

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (average weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น ในความหมายตามกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ FCCC (Framework Convention on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นผลทางตรงหรือทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากความผันแปรตามธรรมชาติ แต่ความหมายที่ใช้ในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์

กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ได้แก่ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) รุนแรงกว่าที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global warming)

ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ และมีคุณสมบัติยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ และเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ฯลฯ

ภาวะเรือนกระจก คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในบรรยากาศจึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิและเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก

ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ภาวะโลกร้อนอาจจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน ระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ว่าจะลดน้อยลงอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำซึ่งมีผลต่อเนื่องถึงกิจกรรมทางการเกษตรซึ่งเป็นฐานทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ทรัพยากรน้ำถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ปัญหาทรัพยากรน้ำอันดับต้นๆ ของประเทศไทย คือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำและสภาวะแห้งแล้ง การศึกษาเพื่อคาดการณ์ผลกระทบต่อแหล่งน้ำและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเป็น 2 เท่า พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้น 2-4 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้มีปริมาณการคายน้ำ (Evapotranspiration) จากอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้น้อยลง และมีแนวโน้มทำให้ขาดแคลนน้ำหากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นสองเท่าอาจจะมีผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชเพิ่มขึ้น รวมทั้งผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วยแต่รสชาติอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องมาจากความไม่สมดุลของธาตุแมกนีเซียมและโปแตสเซียม และอุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากอุณหภูมิประจำวันสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส อาจจะทำให้ข้าวเป็นหมัน เกิดเมล็ดลีบ นอกจากนี้ผลผลิตและวิธีการผลิตทางการเกษตร อาจจะได้รับผลกระทบทางอ้อมจากการ

เพิ่มขึ้นของศัตรูพืช (โรค แมลง สัตว์) ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นและแพร่ระบาด เช่น ปัจจุบันแมลงบัวได้เข้าทำลายข้าวนา ข้าวไร่บนพื้นที่สูง (ระดับความสูงจากน้ำทะเล 800-1,000) ได้แก่ พื้นที่หมู่บ้านขุนต้นน้อย อ.อมก๋อย และหมู่บ้านเลอตอ อ.แม่ระมาด

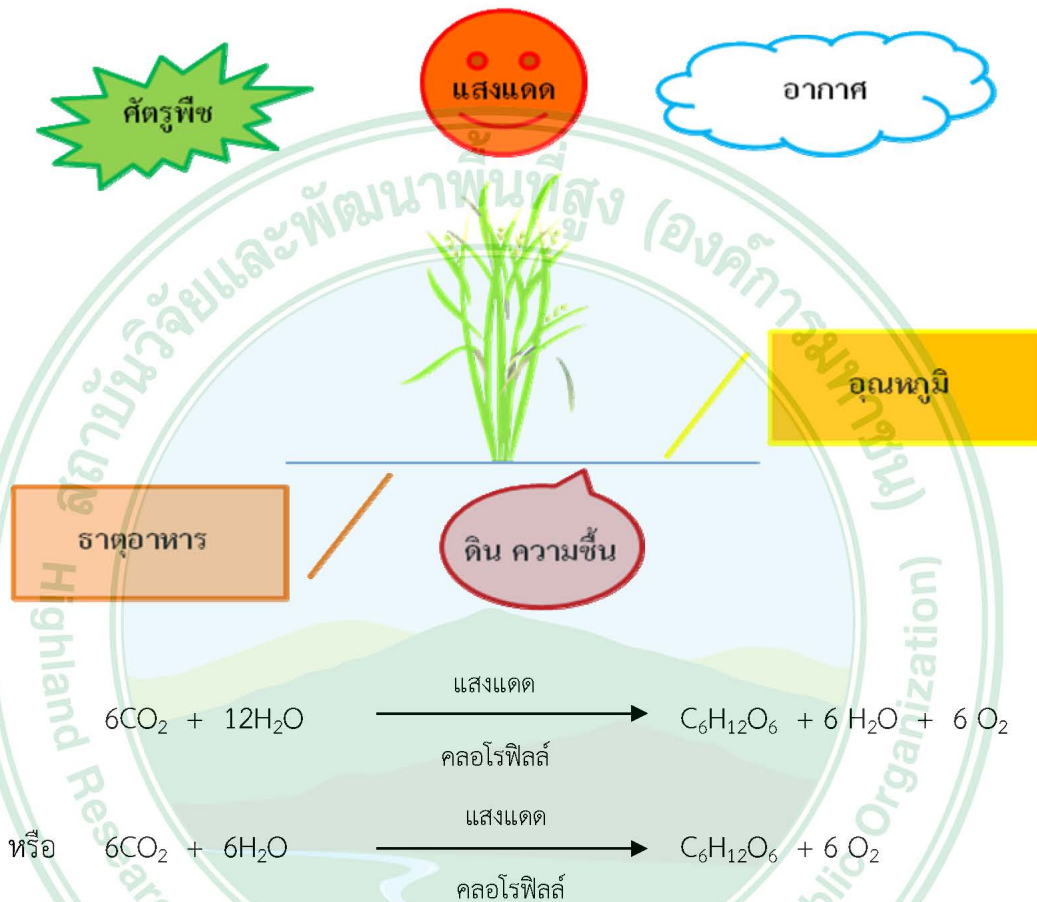
ดร.อาภรณ์ ชีวะเกรียงไกร กล่าวว่า (<http://www.bangkokbiznews.com>) การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าไม้ส่งผลต่อทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ โดยหากอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.5-2.5 องศาเซลเซียส ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลงร้อยละ 20-30

ประเทศไทยจัดอยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง หรือ “พื้นที่วิกฤต” (Hot spot) ต่อการสูญเสียทรัพยากรชีวภาพ เนื่องจากมีความหลากหลายของทรัพยากรมากแต่ได้รับการดูแลต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สถานการณ์การสูญเสียทรัพยากรชีวภาพจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น มีความเป็นไปได้สูงที่สัตว์และพืชหลายสายพันธุ์ในประเทศไทยจะลดลงและสูญพันธุ์ไปในที่สุด เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการกระจายของแหล่งที่อยู่ เนื่องจากภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อถิ่นที่อยู่และวงจรชีวิตของพืชและสัตว์ทำให้สืบทอดขยายพันธุ์ต่อไปได้ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวมถึงป่าไม้ต้องมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอด

เนื่องจากสภาพอากาศเป็นปัจจัยสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมซึ่งเป็นฐานทางเศรษฐกิจหลักของประเทศ การดำเนินงานที่ผ่านมาจึงสอดคล้องกับการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งรวมถึงโครงการตามแนวพระราชดำริและการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น โครงการตามแนวพระราชดำริเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกและอุปโภค ได้แก่ อ่างเก็บน้ำและฝายทดน้ำ โครงการตามแนวพระราชดำริเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการรักษาดินน้ำลำธาร โครงการปลูกหญ้าแฝกคลุมดินเพื่อรักษาหน้าดิน โครงการปรับปรุงคุณภาพสินค้าการเกษตรและการตลาด โครงการเพิ่มศักยภาพชุมชนด้านเกษตร การจัดตั้งศูนย์ป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านการเกษตร การพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรและเตือนภัยสินค้าเกษตร การวิจัยและพัฒนาพันธุ์พืชทนแล้ง การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ การทำชลประทานการเกษตร ซึ่งดำเนินการโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างบูรณาการสำหรับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน การสนับสนุนการมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและภาคชุมชนในการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับลุ่มน้ำสาขา การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำภาคการเกษตร และการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งดำเนินการโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวของประเทศไทยโดย Felkner *et al.* (2009) ได้ใช้แบบจำลองเชิงเศรษฐศาสตร์และสังคมในการศึกษาความซับซ้อนของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวและความสามารถของเกษตรกรที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงเชิงมหาภาค ซึ่งพบว่าโดยทั่วไปแล้วเกษตรกรไม่สามารถที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงได้ สำหรับในภาคการเกษตรได้มีการใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ในศึกษาการตอบสนองของพืชต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช รวมถึงการจำลองผลผลิตภายใต้การจัดการที่ต่างกัน (Bouman *et al.*, 1996; Jones *et al.*, 2003) และที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวหลายแบบจำลอง เพื่อที่จะประเมินการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตข้าว เช่น CERES-RICE (Singh *et al.*, 1993), ORYZA2000 (Bouman *et al.*, 2001), RiceGrow (Tang *et al.*, 2009) แต่แบบจำลองที่พัฒนามีขึ้นนั้นมีเงื่อนไขที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้พัฒนาดังนั้น การนำแบบจำลองหนึ่งๆ มาใช้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จึงจำเป็นต้องปรับให้หรือพัฒนาต่อยอด

การปลูกข้าวบนพื้นที่สูงต้องอาศัยปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศเป็นหลัก หากเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่งย่อมเกิดผลกระทบต่อผลผลิตข้าว เนื่องจากการเจริญเติบโตของข้าวเพื่อสร้างผลผลิตต้องอาศัยกระบวนการเจริญเติบโตที่สำคัญ 4 กระบวนการ คือ (1) การสังเคราะห์แสง (2) การหายใจ (3) การดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ (4) การคายน้ำ ซึ่งทั้ง 4 กระบวนการล้วนแต่มีความสัมพันธ์กันทั้งสิ้น กระบวนการที่ต้องการอาศัยปัจจัยสภาพแวดล้อมมากที่สุด คือ กระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นกระบวนการที่สร้างสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง ข้าว เมล็ด พบว่า 85-95% ของน้ำหนักข้าวคือสารพวกนี้ กระบวนการนี้มีปฏิกิริยาดังสมการ



จากสมการกระบวนการสังเคราะห์แสงข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่จำเป็นต่อการสร้างผลผลิตข้าว ดังนี้

- (1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศที่ความเข้มข้นเพียง 0.03% (300 ppm) ส่วนก๊าซอื่นที่มีอยู่ในปริมาณมาก คือ ไนโตรเจน (78%) ออกซิเจน (21%) อาร์กอน (0.93%) เป็นต้น แม้ว่าก๊าซ CO_2 จะมีความเข้มข้นที่ต่ำ แต่ 85-92% ของน้ำหนักแห้งก็ได้อาจมาจากการดูดใช้ CO_2 ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจว่า ก๊าซ CO_2 ในบรรยากาศจะเพิ่มไปที่ความเข้มข้นเท่าไรจากอดีต ซึ่งอดีตมีอยู่ที่ระดับ 290-340 ppm จึงจะสามารถเพิ่มผลผลิตและชักนำการสุกแก่ให้เร็วขึ้นได้
- (2) น้ำ (Water) ถือว่าเป็นวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์สารคาร์โบไฮเดรต แต่มีเพียงแค่ 0.1% ของน้ำทั้งหมดที่ใช้สำหรับกระบวนการนี้ อีก 99% ใช้สำหรับกระบวนการคายน้ำของต้นข้าว ซึ่งกระบวนการคายน้ำเป็นวิธีที่ธาตุอาหารและน้ำมีโอกาสได้ถูกส่งไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ในลำต้น
- (3) แสงแดด (Light) พลังงานแสงหรือเรียกว่าพลังงานความร้อน (heat) เมื่อใบข้าวได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ พลังงานนี้จะถูกเปลี่ยนไปโดยคลอโรฟิลล์หรือสารสีเขียวที่ใบข้าวไปเป็นพลังงานเคมี พลังงานนี้จะถูกใช้เพื่อ

การสังเคราะห์สารคาร์โบไฮเดรต (แป้ง น้ำตาล) แสงที่ส่องลงมายังใบจะถูกดูดเอาไว้ประมาณ 80-85% แต่ที่นำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงจริงๆ เพียง 0.5-3.5% เท่านั้น

- (4) อุณหภูมิ (Temperature) การเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่พอเหมาะกับการเมแทบอลิซึม หากอุณหภูมิอากาศต่ำกว่า 10°C กระบวนการสังเคราะห์แสงจะไม่เกิดขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกระบวนการสังเคราะห์แสงก็เพิ่มขึ้นตาม จนกระทั่งอุณหภูมิอากาศที่ 30°C ถ้าหากอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ซึ่งมากกว่าอัตราการสังเคราะห์แสง จะทำให้สมดุลระหว่างสองกระบวนการถูกกระทบกระเทือน อาหารสำรองไว้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงหมดไปซึ่งจะนำไปสู่การตายได้ อุณหภูมิต่ำทำให้การเจริญเติบโตของข้าวลดลง กล่าวคือ ทำให้การขยายพื้นที่ใบลดลง มีการเพิ่มจำนวนกิ่งมาก แต่การเจริญส่วนยอดช้าลง การขนถ่ายสารอาหารไปสู่ส่วนต่างๆ ลดลง กระบวนการหายใจลดลง การออกดอกและผลอาจเร็วผิดปกติ ผลอาจจะเล็ก

อุณหภูมิสูงเกินระดับปกติ อาจทำให้ข้าวไม่สามารถอยู่รอดได้ (สูงเกิน 40°C) เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำโดยกระบวนการคายน้ำ ทำให้ข้าวเกิดการแห้ง อุณหภูมิต่ำในตอนกลางคืนต้นข้าวเติบโตและให้ผลผลิตดีกว่าที่อากาศร้อนทั้งกลางวันและกลางคืน

- (5) ใบข้าวและธาตุอาหาร (Leaf age and Mineral status) อัตราการสังเคราะห์ลดลงเมื่อใบข้าวมีธาตุ P, K, Mg และ N ต่ำ นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารบางชนิดที่มีการเคลื่อนย้ายน้อยมากในต้น (เช่น Ca, Fe) เมื่อใบมีอายุน้อย แต่เมื่อใบอายุแก่ขึ้นจะมีธาตุ Ca และ Fe เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้การสังเคราะห์แสงเพิ่มตามไปด้วย และธาตุ N และ Mg เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์หากมีการขาดย่อมทำให้การสร้างคลอโรฟิลล์ลดลงไปด้วย

ปัจจัยสภาพภูมิอากาศสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวข้างต้นล้วนแต่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการเกิดภาวะโลกร้อนจะเป็นผลดีต่อการเพาะปลูกในเขตอบอุ่นและเขตหนาว แต่จะเป็นปัญหาในเขตพื้นที่อุณหภูมิสูงอยู่แล้ว ผลกระทบในระดับไร่นาส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกรและความพร้อมของเทคโนโลยีที่จะช่วยลดผลกระทบโดยตรงและผลกระทบทางอ้อมจากโรคและการขยายเขตรุกรานของแมลง ในกรณีของข้าว อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตข้าวตั้งแต่ระยะต้นกล้า ระยะสร้างช่อดอก การผสมเกสร และการสะสมน้ำหนักเมล็ด ส่วนผลกระทบทางอ้อมจากความแห้งแล้งและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนที่สูงคาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าพื้นราบ อาทิเช่น การรุกรานของโรคและแมลง ที่พบคือ แมลงบั่ว ซึ่งเป็นแมลงศัตรูข้าวในนาบริเวณตีนเขา (400-500 เมตร) ได้เริ่มรุกรานขึ้นไปในที่สูงถึง 1,000 เมตร กลายเป็นปัญหาเฉพาะถิ่น ซึ่งปัญหาในลักษณะต่างๆ จำเป็นต้องแก้ไขโดยผสมผสานภูมิปัญหาท้องถิ่นกับงานวิจัยที่ผนวกความรู้วิชาการ (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552)

ภาวะโลกร้อนโจทย์ที่กล่าวถึงอีกประเด็นหนึ่งคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในภาคการเกษตรพบว่าการทำนาข้าวในสภาพน้ำขังทำให้ก๊าซมีเทน และเกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน จากปัญหาและความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นทำให้จำเป็นต้องพัฒนาการเกษตรที่ประณีตขึ้นและแม่นยำขึ้น ได้แก่ (1) การให้น้ำ (2) การให้ปุ๋ยในระยะเวลาและปริมาณที่พอดีกับธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน และ (3) ต้องบูรณาการการเฝ้าระวังและการวิจัยเข้าด้วยกันเพื่อติดตามตรวจสอบปัญหา ตลอดจนหาจุดแข็งที่มีอยู่เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาสถานะโลกร้อน อาทิเช่น ความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวท้องถิ่นที่ทำให้มีโอกาสในการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยการคัดเลือกธรรมชาติ หรือมีการวิจัยหาแหล่งพันธุกรรมและยีนที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ เช่น ทนร้อน ทนทานแมลง และศึกษาหาวิธีการปลูกข้าวบนพื้นที่สูงที่ลดการขังน้ำหรือวิธีการประหยัดการใช้น้ำในแปลงนาอาจจะช่วยลดปัญหาเรื่องก๊าซมีเทนได้