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็วยังทำให้เกิด ปัญหาน้ำท่วมหรือความแห้งแล้ง ซึ่งทั้งสองปัญหานี้ส่งผลเสียต่อผลผลิตข้าว รวมถึงการขยายพันธุ์ของแมลงศัตรูพืชจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจะช่วยให้แมลงศัตรูพืช เช่น ตั๊กแตน เพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อ การเพาะปลูกข้าว (กนกพร และคณะ, 2563)

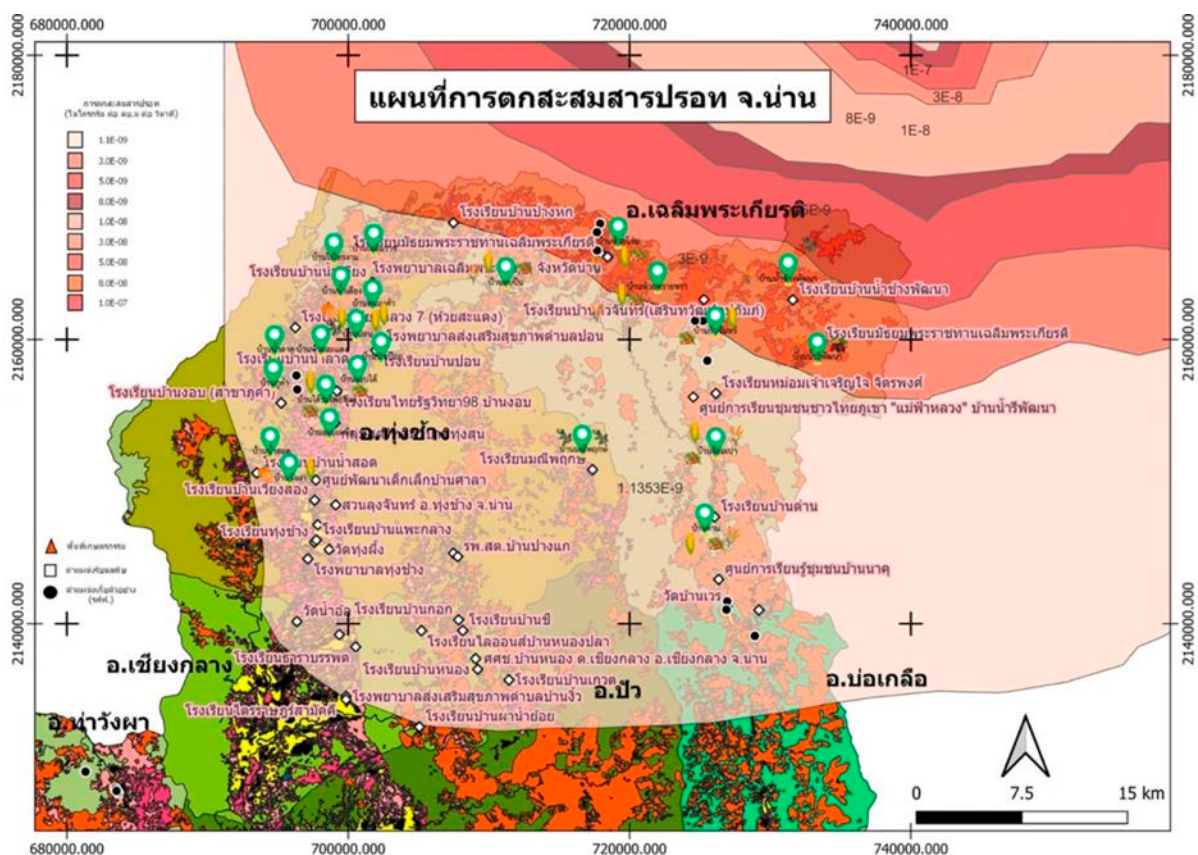
ในส่วนของส้ม แม้ว่าเกษตรกรผู้ปลูกส้มจะมีระบบกลุ่มวิสาหกิจที่ช่วยการบริหารจัดการการผลิตและการตลาด ที่มีการควบคุมการผลิตอย่างเข้มงวด เพื่อส่งขาย Modern trade และกลไกราคาที่ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามการผลิตส้ม ในจังหวัดน่านยังคงลดลงเนื่องจากหลายปัจจัย เช่น โรคและแมลงระบาดทำลายผลผลิต โดยส่วนมากจะพบโรครินนิ่ง (โรครินนิ่ง (Citrus Greening Disease หรือ Huanglongbing - HLB) เป็นโรคที่สำคัญในพืชตระกูลส้ม โดยเฉพาะส้ม แมนดาริน, ส้มเขียวหวาน, ส้มโอ, และมะนาวขนาดเล็กที่ส่งผลกระทบอย่างมากต่อการปลูกส้มในจังหวัดน่านและภาคเหนือ ของประเทศไทยโรครินนิ่งทำให้ต้นส้มทรุดโทรมและทำให้ผลผลิตส้มลดลงและไม่มีความหวานไม่เป็นที่ยอมรับไม่เป็น

ที่ต้องการของตลาด โดยในบางพื้นที่มีต้นส้มที่เป็นโรคถึง 91% โรคนี้เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus Liberobacter asiaticus* ซึ่งแพร่กระจายโดยเพลี้ยไก่แจ้ (กรมวิชาการเกษตร, 2566) รวมถึงปัจจัยด้านต้นทุนการผลิตส้มที่เพิ่มขึ้น เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรต้องเผชิญกับความท้าทายในการทำการเกษตร ซึ่งสวนทางกับราคาส้มที่ลดลงทำให้เกษตรกรไม่ได้รับผลตอบแทนที่ดี นอกจากนี้ ผู้บริโภคยังหันไปนิยมส้มนำเข้าจากประเทศจีนมากขึ้น ตลอดจนความผันผวนและรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและปัญหาการระบายน้ำอาจส่งผลกระทบต่อ การปลูกส้ม จึงส่งผลให้เกษตรกรหลายรายที่เลิกปลูก หรือกำลังจะเลิกปลูกเพื่อขายในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา

นอกจากนี้ยังพบปัญหาโรคและแมลงซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการผลิตพืชเศรษฐกิจทั้ง 6 ประเภทของพื้นที่เป้าหมายทั้ง 2 พื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ซึ่งผลการศึกษาและเก็บข้อมูลปัญหาความเสียหายของผลผลิตภาพเชิงปริมาณและคุณภาพพบว่าสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ มีสาเหตุหลักจากแมลงศัตรูพืชและเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าไปในแป้นและก่อให้เกิดโรคเหล่านี้ โดยเมื่อทบทวนการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่าภาวะฝนกรดหรือดินเป็นกรดจะเป็นผลกระทบทางอ้อมต่อแมลงศัตรูพืช แต่มีผลการศึกษาวิจัยจากหลายประเทศที่มีผลสอดคล้องถึงปัจจัยของการระบาดของแมลงศัตรูพืชจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบอย่างมากต่อการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืช (วรกานต์ และคณะ, 2559) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่งผลให้แมลงเผาผลาญพลังงานเร็วขึ้นและต้องการอาหารมากขึ้น ซึ่งนำไปสู่การกินพืชมากขึ้นและทำลายผลผลิตทางการเกษตร และทำให้แมลงศัตรูพืชแพร่กระจายไปยังพื้นที่ใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการระบาดในพื้นที่เหล่านั้น รวมถึงทำให้รูปแบบการระบาดของแมลงศัตรูพืชเปลี่ยนแปลงไป เช่น การระบาดในฤดูกาลที่ไม่เคยพบมาก่อน หรือการระบาดในพื้นที่ที่ไม่เคยพบมาก่อน จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตของภาคการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสียหายของผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลัก เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี และข้าว นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของเคิร์ททิส ดอยท์ซ์ นักวิทยาศาสตร์ด้านสภาพภูมิอากาศโลกแห่งมหาวิทยาลัยวอชิงตัน และหัวหน้าการวิจัย กล่าวว่า หากนำแมลงเหล่านี้ไปไว้ในสภาพอากาศที่อุ่นขึ้น แมลงจะเผาผลาญพลังงานมากขึ้นและหากเผาผลาญพลังงานมากขึ้น ก็จะกินมากขึ้นเพื่อเพื่อรองรับความต้องการพลังงานที่มากขึ้นและหากแมลงต้องกินมากขึ้น มันก็จะทำลายพืชผลทางการเกษตรมากตามไปด้วย การศึกษานี้ได้พยากรณ์ว่า แมลงจะกินพืชมากขึ้น โดยได้ข้อมูลสนับสนุนจากการทดลองในสภาพจำลอง เพื่อศึกษาแมลงศัตรูพืชและกิจกรรมของแมลง ในขณะนี้แมลงศัตรูพืชกัดกินและทำลายผลผลิตพืชอาหารของโลกราว 10 เปอร์เซ็นต์ ก่อนหน้าที่พืชจะโตพอแก่การเก็บเกี่ยว หากไม่หาทางหยุดยั้งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลกภายในปลายคริสต์ศตวรรษนี้ แมลงศัตรูพืชอาจจะกัดกินผลผลิตทางการเกษตรถึงร้อยละ 15 - 20 ซึ่งในยุโรปปีนี้ หลายประเทศเจอกับสภาพอากาศที่ร้อนจัดเพราะเกิดภาวะคลื่นอากาศร้อนปกคลุม ทำให้ระดับอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากเป็นประวัติการณ์ ผลการศึกษานี้คาดว่า หากระดับอุณหภูมิของโลกยังเพิ่มสูงขึ้นต่อไป ความสูญเสียจากแมลงศัตรูพืชที่กัดกินข้าวโพดอเมริกัน ข้าวสาลีและข้าวจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างน้อยกว่า 8 ล้านตันต่อปี ซึ่งเพิ่มขึ้นเกือบ 36 เปอร์เซ็นต์จากระดับความเสียหายจากศัตรูพืชในปัจจุบันและในประเทศอื่น ๆ นอกไปจากสหรัฐฯ ผลการศึกษานี้ชี้ว่า มี 10 ชาติไล่จากยุโรปไปถึงเอเชียตะวันออก ไม่ว่าจะเป็นรัสเซีย เกาหลีเหนือ มองโกเลีย ฟินแลนด์ คีร์กีซสถาน จอร์เจีย ภูฏาน อาร์เมเนีย อังกฤษและเดนมาร์ก อาจจะเจอกับการสูญเสียผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้นเท่าตัวจากแมลงศัตรูพืช (ทักษิณา ช่ายแก้ว, 2567)

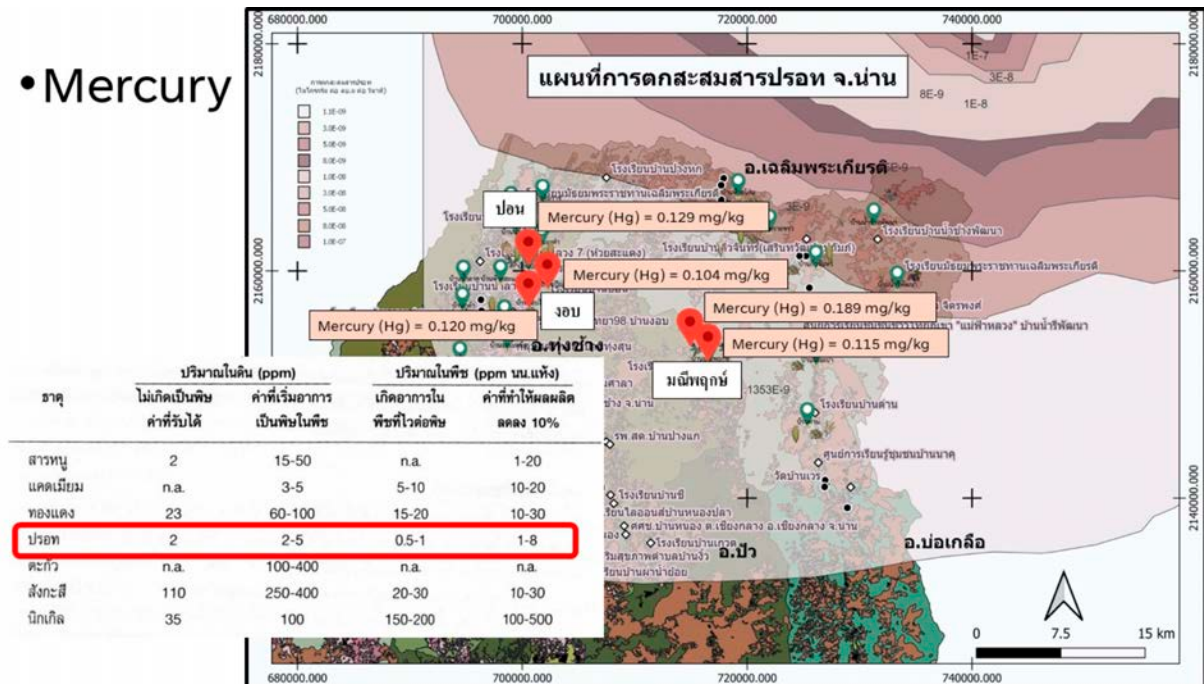
เมื่อทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแหล่งเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจทั้ง 6 ประเภทจากอำเภอทุ่งช้างและอำเภอเฉลิมพระเกียรติในขอบเขตพื้นที่ความเสี่ยงการตกค้างและสะสมสารปรอท ดังแสดงในภาพที่ 4.13 เพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนสารปรอทดังแสดงในภาพที่ 4.14 รวมถึงธาตุอาหารหลักในดินประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ดังแสดงในภาพที่ 4.15, 4.16 และ 4.17 ตามลำดับ สำหรับการประเมินสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร พบว่ามีการตรวจพบสารปรอทจำนวน 6 ตัวอย่าง ในช่วงระดับ 0.104-0.189 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่จะสามารถส่งผลกระทบต่อพืชในพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในระดับ 2-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ส่วนธาตุอาหารหลักในดินประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ของดิน ณ จุดเก็บตัวอย่างพบว่ามีความต่ำกว่าระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช และไม่มีนัยของความสัมพันธ์ของธาตุอาหารหลักในดินที่ตรวจพบได้ จึงเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าผลผลิตเศรษฐกิจที่มีการสำรวจและติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณและคุณภาพมาจากการขาดการจัดการดูแลให้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งการขาดปุ๋ยและให้น้ำส่งผลกระทบต่อพืชที่ปลูกในบริเวณดังกล่าวโดยตรง ในการแสดงลักษณะอาการหลากหลายแบบแตกต่างกัน เช่น ต้นพืชอ่อนแอ ใบเหลือง เป็นต้น

ผลการศึกษาและสำรวจการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรในงานวิจัยนี้ ทำให้สามารถกล่าวได้ว่า มีปัจจัยที่หลากหลายประกอบกัน (Multi-Factor) ทั้งปัจจัยด้านกลไกของการจัดการเชิงพื้นที่ รูปแบบการปฏิบัติที่ถูกต้อง องค์ความรู้ในการจัดการ ต้นทุนการวางระบบการจัดการที่เหมาะสม แรงงาน และตลาด รวมถึงปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หากแต่ยังไม่พบความสอดคล้องกับผลกระทบจากปัจจัยที่เกิดจากมลพิษข้ามแดน อย่างไรก็ตามเกษตรกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจ รอบรู้ และมีศักยภาพในการติดตามและเฝ้าระวัง เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่หลากหลายนี้ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต



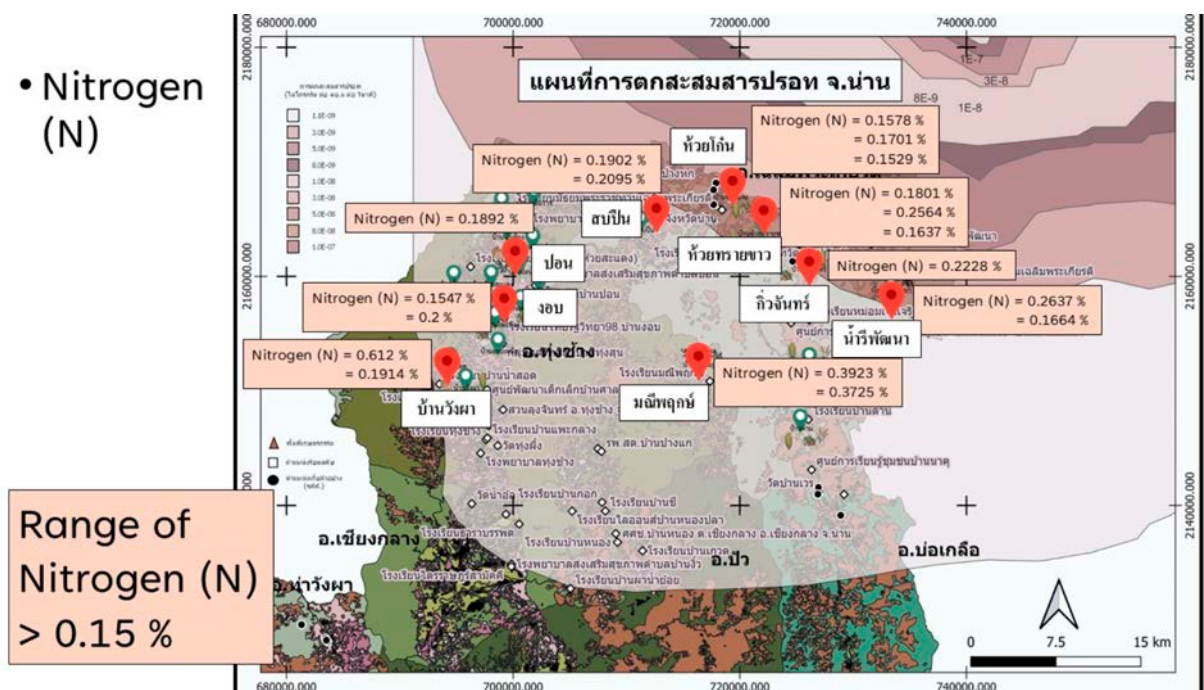
ภาพที่ 4.13 แผนที่แสดงจุดเก็บข้อมูลผลผลิตการเกษตรและตัวอย่างดิน

•Mercury



ภาพที่ 4.14 แผนที่แสดงการตรวจพบสารปรอท ณ ตำแหน่งการเก็บดินตัวอย่าง

•Nitrogen (N)



ภาพที่ 4.15 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินที่พบค่าไนโตรเจนสูงกว่าร้อยละ 0.15

ตารางที่ 4.12 ภาพรวมผลผลิตและรายได้เฉลี่ยต่อไร่ต่อปีของพืชเศรษฐกิจจากกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรใน อ.ทุ่งช้าง

ลักษณะ	ข้าวโพด		มันสำปะหลัง		ข้าว		กาแฟ		ส้มในกลุ่ม		สัมนอกกลุ่ม	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่/ปี)	716.50	757	650	2,471.10	437.41	454.21	198.61	467.19	2,250	1,105.25	6,440.63	777.29
รายได้เฉลี่ย (บาท/ปี)	100,000	45,000	19,000	46,750	20,516.67	18,666.67	29,818.18	156,666.67	375,000	102,812.50	138,750	42,142.86
		↓		↑		↓		↑		↓		↓

ตารางที่ 4.13 ภาพรวมผลผลิตและรายได้เฉลี่ยต่อปีของพืชเศรษฐกิจหลักจากกลุ่มตัวอย่างพื้นที่การเกษตรใน อ.เฉลิมพระเกียรติ

ลักษณะ	ข้าวโพด		มันสำปะหลัง		ข้าว		หม่อน		กาแฟ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่/ปี)	5,215.30	6,268.16	6,046.67	2,733.80	331.33	281.18	1,231.08	1,049.56	55.12	60.92
รายได้เฉลี่ย (บาท/ปี)	63,695	68,632.13	114,666.67	59,666.67	12,600	5,666.67	41,750	31,500	13,500	6,625
		↑		↓		↓		↓		↓

ตารางที่ 4.14 โรคและแมลงศัตรูพืชที่พบในแหล่งเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลักพื้นที่เป้าหมาย

พื้นที่	ชนิดพืช	โรคพืชที่พบ	แมลงศัตรูพืช
อ.ทุ่งช้าง	ส้ม	• ราดำ ราสนิม • โรคแคงเกอร์ (ใบเหลือง) • โรคหัวแดง (ส้มร่วง) • ใบหงิกงอ ใบแก้ว • ส้มหัวเหลือง ส้มแข็ง	• หนอนขนอบ • เพลี้ยไฟ • แมลงวันทอง • ผีเสื้อ
	กาแฟ	• ราดำ • ราสนิม • โรคแอนแทรคโนส • ราน้ำค้าง	• มอด มดดำ • เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย • แมลงเจาะลำต้น • หนอนผีเสื้อเจาะลำต้น
	ข้าวโพด	• -	• หนอนกระทู้ หนอนบู่ • หนอนสีน้ำตาล • ตั๊กแตน จิ้งหรีด • หนู

พื้นที่	ชนิดพืช	โรคพืชที่พบ	แมลงศัตรูพืช
	ข้าว	- โรคใบด่าง โรคใบไหม้ - ใบสีบ ใบห่อ ใบเหี่ยว - ใบเหลือง (พบในช่วงฝนตกหนัก) - ใบแดง	- เพลี้ยกระโดด - หนอนเจาะกอ - แมลงตัวสีขาว - หนู หอยเชอรี่
	มันสำปะหลัง	- โรคใบหงิก - โรคใบด่าง - ใบงอ - โรคหัวเน่า - โคนเน่า - ราขาว - ราแป้ง	- เพลี้ยแป้ง - หนู - ตุ่น
อ.เฉลิมพระเกียรติ	หม่อน	- เมื่อดาคุ - เชื้อรา	- หนอนกินใบ - หนอนเจาะลำต้น
	กาแฟ	- ใบไหม้ - ราสนิม - ราดำ	- หนอนเจาะลำต้น - หนอนเจาะกิ่งกาแฟ - มด - ปลวก - เพลี้ยดำ - มอด
	ข้าวโพด	- ใบเหลือง - เชื้อรา	- มอด - เพลี้ย - หนู - หนอนกัดกินใบ ต้น ผัก
	ข้าว	- โรคใบเหลือง - โรคใบไหม้ - ราดำ	- หนอนด้วงกัดรากข้าว (แมลงอิตุ) - เพลี้ย - หนอนเจาะลำต้น
	มันสำปะหลัง	- หัวเน่า - ใบไหม้ - ใบด่าง - ใบงอ - รากเน่า	- เพลี้ยแป้ง - หนู - ปลวก

4.5.4 ผลการประเมินแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในระยะสั้นและระยะยาว

การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ซึ่งผลจากการประชุมเพื่อประเมินแนวโน้มการปรับตัวกับผู้แทนจากกลุ่ม/เครือข่ายเกษตรกร โดยเฉพาะในขั้นของการผลิต (Production level) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการประเมินว่ามีความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม มีการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรโดยแบ่งออกเป็นระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) และระยะยาว (มากกว่า 5 ปี) ดังนี้

การวิเคราะห์แนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางในระยะสั้น
(ภายใน 5 ปี: พ.ศ. 2568-2572)

ตารางที่ 4.15 ผลจากการประชุมวิเคราะห์แนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางในระยะสั้น 5 ปี

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ/ ภัยคุกคามสำคัญ	แนวโน้ม/ผลกระทบ (ระยะสั้น: ภายใน 5 ปี)	กลยุทธ์ปรับตัว (ระยะสั้น)
1. การจัดการแปลง/ การดูแลรักษาพืชไม่ถูกต้อง/ ไม่เหมาะสม	- เกษตรกรยังคงทำการเกษตรตามวิถีเดิมของตนเอง ไม่ค่อยปรับในเรื่องการดูแล บำรุงรักษาพืชและดิน แต่จะมีการเปลี่ยน/สลับพืชปลูกไปเรื่อย ๆ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนระยะสั้น เช่น ปลูกสลับระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลัง เป็นต้น - ส่วนใหญ่ยังจัดการแปลงของตนเองได้ไม่มีประสิทธิภาพ ขาดความรู้ด้านการเกษตร โดยเฉพาะด้านการบำรุงดิน การค้ำพูนธาตุพืช และการจัดการศัตรูพืชและแมลง) ส่งผลให้ปลูกพืชไม่ค่อยได้ผล ไม่คุ้มที่ลงทุน นำไปสู่การเปลี่ยนพืชเร็ว เพื่อไปหาพืชที่ให้ผลตอบแทนดีกว่าและเร็วกว่ามาปลูกแทน - เกษตรกรบางส่วนเริ่มทดลองแนวทางใหม่ ๆ ในการทำเกษตรที่ไม่ซับซ้อน และประหยัดเวลาในบางพื้นที่ เช่น ทำระบบน้ำ ใช้สารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช หรือรักษาโรคพืช เป็นต้น	- เพิ่มความรู้และทักษะในการจัดการแปลง (ในตัวเอง) - เพิ่มความรู้และทักษะของหมอดิน/แกนนำเกษตรกรในการตรวจวิเคราะห์ดิน การแปลผล และการแนะนำแนวทางแก้ไขปัญหาของดิน และการเพาะปลูกในระดับชุมชน

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ/ ภัยคุกคามสำคัญ	แนวโน้ม/ผลกระทบ (ระยะสั้น: ภายใน 5 ปี)	กลยุทธ์ปรับตัว (ระยะสั้น)
2. การขาดแคลนแรงงาน	- เกิดการขาดแคลนแรงงานในช่วงการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวเพิ่มมากขึ้น การช่วยเหลือกันในรูปแบบของการ “เอามือ” อาจจะไม่เพียงพอ บางส่วนจำเป็นต้องจ้างแรงงานมาเพิ่ม โดยเฉพาะช่วงเก็บเกี่ยว - เด็กเกิดใหม่น้อยลง และคนรุ่นใหม่ไม่สนใจเข้าสู่การทำเกษตร และย้ายไปทำงานในเมืองเพิ่มมากขึ้น	- จ้างแรงงานจากนอกชุมชน/ประเทศเพื่อนบ้าน - ใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็กหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานง่ายทดแทนแรงงานบางส่วน เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกเป็นที่ลาดชันตามเขา ทำให้เอาเครื่องจักรเข้าไปใช้ได้ยาก ประกอบกับเกษตรกรเองไม่มีทุน ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีทางการเกษตรราคาสูงได้ - ส่งเสริมการรวมกลุ่ม/แลกเปลี่ยนระหว่างรุ่นของเกษตรกรเพื่อต่อยอดเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ > เกษตรกรรุ่นใหม่สามารถอยู่ในอาชีพได้ในระยะยาว
3. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	- สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงและไม่แน่นอน เกิดฝนตกหนักผิดปกติ ทำให้พืชผลร่วงในช่วงกำลังติดลูก (เช่น เงาะ ส้ม) ในขณะที่บางช่วงแล้งจัด ทำให้พืชบางชนิดที่ร่อนน้ำฝน ไม่ได้ผลผลิตที่ดี/ไม่คุ้มค่าการลงทุน - เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทำการจดบันทึกกิจกรรมทางการเกษตร รวมถึงไม่ได้ทำบัญชีครัวเรือน ทำให้ไม่มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเกษตรในช่วงที่สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ฤดูกาลผลิดก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทำให้เกษตรกรไม่สามารถวางแผนการผลิตได้	- เกษตรกรบางส่วนเริ่มเก็บข้อมูลผลผลิตและวางแผนการผลิต เช่น กลุ่มผลิตกาแฟ เพื่อให้มีผลผลิตออกขายก่อนเกิดภัยธรรมชาติ หรือขายนอกฤดูกาล ทำให้ได้ราคาสูง - การพัฒนาระบบน้ำในพื้นที่เกษตร เช่น แปลงไม้ผล (เงาะ) พื้นที่ปลูกกาแฟ เป็นต้น
4. ช่องทางการตลาด/ การเข้าถึงโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและขายสินค้า	- ส่วนใหญ่ขายให้กับพ่อค้าคนกลาง / กลุ่มวิสาหกิจ ผู้กำหนดความต้องการ (demand) สินค้าเกษตรและราคามาจากคนนอก ทำให้เกษตรกรขายได้ราคาต่ำ และในปริมาณที่ไม่มาก - เกษตรกรไม่มีความรู้เรื่องการตลาด และไม่รู้จักช่องทางการขายสินค้าอื่น ๆ	- เกษตรกรจำเป็นต้องหาช่องทางขายทางออนไลน์ - ควรมีหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษาเข้ามาช่วยเหลือเกษตรกรเพื่อพัฒนากลยุทธ์การทำตลาด และเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตร เช่น การสร้าง story ให้กับสินค้า เป็นต้น

การวิเคราะห์แนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางในระยะยาว
(มากกว่า 5 ปี: พ.ศ. 2572 เป็นต้นไป)

ตารางที่ 4.16 ผลจากการประชุมวิเคราะห์แนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางในระยะยาวมากกว่า 5 ปี

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ/ ภัยคุกคามสำคัญ	แนวโน้ม/ผลกระทบ (ระยะยาว: มากกว่า 5 ปี)	กลยุทธ์ปรับตัว (ระยะยาว)
1. การขาดแคลนแรงงาน	- แรงงานเกษตรสูงอายุมักจะเริ่มหายไป - คนรุ่นใหม่ที่มีการศึกษาจะย้ายถิ่นไปทำงานในเมือง ไม่กลับบ้านมารับช่วงต่อในการทำเกษตรจากรุ่นพ่อแม่	- การสร้างทางเลือกในการประกอบอาชีพใหม่ ที่ลดการใช้แรงงานคน และไม่ต้องลงทุนสูงมาก เช่น การเปลี่ยนอาชีพไปทำเกษตรเชิงท่องเที่ยว เป็นต้น - เลือกปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง ไม่เน้นปริมาณ+เพิ่มทักษะการจัดการแปลง เกษตรกรต้องสามารถทำเองตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ
2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ การเปลี่ยน landscape ของพื้นที่ทำการเกษตร	- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะรุนแรงมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดภัยแล้งนานขึ้น - ปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำจะทวีความรุนแรงขึ้น และในพื้นที่ที่ไม่มีการจัดทำระบบน้ำหรือแหล่งน้ำที่ยั่งยืน จะยิ่งทำให้เกษตรกรประสบปัญหาในขั้นของการเพาะปลูกมากยิ่งขึ้น - พื้นที่เกษตรต้นน้ำบางส่วนจะถูกน้ำท่วมจากการสร้างอ่างเก็บน้ำ ห้วยน้ำร้อนในอนาคต	- การจัดหาแหล่งน้ำใหม่ในพื้นที่ โดยความช่วยเหลือของหน่วยงานรัฐ (ขุดเจาะบ่อน้ำในพื้นที่เกษตร) - การสร้างอ่างเก็บน้ำสำหรับทำการเกษตรในพื้นที่ อ.เฉลิมพระเกียรติ
3. การจัดการแปลง/ การดูแลรักษาพืชไม่ถูกต้อง/ ไม่เหมาะสม	- ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกเริ่มมีปัญหามากขึ้น เนื่องจากใช้สารเคมีเป็นเวลานาน ขาดการบำรุง ทำให้ปลูกพืชไม่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ - แนวโน้มการปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง และข้าว อาจลดลง เกษตรกรหันไปปลูกพืชเศรษฐกิจยืนต้นมากขึ้น เช่น ยางพารา เป็นต้น	- ควรมีหน่วยงาน/สถาบันวิชาการ ที่เกี่ยวกับด้านเกษตรเข้าไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะในการจัดการแปลงให้กับทุกกลุ่มเกษตรกร - เพิ่มทักษะการติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ/ ภัยคุกคามสำคัญ	แนวโน้ม/ผลกระทบ (ระยะยาว: มากกว่า 5 ปี)	กลยุทธ์ปรับตัว (ระยะยาว)
		• การทำปฏิทินเพาะปลูก เพื่อวางแผนการผลิตแต่ละช่วงของปี
4. ปัญหาพ่อค้าคนกลาง/ ช่องทางการตลาด	• ส่วนใหญ่ขายให้กับพ่อค้าคนกลาง/กลุ่มวิสาหกิจ > demand สินค้าเกษตรและราคา ถูกกำหนดจากคนนอก ทำให้เกษตรกรขายได้ราคาต่ำ และในปริมาณที่ไม่มาก • ไม่มีความรู้เรื่องการตลาด และไม่รู้ช่องทางการขายสินค้าอื่น ๆ	• เกษตรกรรุ่นใหม่ต้องเข้ามาช่วยในการหาช่องทางขายทางออนไลน์ • ควรมีหน่วยงาน/สถาบันวิชาการ รวมถึงการรวมกลุ่มทำงานของคนหลายรุ่นเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตร
5. ภูมิปัญญาพื้นบ้าน ที่จะหายไป	• วัฒนธรรมที่เชื่อมโยงกับการทำเกษตร รวมถึงภูมิปัญญาพื้นบ้านเดิมจะค่อย ๆ หายไป • ไม่มีคนรุ่นใหม่มาสานต่อวัฒนธรรมดั้งเดิมของกลุ่มชาติพันธุ์ เช่น การทอผ้าไทลื้อ	• ส่งเสริมการรวมกลุ่มแบบข้ามรุ่น เพื่ออนุรักษ์ไปพร้อมกับการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมในชุมชน • เสริมหลักสูตรท้องถิ่น (เรียนและปฏิบัติให้มีประสบการณ์) ที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่

4.6 สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดนในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน สามารถสรุปผลการศึกษาเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

ส่วนที่ 1: ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มเกษตรกร และผลการวิเคราะห์ความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม ในภาพรวมถือว่าเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและทุ่งช้างเข้าสู่ “สังคมเกษตรกรสูงวัยแบบสมบูรณ์” กลุ่มเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 48.5 ปี (อายุมัธยฐาน 50 ปี) และเป็นกลุ่มชาติพันธุ์มากกว่าร้อยละ 70 ส่วนใหญ่เป็นคนลัวะ โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ นอกจากนี้ ส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา และไม่ได้เรียนหนังสือ กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรทำเกษตรในพื้นที่มาอย่างยาวนาน เฉลี่ยประมาณ 27 ปี ซึ่งหมายถึงทำเกษตรมากกว่าครึ่งชีวิต หรือบางรายยึดอาชีพเกษตรเป็นหลักมาตั้งแต่เด็ก พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ยประมาณ 27.2 ไร่ ส่วนใหญ่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ ทำให้ไม่สามารถขยายพื้นที่การเพาะปลูกของตัวเองออกไปได้ แม้พื้นที่เดิมจะเริ่มเสื่อมโทรมเนื่องจากใช้เพาะปลูกและใช้สารเคมีมานาน อีกทั้งมีการหมุนเวียนเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกไปตามความต้องการของตลาด รวมถึงพ่อค้าคนกลางเป็นหลัก

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางประชากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสังคม ข้อค้นพบสำคัญจากการเก็บข้อมูลเชิงลึกกับกลุ่มเกษตรกรและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกร จำเป็นต้องพิจารณาแบบปัจจัยร่วมระหว่างปัจจัยระดับบุคคล และปัจจัยเชิงโครงสร้าง เช่น ความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ และมี/ไม่มีโครงการช่วยเหลือ และเข้าถึง/ไม่สามารถเข้าถึงระบบบริการทางการเกษตรได้ เป็นต้น ดังนั้น แม้จะพิจารณาว่าความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบาง แต่ระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ก็ยังมีสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกันอยู่ อันเนื่องมาจากการเข้าถึงโครงการ/ความช่วยเหลือต่าง ๆ รวมถึงการเข้าถึงทรัพยากร และองค์ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตร

ส่วนที่ 2: ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรก่อนการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2554-2558) และช่วงเวลาหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2560-ปัจจุบัน) เนื่องจากมีความกังวลของเกษตรกรในพื้นที่ต่อปัญหาผลผลิตที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง รวมถึงปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชที่มีมากขึ้น ซึ่งผลสำรวจการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรในงานวิจัยนี้ พบว่าแม้ผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่หลายชนิดที่เก็บตัวอย่างจะมีแนวโน้มได้ผลผลิตลดลง และรายได้ของเกษตรกรลดลงจากการปลูกพืชดังกล่าว แต่ก็มีข้อสังเกตว่ามีพืชบางชนิดที่ยังทำรายได้ให้กับเกษตรกร คือ กาแฟ โดยเฉพาะกาแฟที่บ้านมณีพฤกษ์ที่มีมูลค่าสูงในปัจจุบัน นอกจากนี้ ในกรณีของส้มทุ่งช้าง ที่ประสบปัญหาโรคพืชและผลผลิตลดลง เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่ทำส้มในพื้นที่ควบคุมทั้งพื้นที่อำเภอเชียงกลาง ภายในจังหวัดน่านเอง และการทำส้มในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ต่างก็พบปัญหาโรคระบาดของส้มที่คล้ายกัน ประกอบกับต้นทุนการผลิตส้มที่สูงขึ้น และมีส้มจากประเทศจีนเข้ามาแย่งส่วนแบ่งตลาด ทำให้เกษตรกรหลายรายลดหรือล้มเลิกการปลูกส้มไปในที่สุด

เมื่อพิจารณาบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ทำให้การศึกษานี้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอทุ่งช้าง ว่าอาจจะเกิดจากหลายปัจจัยประกอบกัน (Multi-Factor) ทั้งปัจจัยด้านกลไกของการจัดการเชิงพื้นที่ รูปแบบการปฏิบัติที่ถูกต้อง องค์ความรู้ของเกษตรกรในการจัดการ ต้นทุนการวางระบบการจัดการที่เหมาะสม ปัจจัยด้านแรงงาน รวมถึงปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดจากมลพิษข้ามแดนซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจและรอบรู้ และมีศักยภาพในการติดตามและเฝ้าระวัง เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่หลากหลายเหล่านี้ได้

ส่วนที่ 3: ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรในระยะสั้นภายใน 5 ปีข้างหน้า กลุ่มเกษตรกรตระหนักว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาชีพหลักของพวกเขามากที่สุด คือ ความรู้/ความสามารถในการจัดการแปลงของกลุ่มเกษตรกรเอง รวมถึงการดูแลรักษาพืชที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม รองลงมาคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการขาดช่องทางการตลาด/การเข้าถึงโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและขายสินค้า ส่วนกลยุทธ์ในการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ในระดับของตัวเกษตรกรเองนั้น จำเป็นต้องเพิ่มความรู้และทักษะในการจัดการแปลง รวมถึงการจัดการโรคและศัตรูพืชอย่างถูกต้อง ต้องเพิ่มทักษะการติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรของตนเอง ระดับของชุมชน/การรวมกลุ่ม ควรจะมีการยกระดับทักษะของหมอดินในการตรวจตัวอย่างดินและพืช รวมถึงส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และระดับหน่วยงาน/สถาบันวิชาการที่เกี่ยวข้อง ควรมีการทำงานเชิงรุกเพื่อส่งเสริมความรู้และทักษะให้กับกลุ่มเกษตรกรในการจัดการแปลง การทำตลาดและเพิ่มช่องทางการขายสินค้าทางการเกษตร ตลอดจนการรับมือกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษข้ามแดน เป็นต้น

ในระยะยาวมากกว่า 5 ปีข้างหน้า เกษตรกรมองว่าปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรมากที่สุด คือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต รองลงมาคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/การเปลี่ยน landscape ของพื้นที่ทำการเกษตร การจัดการแปลง/การดูแลรักษาพืชที่ไม่ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม ปัญหาพ่อค้าคนกลาง/ช่องทางการตลาด และภูมิปัญญาพื้นบ้านที่จะหายไป สำหรับกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรจะใกล้เคียงกับในระยะสั้น มีแนวทางเพิ่มเติมในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง landscape ของพื้นที่ทำการเกษตรจากการสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำรี คือ การเปลี่ยนอาชีพไปทำการท่องเที่ยวเชิงเกษตรแทน รวมถึงความพยายามในการหาพืชมูลค่าสูงมาปลูกทดแทนพืชระยะสั้นอย่างปลูกในปัจจุบัน

สำหรับข้อเสนอแนะจากการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

ข้อเสนอต่อการพัฒนาความรู้และทักษะการจัดการแปลงของเกษตรกร

ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถาบันวิชาการที่เกี่ยวกับด้านเกษตร กลุ่มเกษตรกร และกลไกภาครัฐที่เกี่ยวข้อง (เกษตรตำบล เกษตรอำเภอ ศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตร นำน) จัดอบรมแบบเชิงรุกเพื่อให้ความรู้และติดตามให้คำปรึกษาเรื่องการจัดการแปลง การดูแลผลผลิต

ข้อเสนอต่อการพัฒนาระบบติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร

พัฒนาเครื่องมือบันทึกกิจกรรมทางการเกษตร และสร้างวัฒนธรรม Self-monitoring ให้กับกลุ่มเกษตรกร ซึ่งผลผลิตสำคัญของโครงการนี้คือ ได้พัฒนาแบบบันทึกการทำเกษตรเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร สามารถนำไปเผยแพร่และใช้ได้จริงในชุมชน หรืออาจจะนำไปปรับปรุงต่อยอดเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของการทำเกษตรในพื้นที่

ส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าใจระบบรายงานความเสียหายของพืชผลทางการเกษตรผ่านระบบ C-Site โดยเพิ่มการระบุข้อมูลวิธีการทำเกษตรของผู้รายงาน เช่น การตรวจดินและน้ำ และผลการตรวจ การใส่ปุ๋ยและใช้ยาจัดการโรคและศัตรูพืช แหล่งน้ำที่ใช้ในการทำเกษตร เป็นต้น เมื่อมีการรายงานเข้าระบบ ควรจะมีการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้วินิจฉัยปัญหา และให้คำแนะนำ ซึ่งจะทำให้ฐานข้อมูล C-Site เป็นทั้งระบบรายงานความเสียหายของพืชผล และเป็นแหล่งความรู้ของการจัดการทางการเกษตรที่ถูกต้อง

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

การใช้ฐานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว เป็นโครงการภายใต้ ชุดโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน กรณี มลพิษข้ามแดนจากโรงไฟฟ้าหงสา ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปิดพื้นที่ปฏิบัติการร่วมอันนำไปสู่การสร้างเสริมความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง 2) สร้างและพัฒนาเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ในการเฝ้าระวังสุขภาพ โดยเฉพาะกลุ่มแม่และเด็กในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท และ เกษตรกร ที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซกรด 3) สนับสนุนให้มีการนำข้อมูลจาก C-Site Databased มาวิเคราะห์และแปลผล ร่วมกันระหว่างเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และร่วมกันจัดทำเนื้อหาสำหรับการสื่อสารความเสี่ยง และ 4) เปิดพื้นที่สนทนาทางนโยบาย (Policy Dialogue Platform) แลกเปลี่ยนแนวทางและมาตรการปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน

การดำเนินงานประกอบไปด้วย การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายนักวิจัยข้ามศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง หน่วยงานส่วนราชการและท้องถิ่นในการร่วมกันเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน การสร้าง Health Literacy ให้กับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และ ชุมชนในการดูแลสุขภาพแม่และเด็ก ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสมลพิษจากปรอท การพัฒนาแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน การสื่อสารความเสี่ยง (Risk Communication) ต่อกลุ่มเป้าหมายและสาธารณะ และ การขับเคลื่อนมาตรการ/นโยบายในการปกป้องกลุ่มเปราะบาง

สรุปผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การใช้วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (Citizen Science) ในการเฝ้าระวังมลพิษสิ่งแวดล้อม

จุดเริ่มต้นของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสาที่ อ.เฉลิมพระเกียรติ และ อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน มาจากข้อเสนอของชุมชน ที่ต้องการมีความรู้และทักษะในการเฝ้าระวังความเสี่ยงด้วยตนเอง และต้องการความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้วย ทีมวิจัยจึงได้นำแนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (citizen science) ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากลว่าเป็นแนวทางที่สามารถเสริมสร้างประสิทธิภาพของระบบเฝ้าระวังมลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยเปิดให้ประชาชนทั่วไป (non-professional) ได้ทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์มืออาชีพ (professional) ในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การแปลผล การกระจายข้อมูล และการสื่อสารความเสี่ยง เพิ่มการตรวจจับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะเริ่มต้น ทำให้ตอบสนองต่อภัยคุกคามต่อสุขภาพได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมาย ช่วยเติมเต็มช่องว่างของข้อมูล และช่วยสร้างความตระหนักและความรอบรู้ทางสุขภาพให้กับชุมชนได้เป็นอย่างดี ด้วยมีการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ 1) เซ็นเซอร์ราคาประหยัด 2) แอปพลิเคชันบนมือถือ และ 3) การวิจัยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน

ในการนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจะต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย การฝึกอบรมและให้ความรู้ และสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบดังกล่าวแล้ว จะพบว่าทางโครงการวิจัยได้ดำเนินงานสอดคล้องกันดังนี้

การพัฒนาเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย โดยได้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้เพื่อติดตามตัวบ่งชี้ทั้งด้านเคมีและชีวภาพ รวมถึงการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลการเฝ้าระวังฯ รวมถึงใช้ในการสื่อสารความเสี่ยง ได้แก่ นักสืบสิ่งแวดล้อม การใช้เซนเซอร์ราคาประหยัด (low cost sensor) ในการตรวจวัดค่าฝุ่น แพลตฟอร์ม C-Site พัฒนาโดยสำนักเครือข่ายและการมีส่วนร่วมสาธารณะ ไทยพีบีเอส และวารสารศาสตร์มือถือเพื่อวิทยาศาสตร์พลเมือง หรือ Mobile Journalism for Citizen Science (MoJo4CitSci) ที่เป็นการเอาแนวคิดวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง และแนวคิดการใช้มือถือเพื่อการเล่าเรื่องมาผนวกเข้าด้วยกัน

- 1) การฝึกอบรมและให้ความรู้ ได้มีการจัดพัฒนาศักยภาพทั้งในส่วนของชุมชนและโรงเรียน ในรูปแบบของค่ายวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองเพื่อการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมสนับสนุนการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมืองและนำเสนอผลงานในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ซึ่งเป็นการจัดงานร่วมกันของภาคีเครือข่าย 17 องค์กร มีผู้ร่วมงานที่ลงทะเบียนจำนวน 392 คน และผู้เข้าร่วมงานผ่านระบบการถ่ายทอดสดออนไลน์ผ่านทาง Facebook Live ของสถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส
- 2) การสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ สำหรับประเด็นนี้ทางทีมวิจัยได้เผชิญกับข้อท้าทายใหญ่ที่หน่วยงานภาครัฐและผู้เชี่ยวชาญบางกลุ่มไม่มีความเชื่อมั่นในเครื่องมือและคุณภาพของข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยภาคประชาชน นอกจากนี้ยังมีประเด็นเรื่องการสื่อสารความเสี่ยงที่มีความอ่อนไหวเนื่องจากไปกระทบต่อภาคธุรกิจ โดยเฉพาะหากพื้นที่นั้นเป็นแหล่งผลิตอาหาร สินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก รวมถึงมีรายได้หลักจากการท่องเที่ยว อย่างไรก็ตามแนวคิดนี้ก็ได้รับการตอบรับเป็นอย่างดีจากหน่วยงานด้านการศึกษา โดยเฉพาะโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงที่มีบทบาทนำในการนำไปปฏิบัติในระดับชุมชน ดังจะเห็นได้จากความร่วมมือระหว่างนักวิจัยกับครูและผู้บริหารสถานศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น การจัดทำแผนการเรียนรู้แบบ active learning และโครงการวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง ซึ่งครูและนักเรียนได้นำผลการเฝ้าระวังไปสื่อสารกับชุมชนได้โดยตรง

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย คือ การนำตัวแบบ (prototype) ที่สร้างขึ้นจากกรณีจังหวัดน่านนี้ มาปฏิบัติซ้ำในพื้นที่เดิม รวมถึงการนำไปทดสอบในพื้นที่อื่นที่บริบทแตกต่างกัน เพื่อทำความเข้าใจเงื่อนไขและเส้นทาง (pathway) ก่อนที่จะไปสู่การก่อรูปนโยบายและแปลงไปสู่การปฏิบัติจริงในพื้นที่ต่าง ๆ ที่เสี่ยงภัยจากมลพิษสิ่งแวดล้อม

ส่วนที่ 2 แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอท

ปรอทที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นได้ทั้งตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยสารปรอทสู่สิ่งแวดล้อม ปรอทมี 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) โลหะปรอท 2) สารปรอทอินทรีย์ และ 3) สารปรอทอินทรีย์ ปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ การหายใจ ทางผิวหนัง และการรับประทาน ผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นอยู่กับประเภทของปรอท ขนาดของการสัมผัส ระยะเวลา และวิธีการสัมผัส รวมถึงความไวต่อการเกิดพิษของผู้รับสัมผัส ปรอทอินทรีย์เปลี่ยนรูปมาจากปรอทอินทรีย์โดยกระบวนการทางชีวภาพที่มีสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำหรือแบคทีเรียมาเกี่ยวข้องในกระบวนการชีวเคมีเปลี่ยนปรอทอินทรีย์ให้เป็นเมทิลเมอร์คิวรี (Methylmercury: MeHg) ซึ่งเป็นรูปแบบของปรอทที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาทสมองของทารกในครรภ์และเด็ก เมทิลเมอร์คิวรีเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินอาหารโดยการรับประทานปลาน้ำจืด น้ำเค็ม และหอยหลายชนิด จากแหล่งน้ำที่มีสารปรอทปนเปื้อน โดยเฉพาะปลาที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นผู้ล่า ปลาที่กินปลาเล็กอื่น ๆ เป็นอาหาร และปลาที่อาศัยอยู่ตามท้องพื้นน้ำ การเกิดพิษจากเมทิลเมอร์คิวรีจะเป็นลักษณะของการสะสมเป็นระยะเวลานาน เมื่อมีปริมาณมากขึ้นจะเป็นอันตรายต่อระบบประสาท โดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปนเปื้อนสารปรอท และรับประทานปลาจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนของสารปรอทเป็นประจำ ทารกในครรภ์มีความเสี่ยงที่จะมีความผิดปกติของระบบประสาทสมอง (ค่าปรอทในสายสะดือสูงเกิน 0.58 ไมโครกรัม/ลิตร) เช่น ความผิดปกติของความจำ สติปัญญา ลดลง ความสามารถในการเรียนรู้ลดลง พัฒนาการล่าช้า การประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อผิดปกติ ขาสั่น เดินผิดปกติ ตาบอด หูหนวก ปัญญาอ่อน สมองพิการแต่กำเนิด เป็นต้น ความผิดปกตินี้จะมีลักษณะคงอยู่ต่อเนื่องไปจนโต ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเด็กในระยะยาวและส่งผลกระทบต่อคุณภาพพลเมืองของประเทศในอนาคตด้วย การศึกษาในหลายประเทศพบว่าปลาน้ำจืดธรรมชาติใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหิน มีการสะสมของสารปรอทสูงกว่าค่าปกติ การบริโภคปลาของหญิงตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าปรอทในเลือดของหญิงตั้งครรภ์และค่าปรอทในเลือดที่สูงเกินเกณฑ์มีผลกระทบต่อพัฒนาการและสติปัญญาของทารกในครรภ์ การใช้หลักเฝ้าระวังป้องกันไว้ก่อนที่จะเกิดปัญหาจึงมีความสำคัญ แต่จากการศึกษาของ ดร.ณิ ไพศาลพาณิชย์กุลและคณะ (2561) ที่อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน พบว่าชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของโรงไฟฟ้าถ่านหินต่อความเสี่ยงด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรยกระดับและเพิ่มขีดความสามารถของโรงพยาบาลอำเภอและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เพื่อรองรับการให้บริการสุขภาพแก่ประชาชนที่มีความเสี่ยงจากมลพิษปรอทจากโรงไฟฟ้าถ่านหินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คณะผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอทสำหรับบุคลากรด้านสุขภาพเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้ความรู้และเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยจากมลพิษปรอทในพื้นที่เสี่ยง การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่มุ่งสร้างศักยภาพให้บุคลากรสุขภาพมีบทบาทนำในการเฝ้าระวังและป้องกันผลกระทบทางสุขภาพของกลุ่มเปราะบาง คือ หญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยที่อาศัยอยู่ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ระหว่าง 1 มีนาคม 2567 - 1 มีนาคม 2568 การพัฒนาแนวทางเฝ้าระวังประกอบด้วย การทบทวนวรรณกรรม การประชุมร่วมกับแพทย์และพยาบาลที่ดูแลสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก และการจัดเสวนาวิชาการร่วมกับนักวิจัยและบุคลากรด้านสาธารณสุขที่มีความเชี่ยวชาญด้านปรอทและสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก

ผลการศึกษา

1. การศึกษาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนปรอทในต่างประเทศ ดังนี้

- 1.1 การลดการปนเปื้อนมลพิษจากแหล่งต้นกำเนิดของกระบวนการผลิตด้านอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหินซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการปลดปล่อยมลพิษจากกิจกรรมของมนุษย์ วิธีหนึ่งในการควบคุมมลพิษคือ การกำหนดความเข้มข้นของสารมลพิษที่โรงงานถ่านหินได้รับอนุญาตให้ปล่อยออกมาโดยใช้มาตรฐานการปล่อยก๊าซร่วมกับการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการดักจับมลพิษ
- 1.2 การประเมินและติดตามปริมาณของมลพิษอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินผลการดำเนินงานและใช้ในการตัดสินใจ ผลกระทบของมลพิษทางอากาศและปรอทจากโรงไฟฟ้าเป็นการสัมผัสในปริมาณต่ำแต่เรื้อรัง และระดับที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อทารก เด็ก และทารกในครรภ์ยังมีหลักฐานและการศึกษาที่ยังสรุปค่อนข้างยากทำให้แนวทางการประเมินและเกณฑ์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเพื่อประเมินผลกระทบและเฝ้าระวังแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ในปี พ.ศ. 2561 WHO (2010; 2018) ได้ให้แนวทางในการออกแบบการสำรวจเพื่อประเมินการสัมผัสสารปรอทของหญิงตั้งครรภ์โดยใช้การตรวจสอบทางชีวภาพในมนุษย์ (human biomonitoring) การเลือกกลุ่มเป้าหมายและตัวชี้วัดทางชีวภาพ การวางแผนการสำรวจ การเชิญชวนเข้าร่วมวิจัยและงานภาคสนาม การจัดการข้อมูลและการสื่อสารข้อมูล กลวิธีให้ชุมชนมีส่วนร่วมและข้อควรพิจารณาทางจริยธรรม
- 1.3 การให้แนวทางและคำแนะนำในการป้องกันผลกระทบสุขภาพจากปรอท การศึกษาวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาสนับสนุนว่าการตรวจพบสารปรอทในห่วงโซ่อาหาร เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ต้องมีคำแนะนำในการบริโภคปลา โดยมีคำแนะนำเกี่ยวกับรายชื่อปลาแห่งชาติตั้งแต่ปี 2010 จนถึงปัจจุบันและพัฒนาคำแนะนำที่เฉพาะสำหรับแต่ละพื้นที่ที่มีการติดตามปริมาณสารปรอทในปลาสายพันธุ์ต่าง ๆ จากแหล่งน้ำและอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการเลือกรับประทานปลาที่ถูกต้อง

2. การพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังและการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากปรอทสำหรับหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยง

- 2.1 แนวทางการเฝ้าระวังและการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากปรอทสำหรับหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่เสี่ยง การเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอทในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ เมื่อหญิงตั้งครรภ์มาฝากครรภ์ครั้งแรก ควรได้รับการค้นหาปัจจัยเสี่ยงต่อการสัมผัสสารปรอท ดังนี้ (1) ชักประวัติและคัดกรองการสัมผัสมลพิษสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในชุมชน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ความเสี่ยงในการสัมผัสสารปรอทของหญิงตั้งครรภ์ (2) หากพบว่ามีความเสี่ยง ได้แก่ ชนิดของปลาที่รับประทานว่าเป็นปลาผู้ล่า ปลาที่หากินอยู่ตามพื้นท้องน้ำและปลาที่กินสัตว์เป็นอาหาร และจำนวนครั้งที่รับประทานปลารับประทานมากกว่า 2 มื้อ/สัปดาห์ ตรวจหาปริมาณสารปรอทในเส้นผม หากพบสารปรอทเกินค่ามาตรฐาน ($>0.58 \text{ ug/g}$) ค้นหาข้อมูลการสัมผัสสารปรอทของหญิงตั้งครรภ์แต่ละราย โดยการซักถามเกี่ยวกับชนิด จำนวน ความถี่ในการบริโภค พิจารณาปริมาณของสารปรอทที่ตกค้างในปลาแต่ละชนิด

ให้คำแนะนำการปฏิบัติตัว ส่งพบแพทย์ตรวจร่างกาย ทิมสุขภาพเยี่ยมบ้าน และตรวจหาสารปรอท ในผมซ้ำเมื่ออายุครรภ์ 30 สัปดาห์ และตรวจปรอทในเลือดจากสายสะดือเมื่อคลอด (WHO, 2008; 2021) และ (3) ติดตามข้อมูลสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์และการคลอด ติดตามสุขภาพ ของทารกแรกเกิด และทุก 3 เดือน สำหรับขั้นตอนการเฝ้าระวังความเสี่ยงทางสุขภาพจากสารปรอท ในหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์

- 2.2 แนวทางการดำเนินงานระบบป้องกันและเฝ้าระวังภาวะพิษปรอทในเด็กปฐมวัย ในคลินิกเด็กสุขภาพดี และศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัย (ทารกแรกเกิดจนถึงอายุ 5 ปี) เพื่อเฝ้าระวังภาวะพิษสารปรอทในพื้นที่เสี่ยง ดังนี้ (1) การจัดบริการในคลินิกสุขภาพเด็กดีหรือศูนย์ดูแลเด็กโดยการประเมินความเสี่ยงของเด็ก บุคลากรกับระบบการคัดกรองสุขภาพในช่วงต่าง ๆ ตามการนัดหมายเดิมของเด็กในแต่ละครั้ง ในกรณี กลุ่มเสี่ยงจะมีการตรวจระดับสารปรอทในเส้นผมของเด็กตามความสมัครใจของผู้ปกครอง หากมี ค่าปรอทในเส้นผมเกิน 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม จะได้รับคำแนะนำเพิ่มจากปกติ โดยให้คำแนะนำ เกี่ยวกับปรอทและการหลีกเลี่ยงรับประทานอาหารที่เสี่ยงปนเปื้อนปรอท และติดตามเยี่ยมบ้าน โดยพยาบาลวิชาชีพ/นักวิชาการสาธารณสุข เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของเด็ก พฤติกรรมเสี่ยง ต่อการสัมผัสปรอทของผู้ปกครองและเด็ก หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันและ การลดการสัมผัสสารปรอทตามสาเหตุการสัมผัสในแต่ละราย การสังเกตอาการ พัฒนาการเด็ก และการให้ข้อมูลการตรวจสิ่งแวดล้อมในบ้านหรือพื้นที่เสี่ยง เป็นต้น และนัดตรวจติดตามค่าปรอทในผม 3 เดือนถัดไป (2) การดูแลต่อเนื่องและการส่งต่อ ในกลุ่มที่มีผลการตรวจระดับปรอทในผมน้อยกว่า 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม ให้คำแนะนำการป้องกัน/ลดการสัมผัส ในกลุ่มผลการตรวจระดับปรอท ในเลือดมากกว่า 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่งต่อคลินิกกุมารเวชกรรม เพื่อให้การรักษาตามแนวทางการคัดกรองการสัมผัสสารปรอทในเด็กอย่างต่อเนื่องต่อไป

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1. คู่มือแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัย จากมลพิษปรอทนี้ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ควรนำไปเผยแพร่ให้ความรู้แก่บุคลากรสุขภาพที่เกี่ยวข้องและ ครูที่เลี้ยงดูดูแลเด็กปฐมวัย ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อมสูง เพื่อสร้างความรู้ ความตระหนักถึงพิษ ของปรอทต่อสุขภาพ และขับเคลื่อนทั้งระบบเพื่อป้องกันพิษปรอทต่อสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็ก ปฐมวัย ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนปรอท

2. การป้องกันการปนเปื้อนปรอทในหญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์และเด็กปฐมวัย ที่สำคัญประเด็นหนึ่ง คือการ หลีกเลี่ยงการรับประทานปลาที่มีการปนเปื้อนของปรอทสูง คำแนะนำในคู่มือฯ นี้เกี่ยวกับชนิดและปริมาณของปลาที่ควร รับประทานและควรหลีกเลี่ยง ควรมีความชัดเจนว่าปลาชนิดไหนไม่ควรรับประทานและรับประทานได้ในปริมาณเท่าใด ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับค่าปรอทในปลาแต่ละชนิดจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการให้ คำแนะนำเรื่องการรับประทานปลาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นบนฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลเหล่านี้ยังมีจำกัด ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณปรอทในปลาให้ครอบคลุมทุกชนิดของปลาจากแหล่งน้ำต่าง ๆ

3. คู่มือการฝากครรภ์สำหรับบุคลากรสาธารณสุข โดยกลุ่มอนามัยแม่และเด็ก สำนักส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย ระบุว่า หญิงตั้งครรภ์ “ควรรับประทานปลา โดยเฉพาะปลาทะเลอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ให้ได้รับ DHA ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า 3 ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมองและระบบประสาทเกี่ยวกับการพัฒนาเรียนรู้และจอประสาทตาซึ่งเกี่ยวกับการมองเห็นของทารกในครรภ์” ซึ่งไม่สอดคล้องกับคู่มือฯ นี้ที่แนะนำให้รับประทานปลาที่มีโอกาสมีการสะสมของปรอทสูง ไม่เกิน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละประมาณ 1 ฝ่ามือ (240 กรัม) และควรรับประทานปลาให้หลากหลาย ในกรณีที่หญิงตั้งครรภ์อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของสารปรอทในแหล่งน้ำสูง บุคลากรสุขภาพควรพิจารณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการรับประทานปลาให้เหมาะสมกับบริบทของหญิงตั้งครรภ์

4. การนำคู่มือนี้ไปสู่การปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ในระยะหลังการถ่ายโอน รพสต. ไปยังองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) กรณีให้พยาบาลที่ รพ.สต. ออกเยี่ยมบ้านหญิงตั้งครรภ์ที่มีค่าปรอทในเส้นผมสูง ต้องมีการประสานความร่วมมืออย่างดีกับ อบต. และพยาบาลที่ รพ.สต. ตั้งแต่การส่งเสริมสมรรถนะของพยาบาลให้เข้าใจเกี่ยวกับปรอทต่อสุขภาพของ หญิงตั้งครรภ์ ทารก และเด็กปฐมวัย และขอความร่วมมือปฏิบัติตามแนวทางการป้องกันนี้ จึงจะเกิดผลในทางปฏิบัติ

5. หลักฐานจากงานวิจัยในปัจจุบันพบว่า สารพิษจากโลหะหนักหลายชนิดไม่เฉพาะแต่ปรอทเท่านั้นที่เป็นพิษต่อสุขภาพ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม อาร์เซนิก และ โครเมียม กรมควบคุมโรคควรให้ความรู้และพัฒนาแนวทางการป้องกัน พิษจากโลหะหนักเหล่านี้ให้ครอบคลุมแก่บุคลากรสุขภาพและประชาชน

ส่วนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกร กลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน

จากผลการศึกษาของชุดโครงการพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในจังหวัดน่าน ในระยะที่ 1 และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีข้อค้นพบสำคัญคือ ผลกระทบต่อพืชผลทางการเกษตรของชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และจากแบบจำลองอาจส่งผลกระทบไปถึงพื้นที่เพาะปลูกของชาวบ้านในอำเภอทุ่งช้าง นำไปสู่การกำหนดเป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้ คือ จัดทำข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชน ในระยะที่ 2 โดยมุ่งค้นหากลุ่มเปราะบางในกลุ่มเกษตรกรตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานการเกษตรของการเพาะปลูกพืช 6 ชนิด ที่อาจได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน ได้แก่ ส้ม กาแฟ หม่อน มันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการประเมินแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในอนาคตหากระดับความรุนแรงของผลกระทบจากมลพิษข้ามแดนเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยเติมเต็มข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรในฐานะข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจากโครงการในระยะแรก ซึ่งทางทีมนักวิชาการ ทีมนักวิทยาศาสตร์พลเมือง และทีม TPBS ได้พัฒนาเครื่องมือติดตามและตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ รวมถึงความเสี่ยงทางสุขภาพเป็นหลัก และคาดหวังว่าผลจากการประเมินความเปราะบางด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มเกษตรกรที่อาจได้รับผลกระทบในพื้นที่ชายแดนนี้ ในท้ายที่สุดจะสร้างความตระหนักและความตื่นตัวเพื่อเตรียมความพร้อมรับมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง อันนำไปสู่การสร้างความเป็นธรรมทางสุขภาพให้กับกลุ่มเปราะบางในที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

- 1) เพื่อศึกษาข้อมูลของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้อง รวมถึงจัดทำแผนที่ห่วงโซ่อุปทานการผลิตส้ม กาแฟ หม่อน มันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน
- 2) เพื่อประเมินความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม และแนวโน้มการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานอันเนื่องมาจากมลพิษข้ามแดน
- 3) เพื่อพัฒนาเครื่องมือและขยายผลการใช้ประโยชน์ของฐานข้อมูลระบบเฝ้าระวังสุขภาพโดยชุมชน (Community-led Health Impact Monitoring System) โดยเฉพาะส่วนของการเฝ้าระวังความเสียหายของผลิตผลทางการเกษตรจากมลพิษข้ามแดน

ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงพืชผลทางการเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดนในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน สามารถสรุปผลการศึกษาเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1. ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มเกษตรกร และผลการวิเคราะห์ความเปราะบางทางเศรษฐกิจและสังคม ในภาพรวมถือว่าเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและทุ่งช้างเข้าสู่ “สังคมเกษตรกรสูงวัยแบบสมบูรณ์” กลุ่มเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 48.5 ปี (อายุมัธยฐาน 50 ปี) และเป็นกลุ่มชาติพันธุ์มากกว่าร้อยละ 70 ส่วนใหญ่เป็นคนลัวะ โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ นอกจากนี้ ส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา และไม่ได้เรียนหนังสือ กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรทำเกษตรในพื้นที่มาอย่างยาวนาน เฉลี่ยประมาณ 27 ปี ซึ่งหมายถึงทำเกษตรมากกว่าครึ่งชีวิต หรือบางรายยึดอาชีพเกษตรเป็นหลักมาตั้งแต่เด็ก พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ยประมาณ 27.2 ไร่ ส่วนใหญ่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ ทำให้ไม่สามารถขยายพื้นที่การเพาะปลูกของตัวเองออกไปได้ แม้พื้นที่เดิมจะเริ่มเสื่อมโทรมเนื่องจากใช้เพาะปลูกและใช้สารเคมีมานาน อีกทั้งมีการหมุนเวียนเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกไปตามความต้องการของตลาด รวมถึงพ่อค้าคนกลางเป็นหลัก ผลจากการวิเคราะห์

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางประชากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสังคม ข้อค้นพบสำคัญจากการเก็บข้อมูลเชิงลึกกับกลุ่มเกษตรกรและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่คือ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเปราะบางของกลุ่มเกษตรกร จำเป็นต้องพิจารณาแบบปัจจัยร่วมระหว่างปัจจัยระดับบุคคล และปัจจัยเชิงโครงสร้าง เช่น ความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ และมี/ไม่มีโครงการช่วยเหลือและเข้าถึง/ไม่สามารถเข้าถึงระบบบริการทางการเกษตรได้ เป็นต้น ดังนั้น แม้จะพิจารณาว่าความเป็นกลุ่มชาติพันธุ์เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเปราะบาง แต่ระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ก็ยังมีสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกันอยู่ อันเนื่องมาจากการเข้าถึงโครงการ/ความช่วยเหลือต่าง ๆ รวมถึงการเข้าถึงทรัพยากร และองค์ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตร

2. ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรก่อนการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2554-2558) และช่วงเวลาหลังการตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (ปี 2560-ปัจจุบัน) เนื่องจากมีความกังวลของเกษตรกรในพื้นที่ต่อปัญหาผลผลิตที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง รวมถึงปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชที่มีมากขึ้น ซึ่งผลสำรวจการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรในงานวิจัยนี้พบว่าแม้ผลผลิตทางการเกษตรในพืชหลายชนิดที่เก็บตัวอย่างจะมีแนวโน้มได้ผลผลิตลดลง และรายได้ของเกษตรกรลดลงจากการปลูกพืชดังกล่าว แต่ก็มีข้อสังเกตว่ามีพืชบางชนิดที่ยังทำรายได้ให้กับเกษตรกร คือ กาแฟ โดยเฉพาะกาแฟที่บ้านมณีพฤกษ์ที่มีมูลค่าสูงในปัจจุบัน นอกจากนี้ ในกรณีของส้มทุ้งช้าง ที่ประสบปัญหาโรคพืชและผลผลิตลดลงเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่ทำส้มในพื้นที่ควบคุมทั้งพื้นที่อำเภอเชียงกลาง ภายในจังหวัดน่านเอง และการทำส้มในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ต่างก็พบปัญหาโรคระบาดของส้มที่คล้ายกัน ประกอบกับต้นทุนการผลิตส้มที่สูงขึ้น และมีส้มจากประเทศจีนเข้ามาแย่งส่วนแบ่งตลาด ทำให้เกษตรกรหลายรายลดหรือล้มเลิกการปลูกส้มไปในที่สุด เมื่อพิจารณาบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ทำให้การศึกษานี้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอทุ้งช้างว่าอาจจะเกิดจากหลายปัจจัยประกอบกัน (Multi-Factor) ทั้งปัจจัยด้านกลไกของจัดการเชิงพื้นที่ รูปแบบการปฏิบัติที่ถูกต้อง องค์ความรู้ของเกษตรกรในการจัดการ ต้นทุนการวางระบบการจัดการที่เหมาะสม ปัจจัยด้านแรงงาน รวมถึงปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดจากมลพิษข้ามแดนซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจและรอบรู้ และมีศักยภาพในการติดตามและเฝ้าระวัง เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่หลากหลายเหล่านี้ได้

3. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรและแนวโน้มการปรับตัวของเกษตรกรในระยะสั้นภายใน 5 ปีข้างหน้า กลุ่มเกษตรกรตระหนักว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาชีพหลักของพวกเขามากที่สุด คือ ความรู้/ความสามารถในการจัดการแปลงของกลุ่มเกษตรกรเอง รวมถึงการดูแลรักษาพืชที่ยังไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม รองลงมาคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการขาดช่องทางการตลาด/การเข้าถึงโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและขายสินค้า ส่วนกลยุทธ์ในการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ในระดับของตัวเกษตรกรเองนั้น จำเป็นต้องเพิ่มความรู้และทักษะในการจัดการแปลง รวมถึงการจัดการโรคและศัตรูพืชอย่างถูกต้อง ต้องเพิ่มทักษะการติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรของตนเอง ระดับของชุมชน/การรวมกลุ่ม ควรจะมีการยกระดับทักษะของหมอดินในการตรวจตัวอย่างดินและพืช รวมถึงส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และระดับหน่วยงาน/สถาบันวิชาการที่เกี่ยวข้อง ควรมีการทำงานเชิงรุกเพื่อส่งเสริมความรู้และทักษะให้กับกลุ่มเกษตรกรในการจัดการแปลง การทำตลาดและเพิ่มช่องทางการขายสินค้าทางการเกษตร ตลอดจนการรับมือกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษข้ามแดน เป็นต้น ในระยะยาวมากกว่า 5 ปีข้างหน้า เกษตรกรมองว่าปัจจัยที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรมากที่สุดคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต รองลงมาคือ การเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศ/การเปลี่ยน landscape ของพื้นที่ทำการเกษตร การจัดการแปลง/การดูแลรักษาพืชไม่ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม ปัญหาพ่อค้าคนกลาง/ช่องทางการตลาด และภูมิปัญญาพื้นบ้านที่จะหายไป สำหรับกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรจะใกล้เคียงกับในระยะสั้น มีแนวทางเพิ่มเติมในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง landscape ของพื้นที่ทำการเกษตรจากการสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำรี คือ การเปลี่ยนอาชีพไปทำการท่องเที่ยวเชิงเกษตรแทน รวมถึงความพยายามในการหาพืชมูลค่าสูง มาปลูกทดแทนพืชระยะสั้นอย่างปลูกในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ข้อเสนอต่อการพัฒนาความรู้และทักษะการจัดการแปลงของเกษตรกร ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถาบันวิชาการที่เกี่ยวกับด้านเกษตร กลุ่มเกษตรกร และกลไกภาครัฐที่เกี่ยวข้อง (เกษตรตำบล เกษตรอำเภอ ศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตร น่าน) จัดอบรมแบบเชิงรุกเพื่อให้ความรู้และติดตามให้คำปรึกษาเรื่องการจัดการแปลง การดูแลผลผลิต

2. ข้อเสนอต่อการพัฒนาระบบติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร

2.1 พัฒนาเครื่องมือบันทึกกิจกรรมทางการเกษตร และสร้างวัฒนธรรม Self-monitoring ให้กับกลุ่มเกษตรกร ซึ่งผลผลิตสำคัญของโครงการนี้คือ ได้พัฒนาแบบบันทึกการทำเกษตรเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร สามารถนำไปเผยแพร่และใช้ได้จริงในชุมชน หรืออาจจะนำไปปรับปรุงต่อยอดเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของการทำเกษตรในพื้นที่

2.2 ส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าใจระบบรายงานความเสียหายของพืชผลทางการเกษตรผ่านระบบ C-Site โดยเพิ่มการระบุข้อมูลวิธีการทำเกษตรของผู้รายงาน เช่น การตรวจดินและน้ำ และผลการตรวจ การใส่ปุ๋ยและใช้ยาจัดการโรคและศัตรูพืช แหล่งน้ำที่ใช้ในการทำเกษตร เป็นต้น เมื่อมีการรายงานเข้าระบบ ควรจะมีการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้วินิจฉัยปัญหา และให้คำแนะนำ ซึ่งจะทำให้ฐานข้อมูล C-Site เป็นทั้งระบบรายงานความเสียหายของพืชผล และเป็นแหล่งความรู้ของการจัดการทางการเกษตรที่ถูกต้อง

บรรณานุกรม

- กรวิทย์ พักคง และสมรรถชัย แยมสะอาด. (2564). โซ่อุปทานและโอกาสทางการตลาดของ อุตสาหกรรมกาแฟและผลิตภัณฑ์กาแฟบนที่สูงของไทยเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทาง การตลาดในประเทศกลุ่มประชาคมอาเซียน, วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, 16(1), 56-67.
- ชนิตา พันธุ์ณี และอัมรินทร์ ศิริแก้ว. (2557). แนวทางการพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าอินทรีย์ในภาคเหนือของประเทศไทย: การประยุกต์ใช้แนวคิดห่วงโซ่คุณค่า. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ดร.ณิ ไพศาลพาณิชย์กุล, นัทธน คงเจริญ, สงกรานต์ ป่องบุญจันทร์, สมพร เพ็งคำ, ลมิตา เขตชั้น และเชมชาติ ตนบุญ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับชุมชนในการประเมินผลกระทบ ด้านสุขภาพชุมชนที่มีความเสี่ยงจากโครงการพัฒนาในพื้นที่ชายแดน: กรณีผลกระทบจากโรงไฟฟ้าห้วยสา ในจังหวัดน่าน 2561.
- ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อสรุปทางวิชาการ เรื่อง ผลกระทบของการใช้อะมัลกัมที่มีต่อสุขภาพ. สืบค้นจาก: <https://www.thaidental.or.th/main/page/264/th/ข้อสรุปทางวิชาการเรื่องผลกระทบของการใช้อะมัลกัมที่มีต่อสุขภาพ.html#part1>
- ธนพล เพ็ญรัตน์, มนุષ โลหิตนาว, วิน ไตรวิทยานุรักษ์, วรากร มณีชูเกตุ, นวพร อาดา, ภากร ป้อมกระสัน และคณะ. การจัดทำแผนที่ความเสี่ยง การติดตามการปนเปื้อนและประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตของชุมชนจากมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าถ่านหินตกละสมในสิ่งแวดล้อม 2566.
- ธีรนนท์ วรรณศิริ. (2561). ประสบการณ์การใช้สารเคมีของเกษตรกรชาวสวนส้มโอจังหวัดนครปฐม. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 13(1), 199-209.
- นภาพร จันปัญญา. (2562). ยุทธศาสตร์ครัวเรือนของเกษตรกรกับการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติในบ้านมะขามค่อม ตำบลยางซ้าย อำเภอมือง จังหวัดสุโขทัย. (ปริญญาโทบริหารวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- นันทน์ภัส จันทร, พนาภา ศิริวรรณกุล และเมตตา เร่งชวนขวย. (2564). การปรับตัวต่อสถานการณ์ภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลนาคู อำเภอด่านช้าง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 52(1), 1-10.
- ประภาส ปิ่นตบแต่ง, สุภา ไยเมือง, สุรางค์รัตน์ จำเริญพล, มณฑกานต์ ฉิมมามี และวีระ หวังสัจจะโชค. (2564). โครงการวิจัยการปรับตัวของชาวนาไทยยุคหลังนโยบายจำนำข้าว ปี พ.ศ. 2557. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พลนัท พรพภักดิ์, พินันดา โรจน์รัตน์ศิริกุล และปภัสน ผลเพิ่ม. (2556). การพัฒนาการส่งออกสินค้าทางอากาศประเภทผักผลไม้ จากประเทศไทยไปสู่สหภาพยุโรป, วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม, 3(3). 47-53.
- พลอยพิม ศัลยพงษ์. (2550). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยใช้แนวคิดของการจัดการห่วงโซ่อุปทานสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากผึ้ง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่/เชียงใหม่. DOI: https://doi.nrct.go.th/List-Doi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/CMU.the.2007.115
- พัทธราณ ณะแก้ว. (2560). การศึกษาสถานะสุขภาพและปัจจัยเสี่ยงของเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืช ตำบลเมืองจึง อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน. (สารนิพนธ์สาธิตวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.
- พริยา สุธีรุฒ. (2562). พิษจากสารปรอท Mercury Toxicity. วารสารกรมการแพทย์, 44(3):10-15.
- ภาสนันท์ อัครวัชรธิดารัตน์ และบุญศรี ศิริพันธ์ นันสุนานนท์. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการพัฒนาและใช้ระบบข้อมูลเฝ้าระวังชุมชน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการรับมือกับปัญหามลพิษข้ามพรมแดน 2566.

มูลนิธิบูรณะนิเวศ ประเทศไทย สมาคมอาร์นิกา สาธารณรัฐเช็ก และคณะทำงานด้านโลหะหนักเครือข่ายระหว่างประเทศว่าด้วยการกำจัดสารพิษตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม. (4 กุมภาพันธ์ 2556). รายงานการศึกษาในโครงการรณรงค์ พื้นที่ปนเปื้อนสารปรอทของประเทศไทย แหล่งโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงผลิตกระดาษ ตำบลท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี. กรุงเทพฯ.

มูลนิธิบูรณะนิเวศ และเครือข่ายเพื่อนตะวันออกและวาระเปลี่ยนวันออก. (9 มกราคม 2556). เอกสารงานแถลงผลการศึกษาคำถามและการศึกษาและเฝ้าระวังสารปรอทในชุมชน กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงผลิตเยื่อกระดาษ ต.ท่าตูม อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี. ปราจีนบุรี: มูลนิธิบูรณะนิเวศ.

มูลนิธิบูรณะนิเวศ. (2560). รายงานผลการศึกษาสารปรอทในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่พัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย พ.ศ. 2559 - 2560. นนทบุรี: มูลนิธิบูรณะนิเวศ.

ศรินทร์ สำนองเนตร และชิดชนก เรือนก้อน. ความชุกของเครื่องสำอางต้องสงสัยที่พบสารห้ามใช้ที่จำหน่ายในอำเภอชายแดนของเขตสุขภาพที่ 10. วารสารเภสัชกรรมไทย. 2564;13(1), 31-43.

คันสนีย์ กระจำโนม, อาชีวบาร์มี มณีตระกูลทอง, นครศ รังควัต และปิติตา ธรรมิรัตนเกษม. (2558). ผลกระทบด้านการผลิตข้าวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริสรณ์เจริญ กมลลิ้มสกุล และคณะ. (2560). การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าวจังหวัดนครราชสีมา: สถานการณ์ปัจจุบัน ความเชื่อมโยง ปัญหา และแนวทางการพัฒนา. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี Suranaree Journal of Social Science, 11(2), 119-143.

สมจิตร ทองสุคดี, ณัฐสิริ หนูตา, อธิยา วรปานิ. (2561). สถานการณ์และการจัดการด้านความปลอดภัยของเครื่องสำอางในจังหวัดสุโขทัย. วารสารอาหารและยา. 25(1), 61-71.

สมพร คุณวิจิต และยุพิน รมณีย์. (2561). ผลกระทบภัยพิบัติทางภูมิอากาศ การรับรู้ความเสี่ยง และการปรับตัวของครัวเรือนเกษตรกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, 9(1), 81-111.

สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ทำการตรวจหาสารปรอทในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทาหน้าในท้องตลาด. 20 พฤศจิกายน 2560 เข้าถึง 16 กรกฎาคม 2567.
<https://www3.dmsc.moph.go.th/post-view/218>.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 ลงวันที่ 22 เมษายน 2559. เข้าถึงจาก <https://catalog.fda.moph.go.th/tr/dataset/cosmetic-law/resource/6f193899-f04e-4e7d-9449-4b55a149fada>

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). ไทยมีโรงไฟฟ้ากี่แห่ง?
<http://coastalradar.gistda.or.th/wp/?page=news-detail&id=3956>. สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2566

สิตางค์ พิลัยหล้า และคณะ. (2564). กลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรต่อการผันแปรและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ กรณีศึกษา บางเลน นครปฐม. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน).

สุโข เสมมหาศักดิ์ และคณะ. (2559). การประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่และผลกระทบต่อระบบนิเวศเกษตร อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

สุรศักดิ์ นุ่มมีศรี และคณะ. (2561). การจัดการปัญหามลพิษทางอากาศจากการเกษตรโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนบนฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

Sun, F., Dai, Y. & Yu, X. (2017). Air pollution, food production and food security: A review from the perspective of food system. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(12), 2945-2962. doi: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61814-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61814-8).

Ajsuvakova, O. P., Tinkov, A. A., Aschner, M., Rocha, J. B. T., Michalke, B., Skalnaya, M. G., Skalny, A. V., Butnariu, M., Dadar, M., Sarac, I., Aaseth, J., & Bjørklund, G. (2020, Aug 15). Sulfhydryl groups as targets of mercury toxicity. *Coord Chem Rev*, 417. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2020.213343>

Akagi, H., Grandjean, P., Takizawa, Y., & Weihe, P. (1998, May). Methylmercury dose estimation from umbilical cord concentrations in patients with Minamata disease. *Environ Res*, 77(2), 98-103. <https://doi.org/10.1006/enrs.1997.3822>

Amster, E., & Lew Levy, C. (2019). Impact of Coal-fired Power Plant Emissions on Children's Health: A Systematic Review of the Epidemiological Literature. *Int J Environ Res Public Health*, 16(11). doi:10.3390/ijerph16112008

Available from: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxid=24>, accessed 15 January 2024.

Axelrad, D. A., Bellinger, D. C., Ryan, L. M., & Woodruff, T. J. (2007, Apr). Dose-response relationship of prenatal mercury exposure and IQ: an integrative analysis of epidemiologic data. *Environ Health Perspect*, 115(4), 609-615. <https://doi.org/10.1289/ehp.9303>

Balali-Mood, M., Naseri, K., Tahergorabi, Z., Khazdair, M. R., & Sadeghi, M. (2021). Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic. *Front Pharmacol*, 12, 643972. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>

BC Centre for Disease Control, Provincial Services Authority. BC Clinician's Guide to Mercury. <https://citly.me/vdYfG> Accessed 20 November, 2023.

Bellanger, M.; Pichery, C.; Aerts, D.; Berglund, M.; Castaño, A.; Cejchanová, M.; Crettaz, P.; Davidson, F.; Esteban, M.; Fischer, M.E.; et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention. *Environ. Health* 2013, 3.

Bigham GN, Murray KJ, Masue-Slowey Y, Henry EA. Biogeochemical controls on methylmercury in soils and sediments: Implications for site management. *Integr Environ Assess Manag*. 2017 Mar;13(2):249-263. doi: 10.1002/ieam.1822. Epub 2016 Sep 3. PMID: 27427265.

Boerleider, R. Z., Roeleveld, N., Scheepers, P. T. J. (2017). Human biological monitoring of mercury for exposure assessment. *AIMS Environmental Science*, 4(2), 251-276. doi: 10.3934/envirosci.2017.2.251

- Bose-O'Reilly, S., McCarty, K. M., Steckling, N., & Lettmeier, B. (2010, Sep). Mercury exposure and children's health. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*, 40(8), 186-215. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2010.07.002>
- Cediel-Ulloa, A., Lindner, S., Rüegg, J., & Broberg, K. (2023, Jul). Epigenetics of methylmercury. *Neurotoxicology*, 97, 34-46. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2023.05.004>
- Chen, B., & Dong, S. (2022, Nov 29). Mercury Contamination in Fish and Its Effects on the Health of Pregnant Women and Their Fetuses, and Guidance for Fish Consumption-A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192315929>
- Cullen, E., Evans, D. S., Davidson, F., Burke, P., Burns, D., Flanagan, A., . . . Aerts, D. (2014). Mercury exposure in Ireland: results of the DEMOCOPHES human biomonitoring study. *Int J Environ Res Public Health*, 11(9), 9760-9775. doi:10.3390/ijerph110909760
- Dack, K., Fell, M., Taylor, C. M., Havdahl, A., & Lewis, S. J. (2022, Feb 10). Prenatal Mercury Exposure and Neurodevelopment up to the Age of 5 Years: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, 19(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph19041976>
- Díez, S., Delgado, S., Aguilera, I., Astray, J., Pérez-Gómez, B., Torrent, M., . . . Bayona, J. M. (2009). Prenatal and early childhood exposure to mercury and methylmercury in Spain, a high-fish-consumer country. *Arch Environ Contam Toxicol*, 56(3), 615-622. doi:10.1007/s00244-008-9213-7
- Dimitrov, L. V., Kaminski, J. W., Holbrook, J. R., Bitsko, R. H., Yeh, M., Courtney, J. G., O'Masta, B., Maher, B., Cerles, A., McGowan, K., & Rush, M. (2024, May). A Systematic Review and Meta-analysis of Chemical Exposures and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children. *Prev Sci*, 25(Suppl 2), 225-248. <https://doi.org/10.1007/s11121-023-01601-6>
- Doornbos, G. (2001). Adopting technologies for sustainable farming systems: the farmer's perspective. In y The Netherland's Ministry of Agriculture (Eds.), *Adopting technologies for sustainable farming systems* (pp. 24-27).
- Drago, G., Ruggieri, S., Sprovieri, M., Rizzo, G., Colombo, P., Giosuè, C., . . . Panunzi, S. (2023). Exposure profiles in pregnant women from a birth cohort in a highly contaminated area of southern Italy. *Sci Rep*, 13(1), 14815. doi:10.1038/s41598-023-41865-0
- Driscoll CT, Mason RP, Chan HM, Jacob DJ, Pirrone N. Mercury as a global pollutant: sources, pathways, and effects. *Environ Sci Technol*. 2013 May 21;47(10):4967-83. doi: 10.1021/es305071v. Epub 2013 May 3. PMID: 23590191; PMCID: PMC3701261.
- Farmani, R., Mehrpour, O., Kooshki, A., & Nakhaee, S. (2024, Aug 1). Exploring the link between toxic metal exposure and ADHD: a systematic review of pb and hg. *J Neurodev Disord*, 16(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s11689-024-09555-8>
- Freire, C., Ramos, R., Lopez-Espinosa, M. J., Díez, S., Vioque, J., Ballester, F., & Fernández, M. F. (2010, Jan). Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada, Spain. *Environ Res*, 110(1), 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2009.10.005>

- Gao, Z. Y., Li, M. M., Wang, J., Yan, J., Zhou, C. C., & Yan, C. H. (2018, Jan). Blood mercury concentration, fish consumption and anthropometry in Chinese children: A national study. *Environ Int*, 110, 14-21. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.016>
- Go, S., Kurita, H., Matsumoto, K., Hatano, M., Inden, M., & Hozumi, I. (2018, Aug 25). Methylmercury causes epigenetic suppression of the tyrosine hydroxylase gene in an in vitro neuronal differentiation model. *Biochem Biophys Res Commun*, 502(4), 435-441. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.05.162>
- Goodman, C. V., Green, R., DaCosta, A., Flora, D., Lanphear, B., & Till, C. (2023, Nov 17). Sex difference of pre- and post-natal exposure to six developmental neurotoxicants on intellectual abilities: a systematic review and meta-analysis of human studies. *Environ Health*, 22(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s12940-023-01029-z>
- Grandjean, P., Weihe, P., Debes, F., Choi, A. L., & Budtz-Jørgensen, E. (2014). Neurotoxicity from prenatal and postnatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol*, 43, 39-44. doi:10.1016/j.ntt.2014.03.004
- Gu, Q., Liu, J., Zhang, X., Huang, A., Yu, X., Wu, K., & Huang, Y. (2024, Aug 10). Association between heavy metals exposure and risk of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children: a systematic review and meta-analysis. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. <https://doi.org/10.1007/s00787-024-02546-z>
- Hernon, M. (Oct 24, 2020). The Japan Times. Minamata disease victims struggle to find closure. Available from: <https://www.japantimes.co.jp/news/2020/10/24/national/social-issues/minamata-disease-victims-closure/>
- Hsi, H. C., Jiang, C. B., Yang, T. H., & Chien, L. C. (2014, Apr). The neurological effects of prenatal and postnatal mercury/methylmercury exposure on three-year-old children in Taiwan. *Chemosphere*, 100, 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.12.068>
- Jacques, A. D., Furutani de Oliveira, M. A., da Silva, M. C., Hofer, C. B., & Basta, P. C. (2024, Mar 1). Clinical, Laboratory and Neurodevelopmental Findings in Children from the Yanomami-Ninam Population Chronically Exposed to Methylmercury. *Toxics*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/toxics12030193>
- Jedrychowski, W., Jankowski, J., Flak, E., Skarupa, A., Mroz, E., Sochacka-Tatara, E., . . . Perera, F. (2006). Effects of prenatal exposure to mercury on cognitive and psychomotor function in one-year-old infants: epidemiologic cohort study in Poland. *Ann Epidemiol*, 16(6), 439-447. doi:10.1016/j.annepidem.2005.06.059
- Jedrychowski, W., Perera, F., Jankowski, J., Rauh, V., Flak, E., Caldwell, K. L., . . . Lisowska-Miszczuk, I. (2007). Fish consumption in pregnancy, cord blood mercury level and cognitive and psychomotor development of infants followed over the first three years of life: Krakow epidemiologic study. *Environ Int*, 33(8), 1057-1062. doi:10.1016/j.envint.2007.06.001

- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2006). Methylmercury. Summary and Conclusions of the 67th Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; International Programme on Chemical Safety; WHO Technical Report Series 940; World Health Organization: Geneva, Switzerland. Available online: <http://www.who.int/ipcs/publications/jecfa/reports/trs940.pdf> (accessed on 5 December 2023).
- Ke, T., Tinkov, A. A., Skalny, A. V., Bowman, A. B., Rocha, J. B. T., Santamaria, A., & Aschner, M. (2021). Developmental exposure to methylmercury and ADHD, a literature review of epigenetic studies. *Environ Epigenet*, 7(1), dvab014. <https://doi.org/10.1093/eep/dvab014>
- Kern, J. K., Geier, D. A., Sykes, L. K., Haley, B. E., & Geier, M. R. (2016, Sep). The relationship between mercury and autism: A comprehensive review and discussion. *J Trace Elem Med Biol*, 37, 8-24. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.06.002>
- Kim, B., Shah, S., Park, H. S., Hong, Y. C., Ha, M., Kim, Y., . . . Ha, E. H. (2020). Adverse effects of prenatal mercury exposure on neurodevelopment during the first 3 years of life modified by early growth velocity and prenatal maternal folate level. *Environ Res*, 191, 109909. doi:10.1016/j.envres.2020.109909
- Kou, X., Becerra-Tomás, N., Canals, J., Bulló, M., & Arija, V. (2024). Association between Prenatal Dietary Toxicants and Infant Neurodevelopment: The Role of Fish. *Toxics*, 12(5). doi:10.3390/toxics12050338
- Liu, T., Bruins, R. J. F., & Heberling, M. T. (2018). Factors Influencing Farmers' Adoption of Best Management Practices: A Review and Synthesis. *Sustainability*, 10(2), 432. <https://doi.org/10.3390/su10020432>
- Llop, S., Ballester, F., Murcia, M., Forns, J., Tardon, A., Andiaarena, A., . . . Lopez-Espinosa, M. J. (2017). Prenatal exposure to mercury and neuropsychological development in young children: the role of fish consumption. *Int J Epidemiol*, 46(3), 827-838. doi:10.1093/ije/dyw259
- Maddison, D. (2007). The Perception of and adaptation to climate change in Africa. (Policy Research Working Paper No. 4308). The World Bank. <https://elibrary.worldbank.org/doi/epdf/10.1596/1813-9450-4308>
- Mahasuweerachai, P., & Buddhawongsa, P. (2015). Farmers' adaptation to flood disasters: evidence from the Mekong River Basin in Thailand. Khon Kaen: Khon Kaen University.
- Mueller S, Mao Q, Valente R, Mallard J. Fugitive Emissions from a dry coal fly ash storage pile. In, n.d. <https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei20/session5/smueller.pdf>
- Netto, B. B., da Silva, E. P., de Aguiar da Costa, M., de Rezende, V. L., Bolan, S. J., Ceretta, L. B., Aschner, M., Domingui, D., & Gonçalves, C. L. (2024, Sep). Critical period of exposure to mercury and the diagnostic of autism spectrum disorder: A systematic review. *J Neurochem*, 168(9), 2092-2104. <https://doi.org/10.1111/jnc.16076>

- O'Donoghue, J. L., Watson, G. E., Brewer, R., Zareba, G., Eto, K., Takahashi, H., . . . Myers, G. J. (2020). Neuropathology associated with exposure to different concentrations and species of mercury: A review of autopsy cases and the literature. *Neurotoxicology*, 78, 88-98. doi:10.1016/j.neuro.2020.02.011
- Oliveira, C. S., Nogara, P. A., Ardisson-Araújo, D. M. P., Aschner, M., Rocha, J. B. T., & Dórea, J. G. (2018). Neurodevelopmental Effects of Mercury. *Adv Neurotoxicol*, 2, 27-86. <https://doi.org/10.1016/bs.ant.2018.03.005>
- Packull-McCormick, S., Ashley-Martin, J., Singh, K., Fisher, M., Arbuckle, T. E., Lanphear, B., Laird, B. D., Muckle, G., Booij, L., Asztalos, E., Walker, M., Bouchard, M. F., Saint-Amour, D., Boivin, M., & Borghese, M. (2023, Sep 15). Prenatal and concurrent blood mercury concentrations and associations with IQ in canadian preschool children. *Environ Res*, 233, 116463. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116463>
- Pletz, J., Sánchez-Bayo, F., & Tennekkes, H. A. (2016). Dose-response analysis indicating time-dependent neurotoxicity caused by organic and inorganic mercury—Implications for toxic effects in the developing brain. *Toxicology (Amsterdam)*, 347-349, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2016.02.006>portal: mercury [website]. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry,
- Prunella, C. (2014). An international environmental law case study: the Trail smelter arbitration. Available from <https://intlpollution.commons.gc.cuny.edu/an-international-environmental-law-case-study-the-trail-smelter-arbitration/>
- Rand, M. D., & Caito, S. W. (2019). Variation in the biological half-life of methylmercury in humans: Methods, measurements and meaning. *Biochimica et biophysica acta. General subjects*, 1863(12), 129301. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2019.02.003>
- Ronchetti, R., Zuurbier, M., Jesenak, M., Koppe, J. G., Ahmed, U. F., Ceccatelli, S., & Villa, M. P. (2006). Children's health and mercury exposure. *Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*. Supplement, 95(453), 36 - 44. <https://doi.org/10.1080/08035250600886157>
- Rooney, J. P. K. (2014). The retention time of inorganic mercury in the brain — A systematic review of the evidence. *Toxicology and applied pharmacology*, 274(3), 425-435. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2013.12.011>
- Ruggieri, F., Majorani, C., Domanico, F., & Alimonti, A. (2017). Mercury in Children: Current State on Exposure through Human Biomonitoring Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(5), 519. <https://doi.org/10.3390/ijerph14050519>
- Ryu, J., Ha, E. H., Kim, B. N., Ha, M., Kim, Y., Park, H., . . . Kim, K. N. (2017). Associations of prenatal and early childhood mercury exposure with autistic behaviors at 5years of age: The Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) study. *Sci Total Environ*, 605-606, 251-257. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.06.227

- Saavedra, S., Fernández-Recamales, Á., Sayago, A., Cervera-Barajas, A., González-Domínguez, R., & Gonzalez-Sanz, J. D. (2022). Impact of dietary mercury intake during pregnancy on the health of neonates and children: a systematic review. *Nutr Rev*, 80(2), 317-328.
doi:10.1093/nutrit/nuab029
- Saper RB, Phillips RS, Sehgal A, Khouri N, Davis RB, Paquin J et al. (2008). Lead, mercury, arsenic in US and Indian-manufactured Ayurvedic medicines sold via the internet. *JAMA*, 300(8):915-23.
- Schulz, C., Angerer, J., Ewers, U., & Kolossa-Gehring, M. (2007, May). The German Human Biomonitoring Commission. *Int J Hyg Environ Health*, 210(3-4), 373-382.
<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2007.01.035>
- Schulz, C., Wilhelm, M., Heudorf, U., & Kolossa-Gehring, M. (2011, Dec). Update of the reference and HBM values derived by the German Human Biomonitoring Commission. *Int J Hyg Environ Health*, 215(1), 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.06.007>
- Shi, L. L., Hang, J. G., Lou, J., Dong, J. J., Feng, H., Wang, Z., Shen, B., Nakayama, S. F., Kido, T., Ma, C., Sun, X. L., & Jung, C.-R. (2023). Multiple exposures to heavy metals and changes in steroid hormones production in 4-year-old children. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 33(6), 865-873. <https://doi.org/10.1038/s41370-023-00539-9>
- Stamper, V., Copeland, C. & Williams, M. (2012). Poisoning the Great Lakes: Mercury Emissions from Coal-Fired Power Plants In the Great Lakes Region. Natural Resource Defense Council.
- Stojavljević, A., Lakićević, N., & Pavlović, S. (2023, Dec 18). Mercury and Autism Spectrum Disorder: Exploring the Link through Comprehensive Review and Meta-Analysis. *Biomedicines*, 11(12).
<https://doi.org/10.3390/biomedicines11123344>
- Sultan, H., et al. (2021). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 681 012074
doi: 10.1088/1755-1315/681/1/012074
- Taylor C.M., Emmett P.M., Emond A.M., Golding J. (2018). A review of guidance on fish consumption in pregnancy: is it fit for purpose? *Public Health Nutr*, 21(11):2149-2159. doi: 10.1017/S1368980018000599. Epub 2018 Mar 26. PMID: 29576029; PMCID: PMC6033312.
- The Center of Disease Control (CDC). Vaccine safety: Thimerosal and vaccines. [July 31 2024: access September 3, 2024] <https://www.cdc.gov/vaccine-safety/about/thimerosal.html>.
- U.S. Department of Agriculture (USDA) and U.S. Department of Health and Human Services (HHS). Dietary Guidelines for Americans 2020 - 2025: Make Every Bite Count with the Dietary Guidelines.
- U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. (2021). Toxic substances
- U.S. Food and Drug Administration (FDA). Advice about Eating Fish for Those Who Might Become or Are Pregnant or Breastfeeding and Children Ages 1 - 11 Years.
<https://www.fda.gov/food/consumers/advice-about-eating-fish>. Accessed December 5, 2024.

- United Nations Environment Programme. (2019). Global mercury assessment 2018. Geneva. Available from: <https://www.unep.org/resources/publication/global-mercury-assessment-2018>, accessed 15 Jan 2024).
- United Nations Environment Programme. (2021). Global Mercury Partnership study report on mercury from non-ferrous metals mining and smelting. Geneva. Available from: <https://www.unep.org/globalmercurypartnership/resources/report/mercury-non-ferrous-metalsmining-and-smelting> (accessed 15 January 2024).
- United States Environmental Protection Agency. Mercury in Dental Amalgam. [March 15, 2024]. Available from: <https://www.epa.gov/mercury/mercury-dental-amalgam>
- US Food and Drug Administration (FDA). Closer to zero: Reducing childhood exposure to contaminants from foods. Available from: <https://www.fda.gov/food/environmental-contaminants-food/closer-zero-reducing-childhood-exposure-contaminants-foods>
- Vaclav Mach, Marek Sir, Martin Bystriansky, Jindrich Petrlik, Jitka Strakova, อัครพล ตีปไธสง และคณะ (2561). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Evaluating mercury exposure: Information for health care providers. 2018. Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/dontmesswithmercury/pdfs/info-for-health-care-providers.pdf>
- Vergheze, S. (Nov 30, 2016). The mercurial mishap at Minamata. Available from: <https://www.thehansindia.com/posts/index/Hans/2016-11-30/The-mercurial-mishap-at-Minamata/266272>
- Weinstein, M., & Bernstein, S. (2003, Jan 21). Pink ladies: mercury poisoning in twin girls. CMAJ, 168(2), 201.
- World Health Organization (WHO). (2010). Children's exposure to mercury and mercury compounds. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). (2019). Strategic planning for implementation of the health-related articles of the Minamata Convention on Mercury.
- World Health Organization (WHO). (2018). WHO Recommendations on Antenatal Care for a Positive Pregnancy Experience: Summary. Geneva, Switzerland: WHO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- World Health Organization (WHO). (2010). Children's Exposure to Mercury Compounds. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241500456> (accessed on 8 October 2022).
- World Health Organization. (2019). Mercury in skin lightening products. Geneva: Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CED-PHE-EPE-19.13>, accessed 15 January 2024).
- World Health Organization. (2021). Exposure to mercury: a major public health concern, second edition. Geneva: (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240023567>, accessed 15 January 2024).

- World Health Organization. Mercury: Training for health care providers. (3rd ed.) WHO reference number: WHO/HEP/ECH/CHE/24.02 [March10, 2024] <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-CHE-24.02>
- Wu, J., Ying, T., Shen, Z., & Wang, H. (2014). Effect of low-level prenatal mercury exposure on neonate neurobehavioral development in China. *Pediatr Neurol*, 51(1), 93-99. doi:10.1016/j.pediatrneurol.2014.03.018
- Yorifuji, T., Kado, Y., Diez, M. H., Kishikawa, T., & Sanada, S. (2016). Neurological and neurocognitive functions from intrauterine methylmercury exposure. *Arch Environ Occup Health*, 71(3), 170-177. doi:10.1080/19338244.2015.1080153
- Yorifuji, T., Kato, T., Kado, Y., Tokinobu, A., Yamakawa, M., Tsuda, T., & Sanada, S. (2015). Intrauterine Exposure to Methylmercury and Neurocognitive Functions: Minamata Disease. *Arch Environ Occup Health*, 70(5), 297-302. doi:10.1080/19338244.2014.904268
- Zhang, C. H., Sears, L., Myers, J. V., Brock, G. N., Sears, C. G., & Zierold, K. M. (2022). Proximity to coal-fired power plants and neurobehavioral symptoms in children. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 32(1), 124 - 134. <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00369-7>
- Zhou, C. C., Fu, H., Zhang, G. Y., Ma, J. W., Ni, M., Li, D. J., . . . Huang, F. (2021). Effects of low-level mercury exposure on brain-derived neurotrophic factor in preschool children. *Ecotoxicol Environ Saf*, 208, 111642. doi:10.1016/j.ecoenv.2020.11164

ภาคผนวก

ภาพกิจกรรม

ประชุมร่วมกับคณะกรรมการควบคุมและเฝ้าระวังมลพิษ จังหวัดน่าน และ คณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ และทีมนักวิจัยภายใต้ชุด โครงการ เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของจังหวัดน่าน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว ในวันที่ 19 เมษายน 2567 เวลา 13.00 - 16.00 น. ณ ห้องประชุม เจ้าฟ้าอัครวรปัญญา ชั้น 2 ศาลากลางจังหวัดน่าน



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

เสวนานักวิชาการด้านปรอท ในวันที่ 17 มิถุนายน 2567 ณ ห้องประชุมสุชน 1 สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

นำเสนอเรื่อง “การพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์และเด็กปฐมวัยในพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารปรอท: กรณีพื้นที่จังหวัดน่าน” วันที่ 18 กรกฎาคม 2567 ณ ห้องประชุม 3 ชั้น 2 อาคาร 11 กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ตึกกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

เสวนาวิชาการเรื่อง จากอนุสัญญามีนามาเตะสู่การควบคุมปรอทในประเทศไทยวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568 ณ ห้องประชุมสานใจ อาคารสุขภาพแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2567 เข้าพบเกษตรกรอำเภอทุ่งช้าง (คุณธัญญ์ บุญมาธิวัฒน์) และเจ้าของแหล่งรับซื้อผลผลิต (คุณวาสนา ป้องสา) เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกษตรกรในพื้นที่ประสบอยู่โดยมุ่งเน้นปัญหาด้านพืชผลทางการเกษตร ด้านการเพาะปลูก ปริมาณผลผลิต ศัตรูพืช โรคพืช สภาพอากาศ ราคาผลผลิต หรือปัญหาด้านการตลาด และนำไปพัฒนาเครื่องมือเก็บข้อมูล ณ อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน

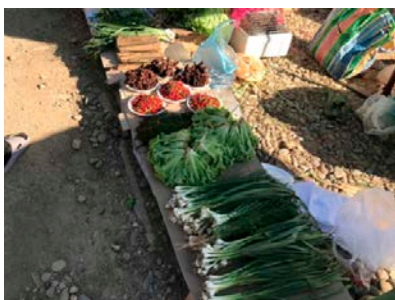


ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2567 สัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ที่เกี่ยวกับการทำเกษตรในพื้นที่ศึกษา เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปกำหนดกลุ่มเป้าหมายสำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มเกษตรกรตามกลุ่มเป้าหมาย (สัมภาษณ์ ครัวไร่ ครัวโพตเลี้ยงสัตว์ กาแฟ และมันสำปะหลัง) บ้านน้ำช้างพัฒนาและบ้านน้ำรีพัฒนา ณ ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา”แม่ฟ้าหลวง”บ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน



วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2567 สำรวจตลาดขายแดนบ้านห้วยโก๋นเป็นศูนย์กลางการค้าขายและการแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างประเทศไทยและลาว รวมถึงศึกษาคุณภาพชีวิตของประชาชนชายแดนอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2567 สัมภาษณ์ประธานวิสาหกิจชุมชนกาแฟดอยม้งนิพฤกษ์ และประธานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มการผลิตไม้ผลเพื่อการตลาดบ้านวังผา และเพื่อเก็บข้อมูลการปลูก ดูแล และเก็บเกี่ยวผลผลิต ปัญหาที่พบ เช่น โรคพืช ศัตรูพืช และผลกระทบจากสภาพอากาศ รวมถึงช่องทางการจำหน่ายผลผลิตเพื่อนำไปพัฒนาเครื่องมือเก็บข้อมูล อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 29 มิถุนายน - 2 กรกฎาคม 2567 ลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกร เพื่อให้การสัมภาษณ์เกษตรกรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย แกนนำเกษตรกร จะทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานในการคัดเลือกกลุ่มเกษตรกรที่เหมาะสม ช่วยอำนวยความสะดวกในการนัดหมายและจัดสถานที่สัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ในพื้นที่บ้านรพัฒนา และบ้านน้ำช้างพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน และเข้าพบเกษตรกรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ เพื่อพูดคุยสถานการณ์ผลผลิตและพืชเศรษฐกิจของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 5 - 8 กรกฎาคม 2567 ลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย (ส้ม ข้าวโพด มันสำปะหลัง) โดยให้แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง และสำรวจสวนส้มของเกษตรกร บ้านห้วยทรายขาว บ้านห้วยโก้น อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง และ บ้านน้ำเลียง บ้านวังผา อำเภอทุ่งช้าง



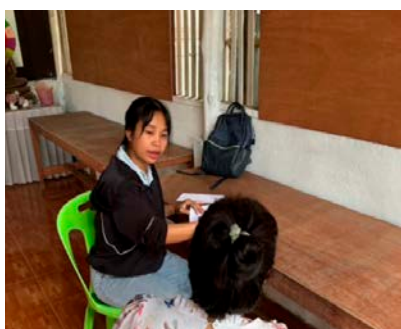
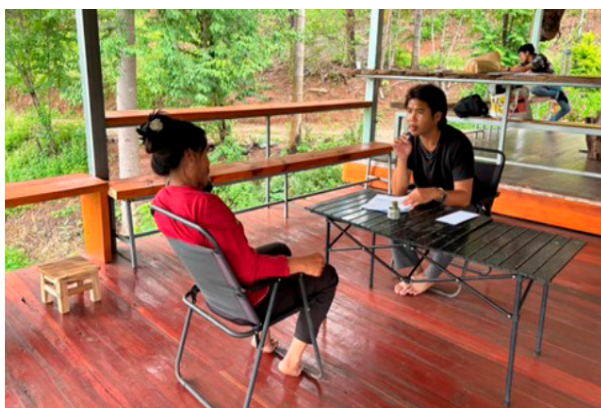
ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 8 - 12 สิงหาคม 2567 ลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย (ส้ม ข้าวโพด มันสำปะหลัง ข้าว กาแฟ) โดยให้แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง นำผู้เชี่ยวชาญสำรวจแปลงกาแฟของเกษตรกร เพื่อวิเคราะห์ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชที่ส่งผลกระทบต่อพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีป้องกันกำจัด ในพื้นที่ ตำบลงอบ อำเภอทุ่งช้าง



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 17 - 21 สิงหาคม 2567 ลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย (ข้าวโพด มันสำปะหลัง ข้าว) โดยให้
แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ในพื้นที่ บ้านสบปิ่น บ้านกัวจันทร์ บ้านน้ำรีพัฒนา บ้านจอมเปา และบ้านด่าน เฉลิมพระเกียรติ



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 17 - 21 ตุลาคม 2567 สัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ในกาแพ เพื่อสอบถามสถานการณ์กาแพบนมณีพฤษ์ สัมภาษณ์เกษตรกรโดยใช้แบบสอบถามถึงโครงสร้าง และสำรวจแปลงกาแพของเกษตรกรบ้านมณีพฤษ์ อำเภอบึงสามพัน บ้านน้ำช้างพัฒนา อำเภอมะนังจังหวัดยะลา



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 31 มกราคม 2568 ปรีक्षाผู้เชี่ยวชาญด้านโรคพิษเป็นขั้นตอนสำคัญในการหาแนวทางป้องกันและแก้ไข ปัญหาโรคพิษที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร โดย ผศ.ดร. พิภัทร เจริญพิริยะกุล (ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยควบคุม ศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ) และ ผศ.ดร. พิมสิริ ตียายน (อาจารย์ประจำ สำนักวิทยาศาสตร์การเกษตร จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย)



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ และ วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2568 ลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรโดยใช้แบบสอบถามกึ่งโครงสร้างกับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ควบคุมเพิ่มเติม และลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดินและพืช เพื่อตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ธาตุอาหารในดิน และปรอทตกค้างในต้นพืช ในพื้นที่ศึกษา จำนวน 8 หมู่บ้าน อำเภอลำปาง และพื้นที่ควบคุม ตำบลเมืองลี อำเภอนาหมื่น



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2568 ร่วมแสดงผลงาน “แบบบันทึกการทำเกษตรประจำปี” ซึ่งจะเป็เครื่องมือสำหรับ
จัดเก็บข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดกับการเพาะปลูกของเกษตรกร ในช่วงเวลา 1 ปี และแสดงบอร์ดความรู้เรื่อง
โรคและแมลงศัตรูพืช ที่พบเจอในอำเภอทุ่งช้าง และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง
ณ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา (สพป.) เขต 2 อำเภอปัว จังหวัดน่าน



ภาพกิจกรรม (ต่อ)

วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2568 การประชุมคืนข้อมูลยืนยันข้อมูลกับกลุ่มแกนนำเกษตรกร และประชุมระดมสมองเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของผลกระทบและการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกรในอนาคต



แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป. ลาว
ภายใต้โครงการการใช้งานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสาร ความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่ม
เปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว



วันที่สัมภาษณ์.....
รหัสแบบสัมภาษณ์.....
ผู้สัมภาษณ์.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา
สปป. ลาว ภายใต้โครงการการใช้งานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสาร
ความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูลกิจกรรมทางการเกษตร
ของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่านที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อนำ
ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการและประเมิน
ต้นทุนผลผลิตทางการเกษตร โดยข้อมูลที่ได้จะเก็บเป็นความลับ และนำเสนอในภาพรวมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อ
ส่วนรวมเท่านั้น จึงขอความกรุณาให้ข้อมูลตามความเป็นจริงเพื่อประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวผู้ให้สัมภาษณ์

1. หมู่บ้าน.....ตำบล.....
อำเภอ.....จังหวัด.....
2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
3. อายุ.....ปี
4. ท่านเรียนหนังสือจนถึงระดับชั้นใด (เช่น ป.5 ม.4 ปวช. 2 เป็นต้น).....
5. จำนวนสมาชิกในครัวเรือนรวมทั้งหมด.....คน (รวมผู้ให้สัมภาษณ์ด้วย)
อายุน้อยกว่า 15 ปี จำนวน คน
อายุ 15-59 ปี จำนวน คน
อายุ 60 ขึ้นไป จำนวน คน
6. จำนวนสมาชิกครัวเรือนที่มีอาชีพเกษตรกรมีทั้งสิ้นกี่คน (นับทุกคนที่ทำเกษตร ไม่ว่าจะเป็นอาชีพหลัก
หรือรอง)..... คน
7. ท่านมีโรคประจำตัว หรือมีอาการเจ็บป่วยเรื้อรังที่ต้องรับการรักษาต่อเนื่องหรือไม่
☐ ไม่มีโรคประจำตัว/อาการเจ็บป่วยเรื้อรัง
☐ มีโรคประจำตัว/อาการเจ็บป่วยเรื้อรังที่ต้องไปรับการรักษา คือ.....
☐ ไม่มีโรคประจำตัว แต่มีอาการเจ็บป่วยเรื้อรัง คือ.....

*อาการเจ็บป่วยเรื้อรัง เช่น เจ็บปวดกล้ามเนื้อจากการทำงาน แพ้ฝุ่น/แพ้อากาศ เป็นต้น

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



8. เมื่อท่านและสมาชิกในครัวเรือนของท่านเจ็บป่วย จะไปรับการรักษาที่ใด และใช้สิทธิใดในการรักษาพยาบาล

- หากเจ็บป่วยเล็กน้อย รักษาด้วยวิธีใด และใช้สิทธิใด

.....

.....

- หากเจ็บป่วยหนัก รักษาด้วยวิธีใด และใช้สิทธิใด

.....

.....

9. ท่านเริ่มทำงานในภาคเกษตรกรรมมาตั้งแต่ปี พ.ศ.....หรือประมาณ.....ปี

10. ปัจจุบันท่านปลูกพืชชนิดใดบ้าง

.....

.....

11. ท่านหรือสมาชิกในครัวเรือนได้ขึ้นทะเบียนเกษตรกรหรือไม่

☐ ไม่เคยขึ้นทะเบียน และไม่เคยรู้ข้อมูลเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนเกษตรกรเลย

☐ เคยขึ้นทะเบียนเมื่อนานมาแล้ว และไม่เคยปรับปรุงหรืออัปเดตข้อมูลแปลงและประเภทพืชเพาะปลูก

เลย

☐ เคยขึ้นทะเบียนและปัจจุบัน ยังคงอัปเดตข้อมูลสม่ำเสมอ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นที่

พื้นที่ถือครองทั้งหมดในปัจจุบัน (ทั้งหมดที่ตนเองและสมาชิกในครัวเรือนครอบครอง)

แปลงที่	ชื่อแปลง	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	การใช้ประโยชน์พื้นที่ (แจ้งรายละเอียดตามสัดส่วนที่ใช้ที่ดิน)	กรรมสิทธิ์ในที่ดิน (เป็นเจ้าของ หรือ ญาติพี่น้อง)	เอกสารสิทธิ์ (สปก./โฉนด/อนุญาตทำกิน)

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



ส่วนที่ 3 กิจกรรมทางการเกษตร

1. ท่านเคยตรวจค่า pH ของดินหรือไม่ ☐ เคย ☐ ไม่เคย (ไม่เคย ข้ามไปข้อที่ 2)
☐ ไม่รู้จักการตรวจค่า pH เลย (ไม่รู้จัก ข้ามไปข้อที่ 2)

2)

ดิน/น้ำ	ครั้งที่	เดือนและปีที่ตรวจ	ค่า pH (กรด/ด่าง)	วิธีการแก้ไขเมื่อดินเป็นกรด หรือ ดินเป็นเบส	หน่วยงานที่ตรวจ/เครื่องมือที่ใช้ตรวจ

2. การเก็บข้อมูลพืชและต้นทุนการผลิต 5 ปีก่อนตั้งโรงไฟฟ้าหงสา ถึง ปัจจุบัน (เรียงลำดับตามพืชที่เป็นแหล่งรายได้หลัก)

2.1 การผลิตพืชชนิดที่ 1 (ระบุ).....

2.1.1 จำนวนปีที่ปลูกพืชชนิดนี้มา.....ปี

2.1.2 ช่วงเวลาการเพาะปลูก

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.1.3 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.1.4 อายุสูงสุดของพืช.....ปี อายุต่ำสุดของพืช.....ปี อายุเฉลี่ยของพืช.....ปี

(ถามเฉพาะไม้ยืนต้น เช่น กาแฟ ส้ม หน่อไม้ มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น)

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
1. จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ตรม. หรือไร่)		
2. จำนวนผลผลิตต่อรอบ (กิโลกรัมต่อไร่) ในช่วง 1 ปี โปรตรระบุทุก รอบ		
3. ราคาผลผลิต (บาท/กก) (ระบุด้วยว่าขายเหมาหรือ ขายปลีก)		
4. รายได้เฉลี่ยจากพืชชนิดนี้ (บาทต่อปี)		
5. แหล่งรับซื้อผลผลิต (ขาย เอง/ส่งถึง/ส่งกลุ่มวิสาหกิจ/ อื่นๆ) โปรดระบุชื่อให้ชัดเจน	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....
6. การจ้างแรงงาน	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ปุ๋ย).....	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
		กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ ปุ๋ย).....
7. การแปรรูปผลผลิตทาง การเกษตร (เช่น ทำน้ำหมัก ทำแยมส้ม แปรรูปเมล็ดกาแฟ เป็นต้น)		
8. แหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร (น้ำฝน, น้ำห้วย)		
9. ระบบน้ำที่ใช้ภายในแปลง (สปริงเกอร์/น้ำหยดฯ/บ่อกัก เก็บน้ำ/คัดกั้นน้ำ/บำบัดน้ำ เพื่อใช้อีกครั้ง/อื่น ๆ)		
10. การจัดการพื้นที่ก่อน เพาะปลูก (เผา/ไถกลบ/ขังน้ำ ให้หญ้าตาย/พ่นยาฆ่าหญ้า/ โค่นป่า/อื่นๆ)		
11. การบำรุงพืชและดิน (การใส่ปุ๋ย/สารชีวภัณฑ์/อื่น ๆ)		
12. การใช้วัสดุคลุมแปลง/ที่ บังแดด (ฟาง/พลาสติก/พืช คลุมดิน)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
13. การจัดการพื้นที่หลังการเก็บเกี่ยว (เผา/ไถกลบ/ทำปุ๋ยทำอาหารสัตว์/ขายเศษสิ่งตกค้าง)		
14. ปัญหาโรคพืช/ศัตรูพืช/แมลงที่พบ		
15. วิธีการจัดการโรคพืช/ศัตรูพืช/การจัดการแมลง (ทำกับดัก/ใช้ยาฆ่า/อื่น ๆ)		
16. การใช้อุปกรณ์ป้องกันเมื่อฉีดพ่นยาฆ่าแมลงหรือใส่สารเคมี (เสื้อผ้า/หมวก/หน้ากากป้องกันละออง/รองเท้าน้ำ/ถุงมือยาง)		
17. พืชผลทางการเกษตรของท่านเคยเสียหายหรือไม่ ลักษณะของความเสียหายเป็นอย่างไร		
18. เดือนและปีที่ได้ได้รับความเสียหาย		
19. ท่านเคยได้รับการเยียวยาจากหน่วยงานใด อย่างไร		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



2.2 การผลิตพืชชนิดที่ 2 (ระบุ).....

2.2.1 จำนวนปีที่ปลูกพืชชนิดนี้มา.....ปี

2.2.2 ช่วงเวลาการเพาะปลูก

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.2.3 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.2.4 อายุสูงสุดของพืช.....ปี อายุต่ำสุดของพืช.....ปี อายุเฉลี่ยของพืช.....ปี

(ถามเฉพาะไม้ยืนต้น เช่น กาแฟ ส้ม หม่อน มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น)

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
1. จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ตรม. หรือไร่)		
2. จำนวนผลผลิตต่อรอบ (กิโลกรัมต่อไร่) ในช่วง 1 ปี โปรตรอบทุก รอบ		
3. ราคาผลผลิต (บาท/กก) (ระบุด้วยว่าขายเหมาหรือ ขายปลีก)		
4. รายได้เฉลี่ยจากพืชชนิดนี้ (บาทต่อปี)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
5. แหล่งรับซื้อผลผลิต (ขาย เอง/ส่งถึง/ส่งกลุ่มวิสาหกิจ/ อื่นๆ) โปรดระบุชื่อให้ชัดเจน	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....
6. การจ้างแรงงาน	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่ย้าง..... กิจกรรมที่ย้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ปุ๋ย).....	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่ย้าง..... กิจกรรมที่ย้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ ปุ๋ย).....
7. การแปรรูปผลผลิตทาง การเกษตร (เช่น ทำน้ำหมอน ทำแยมส้ม แปรรูปเมล็ดกาแฟ เป็นต้น)		
8. แหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร (น้ำฝน, น้ำห้วย)		
9. ระบบน้ำที่ใช้ภายในแปลง (สปริงเกอร์/น้ำหยดฯ/บ่อปัก เก็บน้ำ/คัดกันน้ำ/บำบัดน้ำ เพื่อใช้อีกครั้ง/อื่น ๆ)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
10. การจัดการพื้นที่ก่อน เพาะปลูก (เผา/ไถกลบ/ขังน้ำ ให้หญ้าตาย/พ่นยาฆ่าหญ้า/ โค่นป่า/อื่นๆ)		
11. การบำรุงพืชและดิน (การใส่ปุ๋ย/สารชีวภัณฑ์/อื่น ๆ)		
12. การใช้วัสดุคลุมแปลง/ที่ บังแดด (ฟาง/พลาสติก/พืช คลุมดิน)		
13. การจัดการพื้นที่หลังการ เก็บเกี่ยว (เผา/ไถกลบ/ทำปุ๋ย ทำอาหารสัตว์/ขายเศษสิ่ง ตกค้าง)		
14. ปัญหาโรคพืช/ศัตรูพืช/ แมลงที่พบ		
15. วิธีการจัดการโรคพืช/ ศัตรูพืช/การจัดการแมลง (ทำ กับดัก/ใช้ยาฆ่า/อื่น ๆ)		
16. การใช้อุปกรณ์ป้องกัน เมื่อฉีดพ่นยาฆ่าแมลงหรือใส่ สารเคมี (เสื้อผ้า/หมวก/ หน้ากากป้องกันละออง/ รองเท้าน้ำ/ถุงมือยาง)		
17. พืชผลทางการเกษตรของ ท่านเคยเสียหายหรือไม่		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
ลักษณะของความเสียหาย เป็นอย่างไร		
18. เดือนและปีที่ได้รับ ความ เสียหาย		
19. ท่านเคยได้รับการเยียวยา จากหน่วยงานใด อย่างไร		

2.3 การผลิตพืชชนิดที่ 3 (ระบุ).....

2.3.1 จำนวนปีที่ปลูกพืชชนิดนี้มา.....ปี

2.3.2 ช่วงเวลาการเพาะปลูก

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.3.3 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.3.4 อายุสูงสุดของพืช.....ปี อายุต่ำสุดของพืช.....ปี อายุเฉลี่ยของพืช.....ปี

(ถามเฉพาะไม้ยืนต้น เช่น กาแฟ ส้ม หม่อน มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น)

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
1. จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ตรม. หรือไร่)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
2. จำนวนผลผลิตต่อรอบ (กิโกลิตรต่อไร่) ในช่วง 1 ปี โปตรระบุทุก รอบ		
3. ราคาผลผลิต (บาท/กก) (ระบุด้วยว่าขายเหมาหรือ ขายปลีก)		
4. รายได้เฉลี่ยจากพืชชนิดนี้ (บาทต่อปี)		
5. แหล่งรับซื้อผลผลิต (ขาย เอง/ส่งถึง/ส่งกลุ่มวิสาหกิจ/ อื่นๆ) โปตรระบุชื่อให้ชัดเจน	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....
6. การจ้างแรงงาน	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ปุ๋ย).....	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ ปุ๋ย).....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
7. การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร (เช่น ทำน้ำหมัก ทำแยมส้ม แปรรูปเมล็ดกาแฟ เป็นต้น)		
8. แหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร (น้ำฝน, น้ำห้วย)		
9. ระบบน้ำที่ใช้ภายในแปลง (สปริงเกอร์/น้ำหยดฯ/บ่อเก็บน้ำ/คัดกั้นน้ำ/บำบัดน้ำ เพื่อใช้อีกครั้ง/อื่น ๆ)		
10. การจัดการพื้นที่ก่อน เพาะปลูก (เผา/ไถกลบ/ขังน้ำ ให้น้ำตาย/พ่นยาฆ่าหญ้า/ โคนป่า/อื่นๆ)		
11. การบำรุงพืชและดิน (การใส่ปุ๋ย/สารชีวภัณฑ์/อื่น ๆ)		
12. การใช้วัสดุคลุมแปลง/ที่ บังแดด (ฟาง/พลาสติก/พืช คลุมดิน)		
13. การจัดการพื้นที่หลังการ เก็บเกี่ยว (เผา/ไถกลบ/ทำปุ๋ย ทำอาหารสัตว์/ขายเศษสิ่ง ตกค้าง)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
14. ปัญหาโรคพิษ/ศัตรูพืช/ แมลงที่พบ		
15. วิธีการจัดการโรคพิษ/ ศัตรูพืช/การจัดการแมลง (ทำ กับดัก/ใช้ยาฆ่า/อื่น ๆ)		
16. การใช้อุปกรณ์ป้องกัน เมื่อฉีดพ่นยาฆ่าแมลงหรือใส่ สารเคมี (เสื้อผ้า/หมวก/ หน้ากากป้องกันละออง/ รองเท้าน้ำ/ถุงมือยาง)		
17. พิษผลทางการเกษตรของ ท่านเคยเสียหายหรือไม่ ลักษณะของความเสียหาย เป็นอย่างไร		
18. เดือนและปีที่ได้รับความ เสียหาย		
19. ท่านเคยได้รับการเยียวยา จากหน่วยงานใด อย่างไร		

2.4 การผลิตพืชชนิดที่ 4 (ระบุ).....

2.4.1 จำนวนปีที่ปลูกพืชชนิดนี้มา.....ปี

2.4.2 ช่วงเวลาการเพาะปลูก

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



2.4.3 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.4.4 อายุสูงสุดของพืช.....ปี อายุต่ำสุดของพืช.....ปี อายุเฉลี่ยของพืช.....ปี

(ถามเฉพาะไม้ยืนต้น เช่น กาแฟ ส้ม หม่อน มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น)

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
1. จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ตรม. หรือไร่)		
2. จำนวนผลผลิตต่อรอบ (กิโลกรัมต่อไร่) ในช่วง 1 ปี โปรดระบุทุก รอบ		
3. ราคาผลผลิต (บาท/กก) (ระบุด้วยว่าขายเหมาหรือ ขายปลีก)		
4. รายได้เฉลี่ยจากพืชชนิดนี้ (บาทต่อปี)		
5. แหล่งรับซื้อผลผลิต (ขาย เอง/ส่งถึง/ส่งกลุ่มวิสาหกิจ/ อื่นๆ) โปรดระบุชื่อให้ชัดเจน	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
6. การจ้างแรงงาน	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ปุ๋ย).....	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ ปุ๋ย).....
7. การแปรรูปผลผลิตทาง การเกษตร (เช่น ทำน้ำหมอน ทำแยมส้ม แปรรูปเมล็ดกาแฟ เป็นต้น)		
8. แหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร (น้ำฝน, น้ำห้วย)		
9. ระบบน้ำที่ใช้ภายในแปลง (สปริงเกอร์/น้ำหยดฯ/บ่อกัก เก็บน้ำ/คัดกั้นน้ำ/บำบัดน้ำ เพื่อใช้อีกครั้ง/อื่น ๆ)		
10. การจัดการพื้นที่ก่อน เพาะปลูก (เผา/ไถกลบ/ขังน้ำ ให้เหี่ยวตาย/พ่นยาฆ่าหญ้า/ โค่นป่า/อื่นๆ)		
11. การบำรุงพืชและดิน (การใส่ปุ๋ย/สารชีวภัณฑ์/อื่น ๆ)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
12. การใช้วัสดุคลุมแปลง/ที่ บังแดด (ฟาง/พลาสติก/พืช คลุมดิน)		
13. การจัดการพื้นที่หลังการ เก็บเกี่ยว (เผา/ไถกลบ/ทำปุ๋ย ทำอาหารสัตว์/ขายเศษสิ่ง ตกค้าง)		
14. ปัญหาโรคพืช/ศัตรูพืช/ แมลงที่พบ		
15. วิธีการจัดการโรคพืช/ ศัตรูพืช/การจัดการแมลง (ทำ กับดัก/ใช้ยาฆ่า/อื่น ๆ)		
16. การใช้อุปกรณ์ป้องกัน เมื่อฉีดพ่นยาฆ่าแมลงหรือใส่ สารเคมี (เสื้อผ้า/หมวก/ หน้ากากป้องกันละออง/ รองเท้าน้ำ/ถุงมือยาง)		
17. พืชผลทางการเกษตรของ ท่านเคยเสียหายหรือไม่ ลักษณะของความเสียหาย เป็นอย่างไร		
18. เดือนและปีที่ได้รับ ความ เสียหาย		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
19. ท่านเคยได้รับการเยียวยา จากหน่วยงานใด อย่างไร		

2.5 การผลิตพืชชนิดที่ 5 (ระบุ).....

2.5.1 จำนวนปีที่ปลูกพืชชนิดนี้มา.....ปี

2.5.2 ช่วงเวลาการเพาะปลูก

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.5.3 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ก่อนตั้งโรงไฟฟ้า (ก่อนปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

หลังตั้งโรงไฟฟ้า (หลังปี พ.ศ. 2558) เดือน.....ถึงเดือน.....

2.5.4 อายุสูงสุดของพืช.....ปี อายุต่ำสุดของพืช.....ปี อายุเฉลี่ยของพืช.....ปี

(ถามเฉพาะไม้ยืนต้น เช่น กาแฟ ส้ม หม่อน มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น)

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
1. จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ตรม. หรือไร่)		
2. จำนวนผลผลิตต่อรอบ (กิโลกรัมต่อไร่) ในช่วง 1 ปี โปรดระบุทุก รอบ		
3. ราคาผลผลิต (บาท/กก)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
(ระบุว่าขายเหมาหรือ ขายปลีก)		
4. รายได้เฉลี่ยจากพืชชนิดนี้ (บาทต่อปี)		
5. แหล่งรับซื้อผลผลิต (ขาย เอง/ส่ง/ส่งกลุ่มวิสาหกิจ/ อื่นๆ) โปรดระบุชื่อให้ชัดเจน	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....	ขายปลีก..... ขายส่ง/จตุรรวบรวมผลผลิต.....
6. การจ้างแรงงาน	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ปุ๋ย).....	จำนวนการจ้างแรงงานรวม.....คน แรงงานไทย.....คน แรงงานข้ามชาติ.....คน ช่วงเวลาที่จ้าง..... กิจกรรมที่จ้าง (ปลูก/เก็บผลผลิต/พ่น ยา/ใส่ ปุ๋ย).....
7. การแปรรูปผลผลิตทาง การเกษตร (เช่น ทำน้ำหมัก ทำแยมส้ม แปรรูปเมล็ดกาแฟ เป็นต้น)		
8. แหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร (น้ำฝน, น้ำห้วย)		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
9. ระบบน้ำที่ใช้ภายในแปลง (สปริงเกอร์/น้ำหยดฯ/บ่อกัก เก็บน้ำ/คัตกันน้ำ/บำบัดน้ำ เพื่อใช้อีกครั้ง/อื่น ๆ)		
10. การจัดการพื้นที่ก่อน เพาะปลูก (เผา/ไถกลบ/ขังน้ำ ให้เหี่ยวตาย/พ่นยาฆ่าหญ้า/ โค่นป่า/อื่นๆ)		
11. การบำรุงพืชและดิน (การใส่ปุ๋ย/สารชีวภัณฑ์/อื่น ๆ)		
12. การใช้วัสดุคลุมแปลง/ที่ บังแดด (ฟาง/พลาสติก/พืช คลุมดิน)		
13. การจัดการพื้นที่หลังการ เก็บเกี่ยว (เผา/ไถกลบ/ทำปุ๋ย ทำอาหารสัตว์/ขายเศษสิ่ง ตกค้าง)		
14. ปัญหาโรคพืช/ศัตรูพืช/ แมลงที่พบ		
15. วิธีการจัดการโรคพืช/ ศัตรูพืช/การจัดการแมลง (ทำ กับดัก/ใช้ยาฆ่า/อื่น ๆ)		
16. การใช้อุปกรณ์ป้องกัน เมื่อฉีดพ่นยาฆ่าแมลงหรือใส่		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2554-2558)	หลังตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)
สารเคมี (เสื้อผ้า/หมวก/ หน้ากากป้องกันละออง/ รองเท้ากันน้ำ/ถุงมือยาง)		
17. พืชผลทางการเกษตรของ ท่านเคยเสียหายหรือไม่ ลักษณะของความเสียหาย เป็นอย่างไร		
18. เดือนและปีได้รับความ เสียหาย		
19. ท่านเคยได้รับการเยียวยา จากหน่วยงานใด อย่างไร		

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



ส่วนที่ 4 การเฝ้าระวังและการแก้ไขปัญหาพิษผลทางการเกษตร

1. ในแปลงหรือชุมชนของท่านมีการเฝ้าระวังความผิดปกติหรือสอนวิธีการสังเกตความผิดปกติของดิน น้ำ สภาพอากาศ และพืชที่ปลูกหรือไม่ หากมีทำอะไรบ้าง เริ่มตั้งแต่เมื่อไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ท่านได้รับการสนับสนุนส่งเสริมด้านองค์ความรู้หรือด้านอื่น ๆ จากหน่วยงานใด และอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ท่านต้องการให้หน่วยงานราชการหรือสถาบันต่าง ๆ มาช่วยส่งเสริมหรืออบรมในด้านใดบ้าง (เช่น การเพาะปลูก แปรรูป การใช้เทคโนโลยี การตรวจสอบสภาพดินและน้ำ การเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษต่างๆ การป้องกันหรือแก้ไขปัญหาโรคพืช ศัตรูพืช การทำการตลาด การบริหารจัดการต้นทุน หรือด้านอื่น ๆ)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



4. ท่านมีวิธีการหาความรู้เพิ่มเติมอย่างไรและเมื่อมีปัญหาในการเพาะปลูก ท่านทำการแก้ไขหรือปรึกษาใคร (เช่น เกษตรอำเภอ เครือข่ายเกษตรกร YouTube เป็นต้น)

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 5 การปรับตัวของเกษตรกรในช่วง พ.ศ. 2559-2560 เป็นต้นมา

1. ปัจจุบันจำนวนพื้นที่ในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดของท่านเพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม เพราะเหตุใด และท่านยังทำการเพาะปลูกในพื้นที่เดิมหรือไม่ หรือมีการย้าย/กระจายพื้นที่เพาะปลูกไปอยู่ในบริเวณใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในกรณีที่ท่านทำนา ท่านทำนาในรูปแบบใดบ้าง (ข้าวไร่, นาขั้นบันได) และในปัจจุบันจำนวนครั้งของการทำนาของท่านเพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



3. ปัจจุบันท่านมีการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์ของพืชที่นำมาปลูกหรือไม่ เพราะเหตุใด และในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์ ท่านนำมาจากที่ใด (เช่น ทาบกิ่ง ดิตดา เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) และในกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์ ท่านนำต้นพันธุ์มาจากที่ใด ตั้งแต่ปี พ.ศ. ไใด และมีวิธีการคัดเลือกเพื่อขยายพันธุ์ต่ออย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัจจุบันท่านมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูก หรือบำรุงรักษาพืชและดินหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ในอนาคตท่านวางแผนที่จะปรับตัวโดยนำพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เข้ามาปลูกเพื่อเพิ่มรายได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



ส่วนที่ 6 แหล่งรายได้ของครัวเรือนในปัจจุบัน (ถ้าไม่มีให้ตอบ 0)

1. รายได้ครัวเรือน

- รายได้ทั้งหมดจากภาคการเกษตร..... บาท/ปี
- รายได้นอกเหนือจากภาคการเกษตร..... บาท/ปี

2. รายจ่ายครัวเรือน

- ค่าใช้จ่ายภาคการเกษตร.....บาท/ปี
- ค่าอาหารและเครื่องดื่ม.....บาท/เดือน
- ค่าน้ำ.....บาท/เดือน
- ค่าไฟ.....บาท/เดือน
- ค่าน้ำมันรถ.....บาท/เดือน
- ค่าของใช้ในครัวเรือน.....บาท/เดือน
- ค่ารักษาพยาบาล.....บาท/เดือน
- ค่าสุรา/บุหรี่สิ่งมีเมา.....บาท/เดือน
- ค่าเล่าเรียนบุตร.....บาท/ปี
- รายจ่ายอื่น ๆบาท/เดือน

3. หนี้สิน

- หนี้สินครัวเรือน (รวมทุกหนี้)..... บาท ดอกเบี้ยเฉลี่ยร้อยละ.....ต่อปี

แหล่งเงินทุน ☐ ธกส. ☐ กองทุนหมู่บ้าน ☐ นอกกระบบ ☐ ญาติพี่น้อง

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

การชำระคืน..... บาท/ปี ระยะเวลาที่เหลือในการชำระหนี้คืน.....เดือน/ปี

- หนี้สินภาคการเกษตร บาท ดอกเบี้ยเฉลี่ยร้อยละ.....ต่อปี

แหล่งเงินทุน ☐ ธกส. ☐ กองทุนหมู่บ้าน ☐ นอกกระบบ ☐ ญาติพี่น้อง ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ

.....

การชำระคืน..... บาท/ปี ระยะเวลาที่เหลือในการชำระหนี้คืน.....เดือน/ปี

- 12. ท่านหรือสมาชิกในครอบครัวของท่าน ทำบัญชีรายรับรายจ่ายหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงทำ/ไม่ทำ และเริ่มทำเมื่อไร

.....

.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



วันที่สัมภาษณ์.....

รหัสแก่สัมภาษณ์.....

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างธุรกิจรวบรวมผลผลิตทางการเกษตร

โครงการการปรับตัวของเกษตรกรกลุ่มเปราะบางที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษข้ามแดน กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป. ลาว ภายใต้โครงการการใช้งานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยงเพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูลการรวบรวมผลผลิตทางการเกษตรของธุรกิจรวบรวมผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอร่องคำ จังหวัดน่านที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ โดยข้อมูลที่ได้จะเก็บเป็นความลับ และนำเสนอในภาพรวมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมเท่านั้น จึงขอความกรุณาให้ข้อมูลตามความเป็นจริงเพื่อประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ประเภทของผู้ให้ข้อมูล

☐ ล้ง ☐ วิสาหกิจชุมชน ☐ สหกรณ์การเกษตร

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2. ที่ตั้งสถานที่รวบรวม หมู่บ้าน.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหน่วยงาน

1. ระยะเวลาในการก่อตั้งล้ง/วิสาหกิจชุมชน/สหกรณ์การเกษตร/กลุ่ม.....ปี

2. จำนวนสมาชิกของล้ง/วิสาหกิจชุมชน/สหกรณ์การเกษตร/กลุ่ม.....คน

3. จำนวนพนักงานทั้งหมดของล้ง/วิสาหกิจชุมชน/สหกรณ์การเกษตร/กลุ่ม.....คน

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



4. กิจกรรมหลักที่ดำเนินการของล้ง/วิสาหกิจชุมชน/สหกรณ์การเกษตร/กลุ่ม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ รับซื้อและรวบรวม
- ☐ คัดขนาด ทำความสะอาด และบรรจุผลผลิต
- ☐ ส่งขายต่อ โปรตระบุแหล่งขายต่อ.....
- ☐ ขายปลีกเอง โปรตระบุแหล่งขายปลีก.....
- ☐ แปรรูปผลิตภัณฑ์.....

6. เครื่องจักร/อุปกรณ์ (โปตระบุ)

- 6.1) ระบุ ราคา.....บาท อายุการใช้งานปี
- 6.2) ระบุ ราคา.....บาท อายุการใช้งานปี
- 6.3) ระบุ ราคา.....บาท อายุการใช้งานปี
- 6.4) ระบุ ราคา.....บาท อายุการใช้งานปี
- 6.5) ระบุ ราคา.....บาท อายุการใช้งานปี

7. การจ้างพนักงานรวบรวมผลผลิต

- 7.1) ก่อนตั้งโรงไฟฟ้าหงสาฯ (ก่อนปี 2558) จำนวนพนักงานรวบรวมผลผลิต คน/วัน
- 7.2) หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสาฯ (หลังปี 2559) จำนวนพนักงานรวบรวมผลผลิต คน/วัน

8. ส่วนใหญ่พนักงานรวบรวมผลผลิตเป็นใคร (สมาชิกในครอบครัว/คนในพื้นที่/แรงงานจากประเทศเพื่อนบ้าน/อื่น ๆ)

.....

.....

.....

9. ค่าจ้างพนักงานรวบรวมผลผลิตในปัจจุบัน ประมาณ..... บาท/วัน

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



ส่วนที่ 2 ข้อมูลการรวบรวมผลผลิต

1. ข้อมูลการรวบรวมผลผลิต 5 ปี ก่อนตั้งโรงไฟฟ้าหงสา ถึง ปัจจุบัน (เรียงลำดับตามพื้นที่เป็นแหล่งรายได้หลัก)

การรับซื้อพืชชนิดที่ 1 (ระบุ).....

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
1. จำนวนเกษตรกร สมาชิกที่ปลูกพืช ชนิดนี้										
2. จำนวนที่รับซื้อ ต่อเดือน (กก.)										
3. ความถี่ในการรับ ซื้อ										
4. ราคาประกันการ รับซื้อ (บาท/กก.)										
5. ราคาสูงสุดต่อปี (บาท/กก.)										
6. ราคาต่ำสุดต่อปี (บาท/กก.)										

27



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
7. เกษตรกรรับซื้อ และราคาแต่ละเกรด ไปรรระบุทุกเกรด										
9. การคัดคุณภาพ ผลผลิต										
11. วิธีการขนส่ง ผลผลิต										
12. ตลาดที่รับซื้อ ผลผลิต										

28

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



การรับซื้อพืชชนิดที่ 2 (ระบุ).....

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
1. จำนวนเกษตรกร สมาชิกที่ปลูกพืช ชนิดนี้										
2. จำนวนที่รับซื้อ ต่อเดือน (กก.)										
3. ความถี่ในการรับ ซื้อ										
4. ราคาประกันการ รับซื้อ (บาท/กก.)										
5. ราคาสูงสุดต่อปี (บาท/กก.)										
6. ราคาต่ำสุดต่อปี (บาท/กก.)										
7. เกษตรกรรับซื้อ และราคาแต่ละเกรด โปรตีนทุกเกรด										

29



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
9. การคัดคุณภาพ ผลผลิต										
11. วิธีการขนส่ง ผลผลิต										
12. ตลาดที่รับซื้อ ผลผลิต										

30

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



การรับซื้อพืชชนิดที่ 3 (ระบุ).....

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
1. จำนวนเกษตรกร สมาชิกที่ปลูกพืช ชนิดนี้										
2. จำนวนที่รับซื้อ ต่อเดือน (กก.)										
3. ความถี่ในการรับ ซื้อ										
4. ราคาประกันการ รับซื้อ (บาท/กก.)										
5. ราคาสูงสุดต่อปี (บาท/กก.)										
6. ราคาต่ำสุดต่อปี (บาท/กก.)										
7. เกษตรกรรับซื้อ และราคาแต่ละเกรด โปรแต่ละเกรด										

31



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
9. การคัดคุณภาพ ผลผลิต										
11. วิธีการขนส่ง ผลผลิต										
12. ตลาดที่รับซื้อ ผลผลิต										

32

แบบสัมภาษณ์กิ่งโครงสร้าง (ต่อ)



การรับซื้อพืชชนิดที่ 4 (ระบุ).....

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
1. จำนวนเกษตรกร สมาชิกที่ปลูกพืช ชนิดนี้										
2. จำนวนที่รับซื้อ ต่อเดือน (กก.)										
3. ความถี่ในการรับ ซื้อ										
4. ราคาประกันการ รับซื้อ (บาท/กก.)										
5. ราคาสูงสุดต่อปี (บาท/กก.)										
6. ราคาต่ำสุดต่อปี (บาท/กก.)										
7. เกษตรกรรับซื้อ และราคาแต่ละเกรด ไปตระทุทุกเกรด										

33



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
9. การคัดคุณภาพ ผลผลิต										
11. วิธีการขนส่ง ผลผลิต										
12. ตลาดที่รับซื้อ ผลผลิต										

34

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



การรับซื้อพืชชนิดที่ 5 (ระบุ).....

รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
1. จำนวนเกษตรกร สมาชิกที่ปลูกพืช ชนิดนี้										
2. จำนวนที่รับซื้อ ต่อเดือน (กก.)										
3. ความถี่ในการรับ ซื้อ										
4. ราคาประกันการ รับซื้อ (บาท/กก.)										
5. ราคาสูงสุดต่อปี (บาท/กก.)										
6. ราคาต่ำสุดต่อปี (บาท/กก.)										
7. การลดการรับซื้อ และราคาแต่ละเกรด ไปตระทุทุกเกรด										

35



รายการ	5 ปีก่อนตั้ง โรงไฟฟ้าหงสา (2553-2558)	หลังตั้งโรงไฟฟ้าหงสา (2559-2567)								
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
9. การคัดคุณภาพ ผลผลิต										
11. วิธีการขนส่ง ผลผลิต										
12. ตลาดที่รับซื้อ ผลผลิต										

36

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (ต่อ)



ส่วนที่ 3 การปรับตัวและความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตร

1. ท่าน/กลุ่มมีวิธีการปรับตัวอย่างไรต่อสถานการณ์ที่ผลผลิตทางการเกษตรลดลงทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

.....

.....

.....

2. ท่าน/กลุ่มได้รับการสนับสนุนให้สามารถปรับตัวได้ จากหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนหรือหน่วยอื่น ๆ หรือไม่
อย่างไร

.....

.....

.....

3. ท่าน/กลุ่มเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการเกษตรในปัจจุบันมาจากสาเหตุใดบ้าง เริ่มสังเกตเห็น
เมื่อใด และแนวโน้มในอนาคตจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

4. จากแนวโน้มในอนาคตที่ท่านคาดการณ์ หากสถานการณ์รุนแรงขึ้น ท่าน/กลุ่มจะปรับตัวหรือเตรียมรับมือ
อย่างไร และต้องการการสนับสนุนจากหน่วยงานใดบ้างและอย่างไร

.....

.....

.....

การใช้ฐานข้อมูลเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพโดยชุมชนในการสื่อสารความเสี่ยง
เพื่อปกป้องกลุ่มเปราะบางจากมลพิษข้ามแดน กรณี โรงไฟฟ้าถ่านหินหงสา สปป.ลาว