

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สภาวะโลกร้อน (global warming) เป็นปรากฏการณ์ที่เชื่อว่ามีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจกและการที่ชั้นโอโซนถูกทำลายจนทำให้เกิดการสะสมของอุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศของโลก กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจก การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ ในช่วง 200 ปีที่ผ่านมา น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควีนจากท่อไอเสียรถยนต์ ทั้งหลายเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) หรือสภาวะโลกร้อน (global warming) ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและภัยพิบัติจะรุนแรงมากขึ้น (ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม, 2013)

เนื่องจากสภาพภูมิอากาศกำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้นทำให้ฤดูกาลต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป จากสภาวะโลกร้อนเป็นสิ่งที่คาดการณ์ว่าถ้ามีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 0.8°C ส่งผลให้ฝนตกลดลงร้อยละ 4 และหากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2.7°C ส่งผลให้ฝนตกลดลงร้อยละ 11 และเชื่อกันว่าในปี ค.ศ. 2100 สาธารณรัฐประชาชนจีนจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น $2 - 4^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 0.5°C จะส่งผลให้ผลผลิตแถบข้าวโลกเพิ่มมากขึ้น ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกันป้องกันและเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น (คมชัดลึก, 2555) ปรากฏการณ์ ENSO (El Niño-Southern Oscillation) เป็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ที่มีความผิดปกติของการไหลเวียนของกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น โดยปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) เป็นสภาวะอุ่นของเอนโซที่เกิดขึ้นอย่างผิดปกติของน้ำทะเลจากการอ่อนกำลังของลมสินค้า เกิดความแห้งแล้งฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่ปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña) เป็นสภาวะเย็นของปรากฏการณ์เอนโซที่มีสภาวะผิดปกติเกิดฝนตกหนักบริเวณประเทศฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาส่งผลต่อเขต

ร้อนแล้วยังพบว่ามีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความผิดปกติของภูมิอากาศในพื้นที่ทั่วโลกด้วย (NOAA, 2018) สำหรับผลกระทบของเอลนีโญต่อปริมาณฝนและอุณหภูมิในประเทศไทยมีการศึกษาพบว่า การเกิดเอลนีโญขนาดปานกลางถึงรุนแรงทำให้ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติมาก แต่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ทุกฤดูในปีนั้น โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝนซึ่งผิดปกติมากขึ้นในกรณีที่เหตุการณ์มีขนาด ปานกลางถึงรุนแรง กล่าวได้ว่าหากเกิดเอลนีโญทำให้ปริมาณฝนมีแนวโน้มต่ำกว่าปกติ โดยเฉพาะ ฤดูร้อนและต้นฤดูฝน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศสูงกว่าปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เหตุการณ์ มีขนาดรุนแรงส่งผลกระทบชัดเจนมากขึ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546)

งานวิจัยของ Cline (2007) เป็นงานที่ได้รับความสนใจมากในวงการวิชาการและหน่วยงาน ของประเทศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตร เพราะมีการประเมินว่าสภาวะโลกร้อนในช่วง 50 ถึง 60 ปีข้างหน้า จะส่งผลกระทบต่อผลิตภาพของภาคเกษตรในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก โดยประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ ในกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด โดยคาดว่าสภาวะโลกร้อนที่มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1.5°C จะทำให้ ผลผลิตทางการเกษตรลดลง มีผลต่อผลิตภาพการผลิตในภาคเกษตรลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 เช่นเดียวกับ ลาว อินเดีย ภาคตะวันตกและภาคเหนือของออสเตรเลีย ในทางตรงกันข้าม สาธารณรัฐ ประชาชนจีนบางส่วน นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกาตอนเหนือ จะได้รับผลกระทบจากโลกร้อน สามารถผลิตสินค้าเกษตรได้ดีขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากผลิตภาพการผลิตจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 5 ถึง 25 พื้นที่เพาะปลูกของจีนเพียงประเทศเดียวมีมากกว่าพื้นที่ของประเทศไทยทั้งหมดถึงสองเท่า หากรวม พื้นที่ของสหรัฐอเมริกาและนิวซีแลนด์เข้าไปด้วย พื้นที่ซึ่งได้รับประโยชน์จากโลกร้อนในสามประเทศนี้ รวมกัน มีขนาดมากกว่าพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทยประมาณ 5 ถึง 6 เท่า หากการคาดการณ์นี้ ถูกต้อง จีน นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา จะมีผลผลิตสินค้าเกษตรออกสู่ตลาดโลกมากขึ้น ในขณะที่ ส่วนแบ่งตลาดของไทยลดลงซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทยตามไปด้วย ดังนั้น การปรับตัวระยะยาวทั้งในด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะ อากาศด้วยการปลูกพืชที่หลากหลาย การพัฒนาพันธุ์พืชที่ทนร้อนทนแล้งได้มากขึ้น การทำประกันภัย พืชผลควบคู่ไปกับการปรับปรุงแนวทางการทำเกษตรโดยใช้การบริหารจัดการแบบมีอาชีพ การยกระดับคุณภาพชีวิตและระดับการศึกษาของเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง (เกียรติอนันต์, 2556)

การศึกษาสภาวะโลกร้อนในประเทศไทยนั้น พบว่า ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมี อุณหภูมิสูงขึ้นเฉลี่ย 1°C ซึ่งปรากฏการณ์นี้ส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น ภาวะแห้งแล้งที่ รุนแรงและยาวนาน ภาวะน้ำท่วมอย่างฉับพลันและเอ่อล้นเป็นเวลานาน และแผ่นดินถล่มหรือดินสไล เถล ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีและนับวันจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศเกษตร อย่างสูง เช่น พื้นที่การเกษตรที่เสียหายจากภัยธรรมชาติไม่สามารถให้ผลผลิตได้ ประสิทธิภาพพื้นที่ การเกษตรให้ผลผลิตที่ลดลง การขาดแคลนน้ำและอาหาร การเกิดโรคระบาดและมลพิษ (พลศิริ และ นวลปรารค์, 2550) คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ไอพีซีซี)

ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดขององค์การสหประชาชาติได้เผยแพร่รายงานฉบับที่ยืนยันว่าอุณหภูมิของพื้นดิน ผิวน้ำ และอากาศสูงขึ้นจริง แม้ว่าโดยภาพรวมแล้วอุณหภูมิของโลกในช่วง 15 ปีที่ผ่านมาจะไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่ช่วงเวลา 15 ปีนี้เป็นช่วงเวลาที่สั้นเกินไป จึงไม่ได้สะท้อนแนวโน้มที่แท้จริงในระยะยาว ยังต้องมีการศึกษาเรื่องนี้เพิ่มเติมกันต่อไปอีก (เกียร์ต้อนันต์, 2556)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ได้ประเมินปัญหาภัยแล้งในปี พ.ศ. 2553 คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคเกษตร (จีดีพี) โดยทำให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจการเกษตรลดลงประมาณร้อยละ 0.02 และมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรลดลงประมาณ 198 ล้านบาท ในเบื้องต้นประเมินว่าพืชสวนที่ได้รับความเสียหายมากที่สุด คือ มะม่วง 2,605 ไร่ มูลค่าความเสียหาย 27,717,200 บาท ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณและการกระจายของปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงรวมทั้งเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติตามมา อาทิ ภัยแล้ง ไฟป่า น้ำท่วม พายุที่รุนแรง (สมาน, 2553) ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศถูกทำลาย ขาดการพัฒนา ระบบชลประทานที่ดีไม่สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนไป เช่น สร้างเขื่อนไว้ แต่ฝนไปตกหน้าเขื่อน ทำให้น้ำท่วม และไม่มีน้ำพอไว้ทำการเกษตรหน้าแล้ง ผลกระทบที่เกิดขึ้นยังมีมากขึ้นไปอีก โดยเฉพาะกับพื้นที่ทำการเกษตรของไทยครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมด มีประชากรที่เกี่ยวข้องโดยตรงมากกว่าร้อยละ 40 ของประชากรทั้งหมด ระบบการเกษตรร้อยละ 75 เป็นระบบเกษตรอาศัยน้ำฝน มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและฤดูกาล การศึกษาสภาพความแห้งแล้งในรอบหลายร้อยปีของประเทศไทยมีผลต่อระบบนิเวศรวมทั้งพื้นที่ป่าและระบบเกษตร (Buckley *et al.*, 2007) ความต้องการใช้น้ำในอนาคตโดยเฉพาะภาคการเกษตรมีแนวโน้มสูงขึ้นจากนโยบายการเพิ่มผลผลิต โดยพื้นที่ทำการเกษตรในปี พ.ศ. 2567 น่าจะเพิ่มขึ้นจากในปัจจุบันที่มีอยู่ประมาณ 81 ล้านไร่ เป็นประมาณ 94 ล้านไร่ โดยในจำนวนนี้พื้นที่ชลประทานหากมีการพัฒนาได้เต็มที่ พื้นที่ทำการเกษตรจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีความต้องการน้ำมากขึ้น หากไม่สามารถจัดสรรน้ำหรือจัดการการเพาะปลูกได้อย่างเหมาะสมในช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรจะเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง ดังนั้น จึงต้องศึกษาคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาวะโลกร้อน เพื่อเตรียมการปรับตัวและบรรเทาความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อการเกษตรของไทย (สุจริต, 2549) ปัญหาโลกร้อนจึงมีผลกระทบถึงความแปรปรวนของสภาพอากาศควบคู่กันไปด้วย จากสภาพอากาศร้อนที่มีต่อภาคเกษตร คือ อากาศร้อนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช หากอากาศร้อนกว่าช่วงอุณหภูมิที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดี การเติบโตจะได้รับผลกระทบซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตภาพในการผลิตของภาคเกษตรทั้งหมดด้วยโดยเฉพาะประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรที่มีอากาศร้อนอยู่แล้ว เมื่อพบปัญหาโลกร้อนเพิ่มขึ้นมา ผลกระทบจะมีมากกว่าประเทศอื่น ดังนั้น จึงต้องศึกษาคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาวะโลกร้อน เพื่อเตรียมการปรับตัวและบรรเทาความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อการเกษตร

การผลิตไม้ผลแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในแต่ละท้องถิ่นจึงทำให้ไม้ผลแต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตได้แตกต่างกันไป สำหรับไม้ผลเมืองหนาวบางชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็นที่เหมาะสมในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในรอบปีที่สัมพันธ์กับพัฒนาการของพืช พืชจะมีกลไกในการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในธรรมชาติแตกต่างกันไป ความต้องการความหนาวเย็นของพืช (chilling requirement) ภายในตาดอกของไม้ผลเขตหนาวแต่ละชนิด ต้องการระดับของอุณหภูมิเย็นที่มีผลแตกต่างกันไป (Jackson and Looney, 1999) สภาพอากาศที่แปรปรวนในแต่ละวัน ประกอบกับช่วงระยะเวลาหนาวเย็นไม่นานเพียงพอ จึงเป็นปัญหาทำให้การบานดอกของพืช ดังนั้น พื้นที่ปลูกไม้ผลเมืองหนาวจึงควรได้รับการพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศเฉพาะในแต่ละท้องที่ เพื่อกำหนดพันธุ์ที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการวางแผนการส่งเสริมของแต่ละพื้นที่ได้ นอกจากนี้ ผลไม้แต่ละชนิดยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น สภาพความแข็งแรงสมบูรณ์ พันธุ์ การบานดอก การติดผล การได้รับน้ำและธาตุอาหาร เป็นต้น รวมถึงค่า heat units ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์ต่อพัฒนาการของผล การเจริญเติบโตของผล รูปร่างของผล การสุกแก่ และคุณภาพผลด้วย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของอากาศจึงมีผลไปกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (สุรินทร์, 2543)

พลับ (Persimmon) เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่พื้นที่สูงจนกระทั่งพื้นที่ราบในจังหวัดเชียงใหม่ ต้องการอากาศหนาวเย็นไม่มากนัก เนื่องจากพลับมีการออกดอกตามกิ่งที่เจริญขึ้นมาใหม่ในฤดูใบไม้ผลิ จึงต้องการความหนาวเย็นเพื่อให้ตาใบพันการพักตัวก็สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เป็นพืชที่ไม่มีปัญหาโรคและแมลงมากนัก ผลพลับมีสีสวยเป็นที่ถูกตาต้องใจมารับประทาน มีรสชาติหวานชื่นใจและสามารถขนส่งได้สะดวก ในประเทศไทยมีการปลูกกันในทางภาคเหนือ พันธุ์ที่ปลูกได้ผลดีถูกขยายพันธุ์ออกไปตามแหล่งปลูกต่าง ๆ บนที่สูงประมาณ 1,300 - 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล ซึ่งมีอุณหภูมิหนาวเย็นเกือบตลอดทั้งปี สามารถให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี (ปวิณ และคณะ, 2525)

พลับเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิดสามารถตั้งตัวและเจริญเติบโตได้เร็ว ระยะปลูกโดยทั่วไปนิยมใช้ระยะ 6 - 8 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน ควรปลูกในช่วงระยะของฤดูฝน เป็นไม้ผลที่มีการผลัดใบ ต้องการสภาพอากาศที่หนาวเย็นในฤดูหนาว ใบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนมกราคมใบจะร่วงหมดต้น ต้นพลับจะพักตัวจนถึงเดือนมีนาคมแล้วเริ่มผลิใบขึ้นมาใหม่ ในระยะที่มีการแตกตาขึ้นมาใหม่อาจได้รับความเสียหายจากน้ำค้างแข็งได้และยับยั้งการเจริญของรากอีกด้วย การออกดอกจะเกิดขึ้นบริเวณ leaf axil ของกิ่งที่เจริญขึ้นมา พลับเป็นพืชที่ไม่ต้องการปุ๋ยในปริมาณมากนัก แต่มีการตอบสนองต่อธาตุโพแทสเซียม ซึ่งได้รับใน

ปริมาณต่ำจะทำให้การเจริญเติบโตของผลลดลง อย่างไรก็ตาม ถ้าได้รับมากเกินไปจะทำให้คุณภาพของผลต่ำและมีผิวผลที่หยาบ ตามธรรมชาติผลพลับเกิดการร่วงได้ตามธรรมชาติ มักเกิดจากปัจจัยหลายอย่างและเกิดได้มากกว่าหนึ่งครั้ง จนบางครั้งทำให้ผลผลิตลดน้อยลงไป แต่เป็นกลไกที่ยังไม่สามารถอธิบายหาสาเหตุที่แน่นอนได้และมีผลเสียกับบางท้องถิ่นเท่านั้น แต่ในพื้นที่ที่มีการติดผลสูงย่อมไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต การร่วงของพลับสัมพันธ์กับสภาพของธาตุอาหารภายในต้นด้วย แม้แต่การได้รับปริมาณแสงแดดไม่เพียงพอก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดการร่วงในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวผลได้ด้วย อุณหภูมิของอากาศที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 16 - 22 °C ในระหว่างเดือนกันยายนมีผลต่อคุณภาพของผลในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตนี้ ผลที่เจริญในพื้นที่ที่อุณหภูมิอากาศอุ่นกว่ามักเกิดจุดสีดำของเนื้อได้ ส่วนเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลจะลดลงในที่มีอุณหภูมิสูงและเพิ่มขึ้นในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ผลผลิตพลับที่เก็บเกี่ยวแล้วยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลไม้แห้งจำหน่ายได้ด้วย (สุรินทร์, 2543)

อโวคาโด (Avocado) จัดเป็นไม้ผลยืนต้นเขตกึ่งร้อนที่มีปลูกมากทั้งในเขตกึ่งร้อนและเขตร้อน มีการออกดอกและติดผลได้สม่ำเสมอทุกปี แต่หากสวนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมและไม่มีการดูแลรักษา โอกาสในการออกดอกติดผลจะน้อยลง ต้นเริ่มออกดอกเมื่ออายุ 3 ปี สำหรับต้นที่มาจากการเสียบยอด แต่ต้นที่มีขนาดเล็กจะให้ผลได้ไม่มาก เมื่อต้นอายุ 6 - 7 ปี เป็นช่วงที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดให้ผลผลิตได้ถึง 700 - 1,000 ผลต่อต้น ปัจจัยสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการชักนำให้ต้นสามารถออกดอกได้ ทั้งนี้ อุณหภูมิต่ำและระยะเวลาสั้นจะชักนำการออกดอกมากขึ้น แต่อุณหภูมิไม่ควรต่ำกว่า 7 °C และสูงเกิน 19 - 20 °C ในช่วงออกดอก ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 36 °C ทำให้ดอกเหี่ยวรวมทั้งอับเรณูแห้ง จึงไม่เกิดการปฏิสนธิและไม่ติดผล ถึงแม้จะมีการปฏิสนธิได้สมบูรณ์เป็นผล แต่ผลที่ได้มักจะร่วงหรือไม่พัฒนาต่อไป สภาพที่มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 45 °C ในช่วงการเจริญเติบโตของผลทำให้ผลแตกได้ในสภาพภูมิอากาศของไทยมีการเจริญของช่อดอกตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ พันธุ์ที่ออกช่อดอกได้เร็ว ดอกจะบานในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พันธุ์ที่ออกช่อดอกเร็วปานกลางจะมีดอกบานปลายเดือนธันวาคมถึงกลางมกราคม พันธุ์ที่ออกช่อดอกช้าจะบานในช่วงเดือนมกราคมถึงปลายกุมภาพันธ์ ในช่วงก่อนออกดอกควรรดการให้น้ำ แต่ในช่วงที่ดอกกำลังพัฒนาจะให้น้ำต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งติดผลและระยะเก็บเกี่ยว ในช่วงของการออกดอกและติดผลต้องการความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณร้อยละ 70 - 80 ช่วยให้การเจริญเติบโตของผลดีมาก ถ้าสภาพอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปมีผลต่อการทำลายของโรคแมลงได้ เช่น โรคแอนแทรคโนส (ฉลองชัย, 2534)

การปลูกอโวคาโดทำได้ทุกฤดูกาล ควรมีการให้น้ำในระยะหลังปลูก ฤดูที่นิยมปลูกจึงมักเป็นช่วงต้นฤดูฝน แต่ต้องระวังไม่ให้น้ำขังต้น ถ้าปลูกในฤดูแล้งควรป้องกันแสงแดดเผาส่วนของเปลือกลำต้นด้วย สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมสำหรับต้นมีการเจริญเติบโตได้ดี ควรเป็นดินที่มีการระบาย

น้ำดีและเนื้อดินลึก ถ้าดินมีความชื้นสูงที่มีการระบายอากาศไม่ดีมักเกิดโรครากเน่าได้ ค่า pH ควรอยู่ระหว่าง 5 - 7 อุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่นระหว่าง 12.8 - 28.3 °C ถ้าอุณหภูมิต่ำเป็นอันตรายกับต้นอายุน้อยหรือทำให้ผลร่วงได้ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15.5 °C เป็นเวลานานผลจะมีขนาดเล็ก แต่ต้นใหญ่อายุมากมักไม่ได้รับอันตราย ปริมาณน้ำฝนควรมีอย่างน้อยปีละ 750 - 1,000 มิลลิเมตร ถ้าต้นขาดน้ำใบจะสลัดทิ้งร่วงหล่นทันที จึงควรมีการให้น้ำ 7 - 10 วันต่อครั้ง ในช่วงฝนไม่ตก เป็นพืชที่มีกิ่งเปราะหักง่าย จึงควรได้รับการตัดแต่งกิ่งให้เตี้ยและให้พุ่มโปร่ง ในสภาพอากาศที่มีลมพัดแรงและแสงแดดจ้ามีผลต่อเกสรเพศเมียแห้งผสมไม่ติดได้ ต้นต้องการช่วงเวลาการได้รับแสงมากกว่า 2,000 ชั่วโมงต่อปี แต่ความเข้มของแสงที่มากเกินไปอาจเกิดการไหม้ได้ (ฉลองชัย, 2534)

มะม่วง (Mango) เป็นพืชที่ชอบสภาพอากาศที่แห้งแล้งและชุ่มชื้นหรือมีฝนตกสลับกัน ในระยะก่อนที่ต้นออกดอกนั้นต้องการอากาศแห้งแล้งและหนาวเย็นก่อน บางพื้นที่มีฝนตกชุกทั้งปีไม่มีช่วงแล้งคั่นเลย โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นระยะออกดอกไม่ควรมีฝนตก เพราะฝนในช่วงนี้จะทำให้ละอองเกสรหลุดไปจนหมด ดอกเสียหายจึงไม่ติดผล และยังทำให้ความชื้นของอากาศสูงเหมาะแก่การระบาดของเพลี้ยจักจั่นมะม่วงแล้วถ่ายมูลออกมาเป็นอาหารของราดำ ทำให้ใบเกิดเชื้อรา ดอกและผลอ่อนร่วงเสียหายได้ การออกดอกของมะม่วงมีจำนวนมาก แต่ติดเป็นผลได้ไม่มากในช่อนั้น ทั้งนี้เพราะสาเหตุหลายประการ เช่น ลักษณะของดอกเป็นดอกที่ไม่สมบูรณ์และปัญหาการเกิดราดำ เป็นต้น แต่ในช่วงหลังการออกดอกแล้วต้องการฝนเพื่อให้ติดผลอย่างสมบูรณ์ ถึงแม้จะเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี แต่น้ำเป็นสิ่งจำเป็นแก่ต้นอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะระยะที่มีการติดผลอ่อน การพื้แต่น้ำฝนเพียงอย่างเดียวได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ถ้าต้นขาดน้ำจะทำให้ดอกและผลอ่อนร่วงหมดได้เช่นกัน (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2556) การปลูกมะม่วงนิยมปลูกกันในพื้นที่สูง เพื่อให้การระบายน้ำดี ระดับความลึกของหน้าดินน้อย ถ้ามีดินดานอยู่ข้างล่างหรือดินปลูกมีระดับน้ำในดินตื้น รากไม่สามารถหยั่งลึกลงไปดินได้ แต่จะแผ่ขยายอยู่ในระดับตื้น ทำให้ต้นเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร ต้นมีอายุไม่นานและโคนล้มได้ง่าย สำหรับสายพันธุ์มะม่วงที่มูลนิธิโครงการหลวงส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เพื่อไม่ให้เกิดการแข่งขันทางการตลาด ประกอบกับลักษณะอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เช่น สีสัณ รูปร่างผล และฤดูกาลเก็บเกี่ยวออกจำหน่ายไม่ตรงกับมะม่วงในพื้นที่ราบ นอกจากนี้ ยังให้ผลผลิตได้ดีในพื้นที่อากาศเย็นและเป็นที่ต้องการของตลาดจึงเป็นไม้ผลที่มีโอกาสทางตลาดอีกชนิดหนึ่ง

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระตัวเดียวหรือหลายตัวกับตัวแปรตามชนิดต่อเนื่องที่มีหนึ่งตัวแปร เพื่อศึกษารูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามจากการวิเคราะห์การถดถอยนำมาใช้ในการทำนายหรือประมาณค่าตัวแปรตามที่น่าสนใจได้ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (straight-line regression analysis) เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดจากการกำหนดตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในการคำนวณหาสมการถดถอย

ของกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยเริ่มจากการตรวจสอบว่าแบบเส้นตรงเป็นตัวแทนที่เหมาะสมและเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นปกติ เพื่อหาแบบความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นตรงที่เหมาะสม พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เพื่อที่ว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ การตรวจสอบว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยที่ว่าตัวแปรอิสระทุกตัวเป็นอิสระกันจากการแสดงค่า correlation และค่า covariance เพื่อทดสอบเกี่ยวกับความเป็นอิสระของตัวแปรอิสระแต่ละตัว การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงต้องหาตัวแบบใหม่ที่เหมาะสมกับข้อมูลอีกครั้ง การทดสอบความเหมาะสมของการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวสามารถใช้สมการถดถอยนี้ในการทำนายและประมาณตัวแปรตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามอาจไม่ใช่แบบเส้นตรงเหมาะสมกับข้อมูลนี้มากกว่าก็ได้ โดยประเมินว่าใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปรนี้ได้ (สุคนธ์, 2560)

ในการศึกษานี้จึงได้ใช้ปริมาณผลผลิตของไม้ผลที่ศึกษาเป็นตัวแปรตามมาหาความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศที่ใช้เป็นตัวแปรอิสระตัวเดียวหรือหลายตัวที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิต สำหรับนำมาพยากรณ์ปริมาณผลผลิตล่วงหน้าก่อนการเก็บเกี่ยวในฤดูนั้น ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสภาพอากาศเพียงหนึ่งตัวหรือหลายตัวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลย้อนหลังในพื้นที่ศึกษา โดยรวบรวมจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลทั้งหมดนำมาศึกษาจากวิธีดัดแปลงของ Lobell *et al.* (2011) และ Jeong *et al.* (2016) ผลที่ได้นำมาตรวจสอบลักษณะการกระจายของชุดข้อมูลด้วยค่าสหสัมพันธ์ (correlation: R) โดยวิธี single mass curve และใช้ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ (Sitienei *et al.*, 2017) ข้อมูลปริมาณผลผลิตและสภาพภูมิอากาศถูกนำมาจัดเป็นชุดข้อมูลของแต่ละปีแล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลนั้น โดยวิเคราะห์การกระจายตัว ค่าสหสัมพันธ์ และแนวโน้มของข้อมูล สำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient: R) ระหว่างแต่ละปัจจัยต่อการให้ผลผลิตของไม้ผล ใช้วิธี Pearson's correlation (Wang, 2013; Tao *et al.*, 2008) เพื่อสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบปัจจัยเดียว (simple linear regression) แบบหลายปัจจัย (multiple linear regression) และสมการถดถอยแบบไม่เป็นเส้นตรง (non-linear regression) ดัดแปลงวิธีของ Villordon *et al.* (2010) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และ SPSS (SPSS, 2009) เพื่อทำนายผลผลิตของไม้ผลในพื้นที่ศึกษา จากนั้นได้คัดเลือกและยืนยันผลด้วยสถิติการทดสอบ F-test และ Student's t-test นำมาพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination: R^2) เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ดีที่สุดมาพัฒนาเป็นแบบจำลองพืชสำหรับใช้ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตที่จะได้รับจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในพื้นที่ได้ล่วงหน้าก่อน

การเก็บผลผลิตต่อไป เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการผลิต การตลาด หรือ สถานการณ์การผลิตและรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวง

ในรายงานการวิจัยของ Mamun *et al.* (2015) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศ กับผลผลิตของข้าว โดยใช้ชุดข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2515 - 2553 กล่าวว่าปัจจัยสภาพอากาศของ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนมีผลต่อผลผลิตของข้าว จำนวน 3 พันธุ์ได้แตกต่างกัน โดย อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงลบและปริมาณน้ำฝนมีความแปรปรวนต่อผลผลิตระหว่างร้อยละ 23 - 91 ค่า p-value เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น เกษตรกรสามารถลด ผลกระทบของตัวแปรสภาพภูมิอากาศด้วยการเปลี่ยนแปลงวันปลูก การชุดบ่อ และการสร้างบ่อน้ำ การเลือกพันธุ์ปลูก เป็นต้น นอกจากนี้ การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวที่มีการปรับตัวตามสภาพอากาศ ได้ เช่น พันธุ์ที่ทนต่อการขาดแคลนน้ำได้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศได้

Amin *et al.* (2015) ได้ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อผลผลิตของพืชอาหาร จากชุดข้อมูลระหว่างปี พ. ศ. 2515 - 2553 ด้วยวิธี heteroskedasticity วิธี autocorrelation standard fault (HAC) และวิธี FGLS (general square least) ที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสภาพ ภูมิอากาศและพืช ผลการศึกษาได้รายงานว่า สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลกระทบต่อ ผลผลิตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอุณหภูมิสูงสุดเป็นปัจจัยที่สำคัญ แต่อุณหภูมิต่ำสุดไม่มี ผลกระทบกับข้าวในบางชนิด และปริมาณน้ำฝนมีประโยชน์ต่อการปลูกข้าวหอมมะลิอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับความชื้นแสดงผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลผลิตของข้าวและ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารจึงควร ให้ความสำคัญกับการผลิตและการพัฒนาพืชอาหารหลักด้วย

การศึกษาของ Poudel and Shaw (2016) ได้หาความสัมพันธ์สภาพภูมิอากาศของประเทศ เนปาลที่ผ่านมาในช่วง 30 ปีกับผลผลิตของพืช โดยใช้แบบจำลองจากสมการถดถอยเชิงเส้นพหุ พบว่า จากการวิเคราะห์แนวโน้มแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 0.02 - 0.07 °ซ ต่อปี แม้ว่าไม่มี ผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญของตัวแปรสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตของพืชที่ศึกษา ได้แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของลูกเดือยกับอุณหภูมิสูงสุดมีค่าสหสัมพันธ์ $R = 0.734$ อุณหภูมิต่ำสุด มีค่าสหสัมพันธ์ $R = 0.336$ แต่ไม่มีผลต่อการลดลงของผลผลิตจากค่า $R = 0.069$ ในทำนองเดียวกัน กับข้าวสาลีให้ค่าความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน เท่ากับ 0.402, 0.239 และ 0.033 ตามลำดับ โดยแสดงความสัมพันธ์เชิงลบต่อผลผลิตของข้าวโพด และข้าวสาลีด้วย จากการศึกษาสรุปว่าปัจจัยสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของผลผลิต ของพืชอาหารชนิดต่าง ๆ โดยผลผลิตข้าวบาร์เลย์ในเขตภูเขา กำลังลดลงจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น จึงแนะนำการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตพืชอาหารด้วยการปลูก

ข้าวบาร์เลย์และข้าวฟ่างเป็นอาหารหลักที่สำคัญ ซึ่งให้ผลผลิตตอบสนองตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่สูงที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูงขึ้น การแปรผันของสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อพืชอาหารยังมีข้อบกพร่องจากการตรวจสอบในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งยังมีความหลากหลายของสภาพอากาศที่แตกต่างกันในพื้นที่ศึกษา จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเชิงลึกของพื้นที่และช่วงเวลาการปลูกพืชให้มากขึ้น เพื่อทำความเข้าใจรูปแบบและผลกระทบของสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการเกษตรในพื้นที่ภูเขาสูง

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตด้วยวิธีการฉีดพ่นในการเพิ่มคุณภาพให้กับไม้ผลหลายชนิด มีบทบาทช่วยการการติดผล การร่วงของผล ตลอดจนถึงในระยะการเก็บเกี่ยวผล ตามในรายงานของ Gammal *et al.* (2015) ได้ศึกษาการใช้ GA₃ ที่ระดับความเข้มข้น 20 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ที่ระดับ 25 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรดซิดริกที่ระดับ 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับช่วงเวลาการฉีดพ่นสารที่มีต่อการติดผลของมะม่วงพันธุ์ Keitt พบว่าการฉีดพ่น NAA ที่ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะดอกบานเต็มที่และให้ในช่วงอีก 2 เดือนต่อมา ช่วยส่งเสริมการติดผลและคุณภาพของผลได้ เช่นกันกับในการศึกษาของ Lovatt (2005) ได้ศึกษาการใช้ GA₃ ที่ระดับความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะดอกตูมประมาณเดือนมีนาคมของอาโวคาโดพันธุ์แฮส ช่วยเพิ่มจำนวนผลต่อต้นและขนาดผลใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ ยังพบในรายงานของ Shaya *et al.* (2019) ได้ศึกษาการใช้ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน ที่ระดับความเข้มข้น 2 ระดับต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ฉีดพ่นในระยะดอกบานกับพลับพลึง Triumph และพันธุ์ Shinshu ต่อการร่วงของผลในช่วง 45 วันต่อมา พบว่าการพ่นด้วยจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดการร่วงของผลอ่อนได้ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพลับทั้งสองพันธุ์ได้