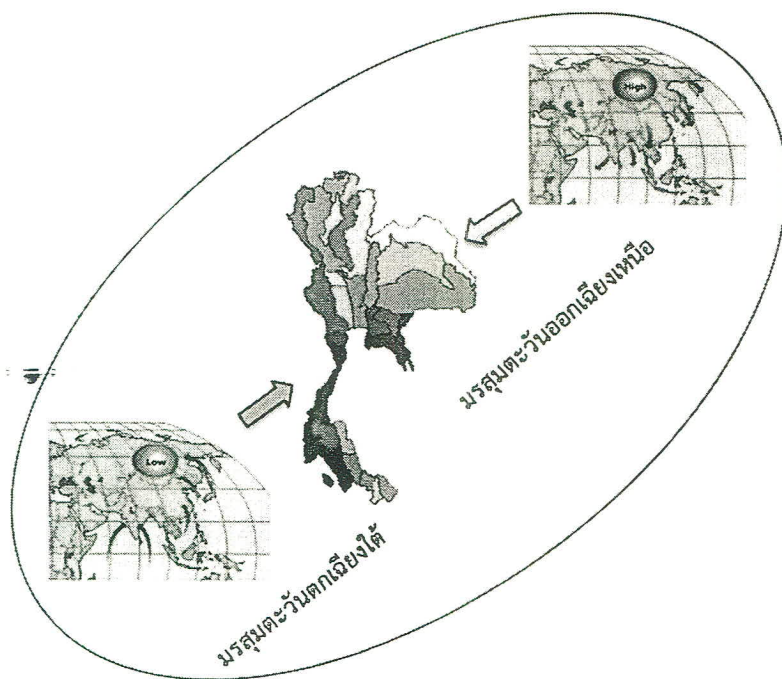


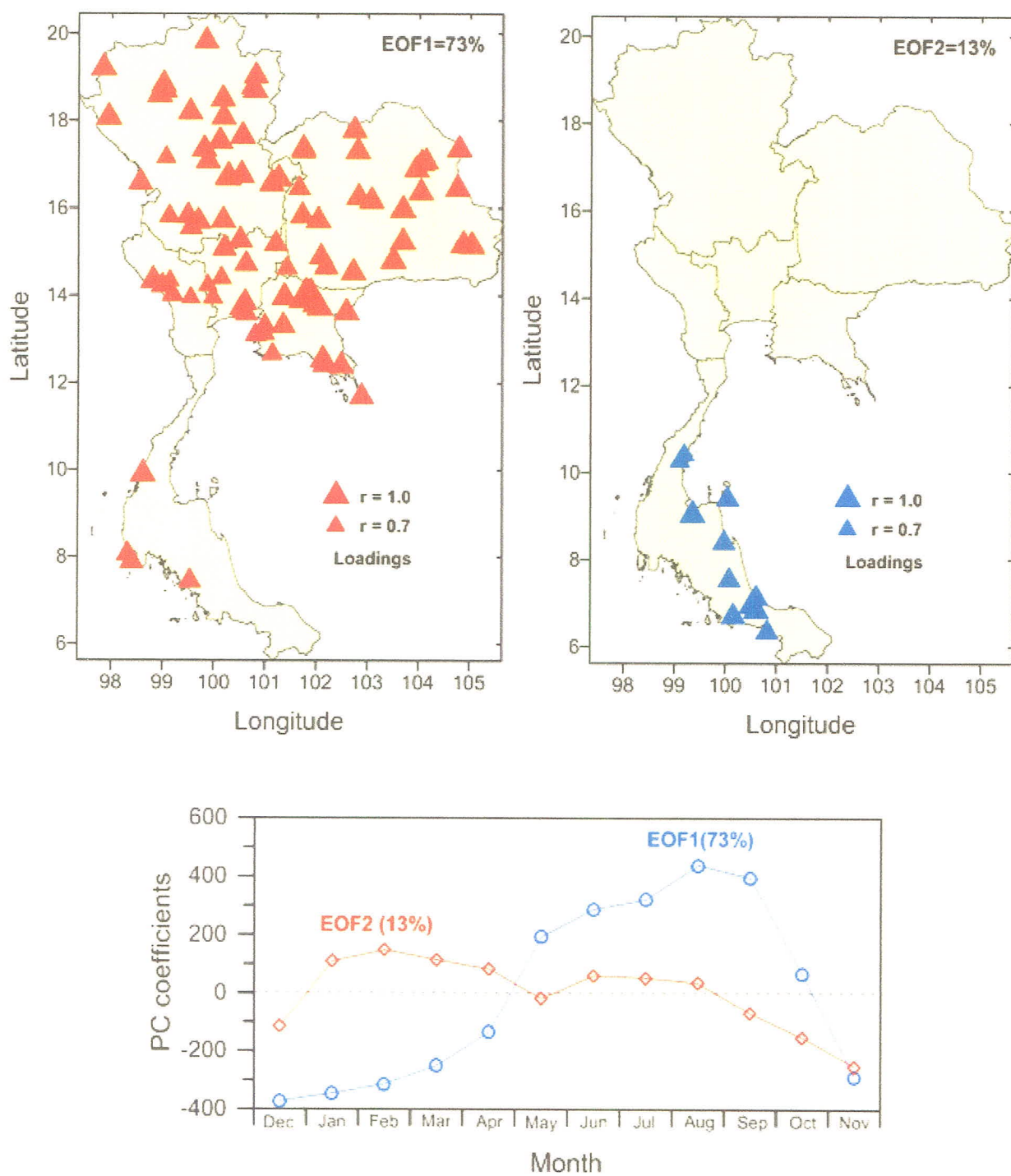
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารงานวิจัย

2.1 รูปแบบและความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ประเทศไทย

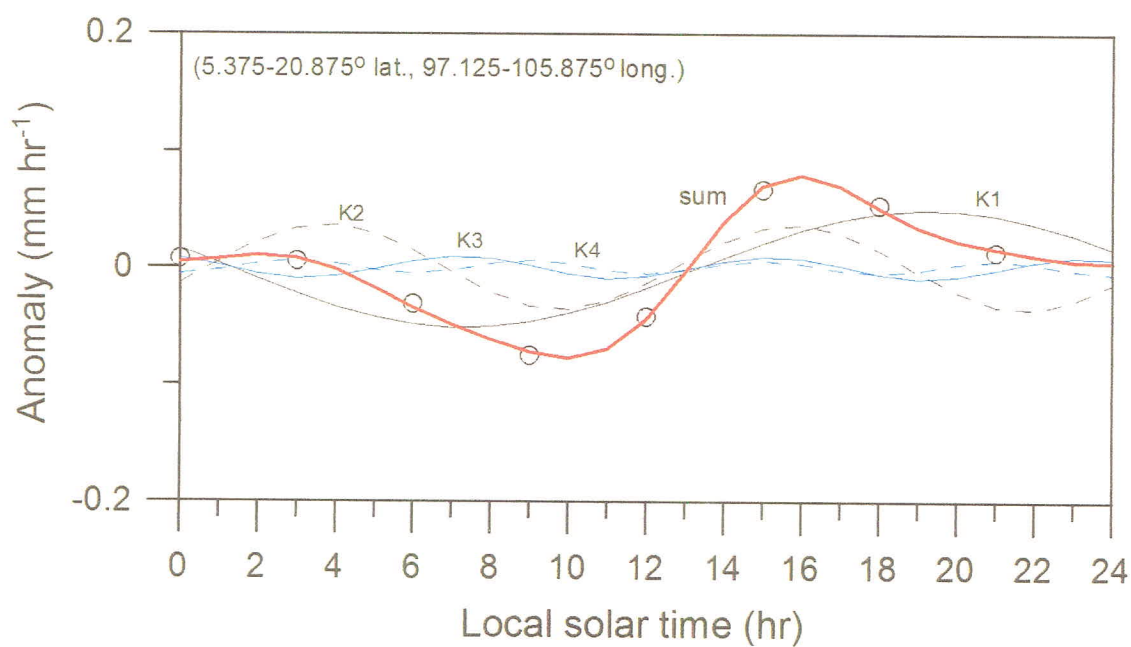
ด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ใจกลางคาบสมุทรอินโดจีน ที่แบ่งน่านน้ำออกเป็นมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้เส้นศูนย์สูตร ส่งผลให้ประเทศไทยมีสภาพลมฟ้าอากาศแบบมรสุมเขตร้อน มีฝนตกชุกตลอดทั้งปีประกอบกับมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง โดยสภาพภูมิประเทศซึ่งมีลักษณะที่หลากหลายตั้งแต่เทือกเขาสูงสลับที่ราบหุบเขาทางตอนเหนือ พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงขนาดใหญ่ทางภาคกลาง ถึงแหลมแคบๆ ทางตอนใต้ เป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้ลมฟ้าอากาศในแต่ละภาคของประเทศไทย ผันแปรในคาบเวลาต่างๆ ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันบางพื้นที่ อาทิเช่น ภาคใต้มีเทือกเขาซึ่งอยู่ตอนกลางของพื้นที่ที่วางตัวทอดยาวขนานกับคาบสมุทร เป็นปัจจัยทางภูมิประเทศที่ส่งผลต่อความแตกต่างของฤดูกาลอย่างชัดเจนระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ทั้งนี้ ความแปรปรวนตามฤดูกาลของลมฟ้าอากาศในประเทศไทย อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อน (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) และลมมรสุมฤดูหนาว (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) (รูปที่ 2.1) ซึ่งเป็นความผันแปรรอบปีที่ระบบลมพัดเปลี่ยนทิศทาง อันเนื่องมาจากความแตกต่างเชิงพลศาสตร์ของฟลักซ์ความชื้น ความร้อนและโมเมนตัมระหว่างพื้นทวีปมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของรังสีดวงอาทิตย์ (Trenberth et al., 2000; Wang et al., 2005; Wang and Ding, 2008)



รูปที่ 2.1 แสดงพื้นที่ประเทศไทยกับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

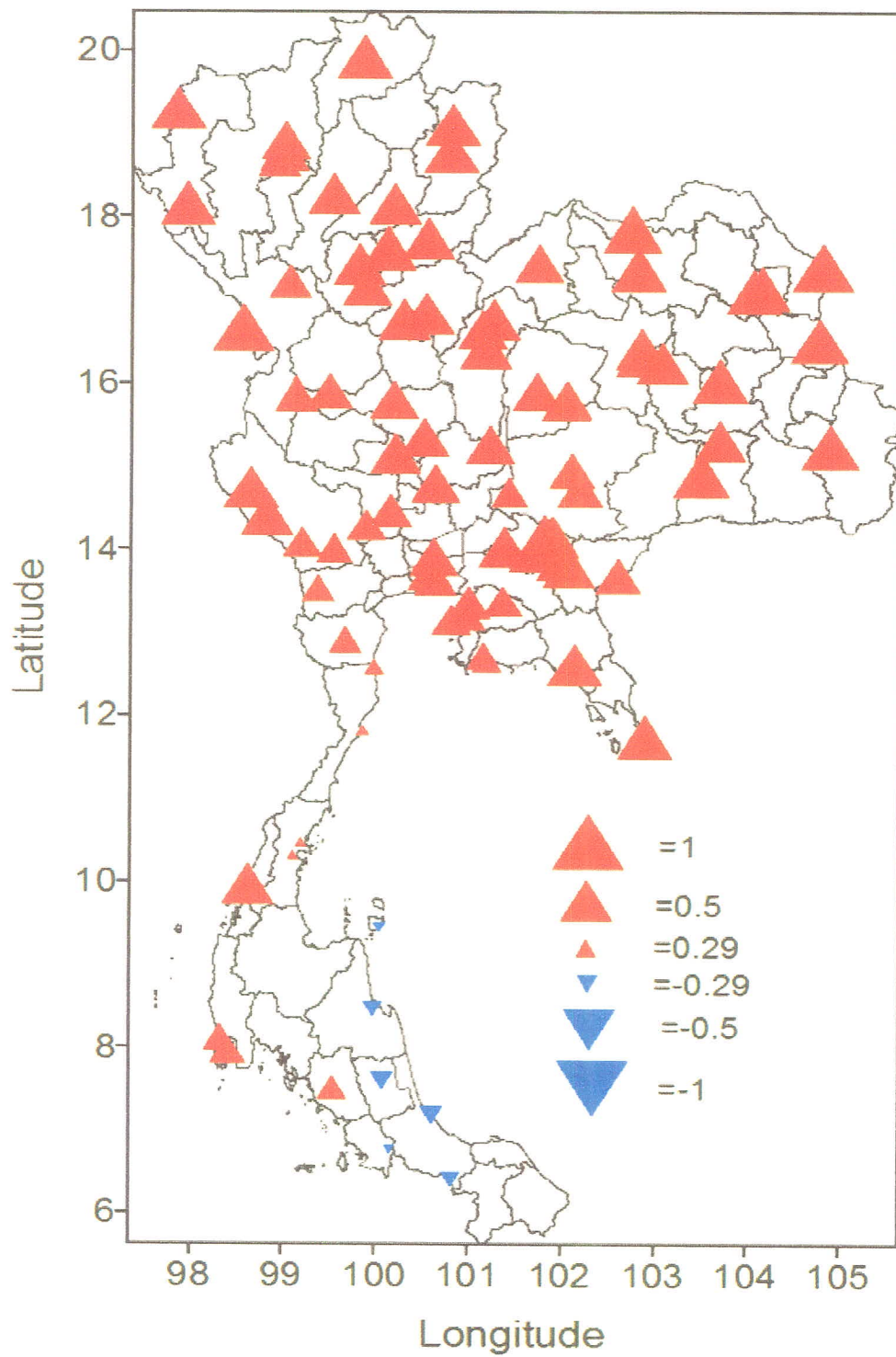


รูปที่ 2.2 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเวลาของปริมาณฝนรอบปีในประเทศไทย ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิคฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function; EOF)

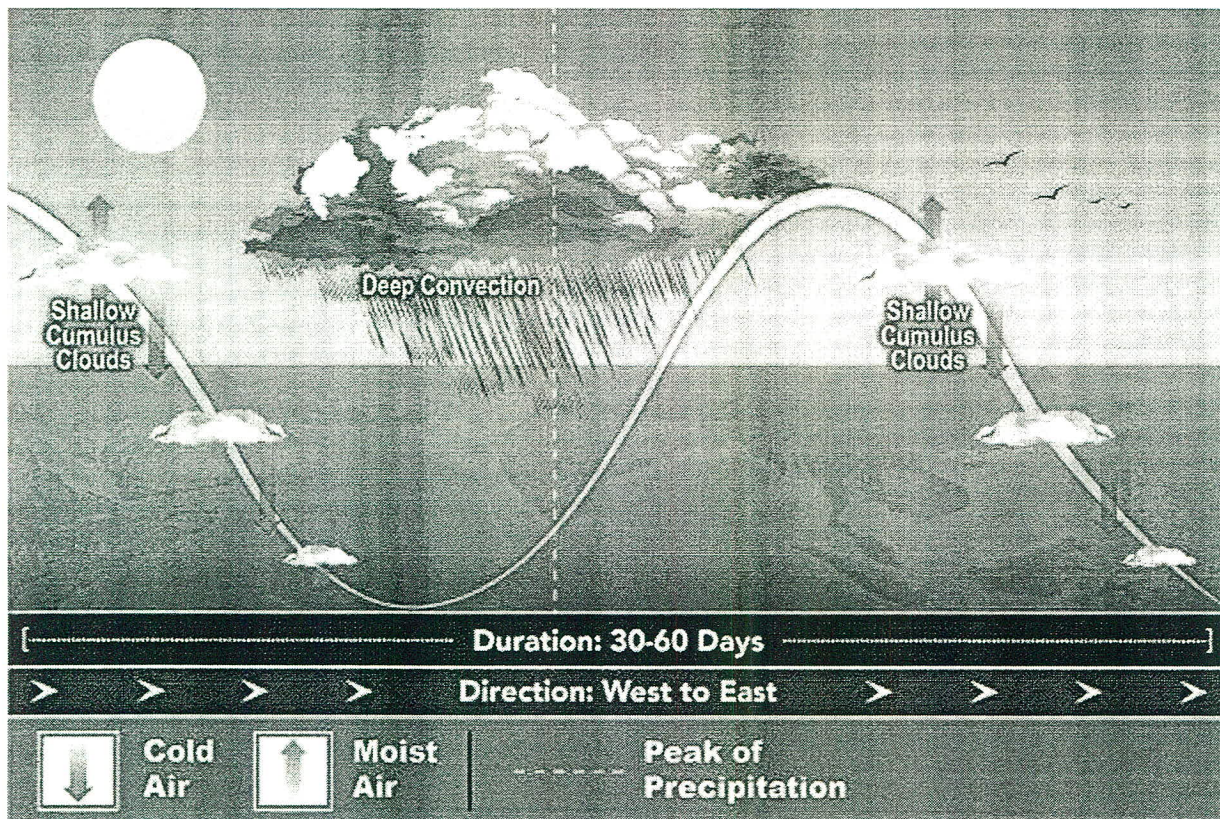


รูปที่ 2.3 แสดงวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยจากทุกกริดในบริเวณพื้นที่ประเทศไทย (5.375°-20.875° latitude, 97.125°-105.875° longitude) (วงกลมสีดำ) และวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยที่ประมาณด้วยฟังก์ชันฮาร์มอนิก ลำดับที่ 1 (เส้นสีดำ) ลำดับที่ 2 (เส้นประสีดำ) ลำดับที่ 3 (เส้นสีน้ำเงิน) ลำดับที่ 4 (เส้นประสีน้ำเงิน) และผลรวมของลำดับที่ 1 ถึง 4 (สีแดง)

ที่มาของข้อมูล: อุษา ฮัมฟรี และคณะ (2555)



รูปที่ 2.4 ดัชนี Monsoon Precipitation Index (MPI) ในประเทศไทย โดย MPI คำนวณจาก Annual Range Precipitation (MJJAS –NDJFM)/Annual Mean Precipitation



รูปที่ 2.5 ปรากฏการณ์ Madden Julian Oscillation (MJO) ซึ่งแสดงการเคลื่อนตัวของกลุ่มเมฆอย่างเป็นระบบเหนือเส้นศูนย์สูตรจากมหาสมุทรอินเดียสู่มหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกในคาบเวลา 30-60 วัน
ที่มาของข้อมูล: Geografika Nusantara (<http://keith-travelsinindonesia.blogspot.com/2012/03/april-showers-bring-may-flowers-but.html>)

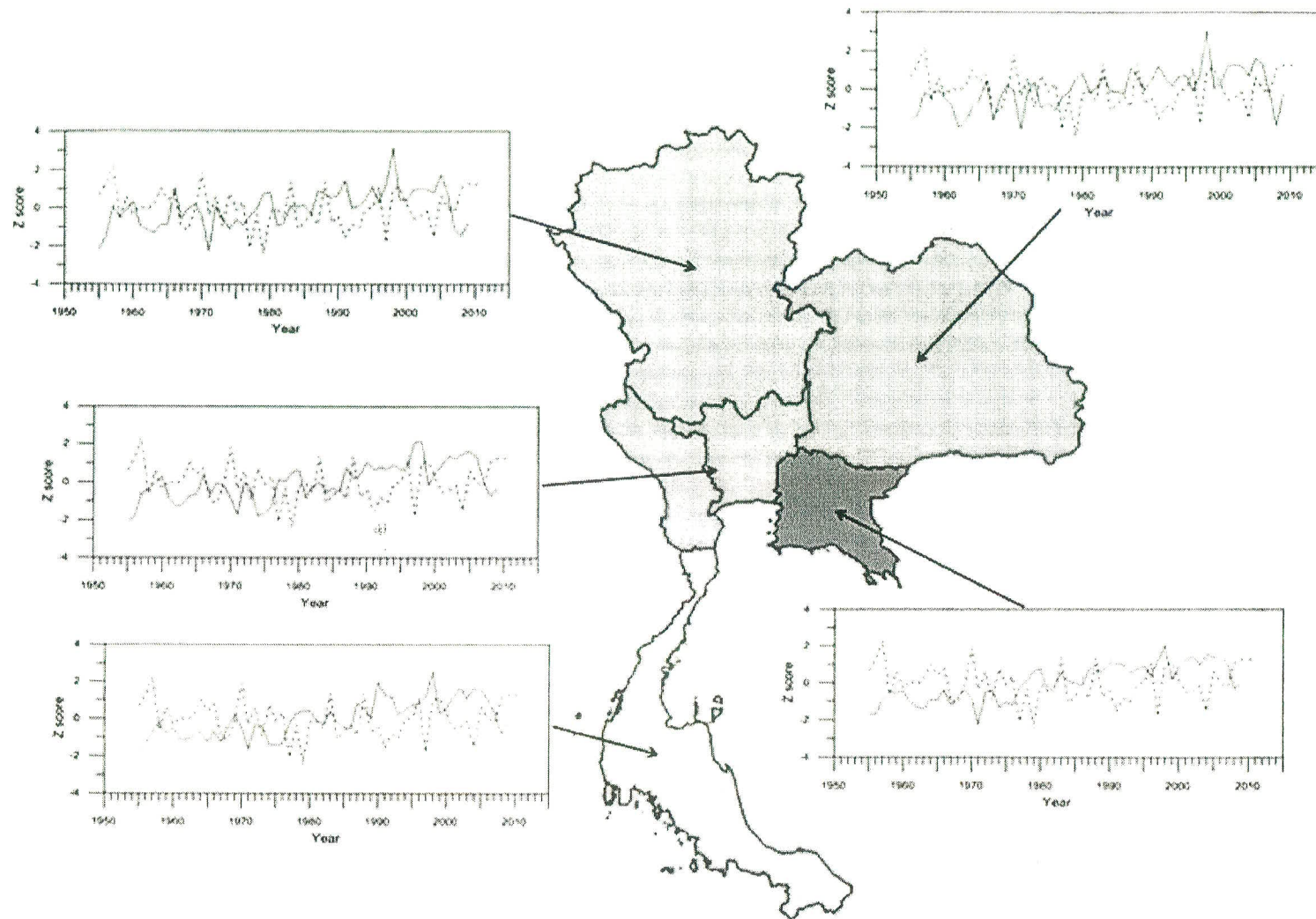
นอกจากระบบลมมรสุมและปรากฏการณ์ MJO แล้ว ความผันแปรของระบบภูมิอากาศในระดับภูมิภาคและระดับโลก เช่น ปรากฏการณ์เอนโซ่และปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนโดโลซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติแบบคว่ำระหว่างการไหลเวียนของมวลกระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดียบริเวณเส้นศูนย์สูตรและการไหลเวียนของชั้นบรรยากาศผิวพื้น (Saji et al., 1999; Diaz et al., 2001; Juneng and Tangang, 2005) ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนระหว่างปีและระยะยาวของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย (รูปที่ 2.6) ผลการศึกษาของ Singhrattana et al. (2005), Limsakul et al. (2007) และ Limsakul and Goes (2008) พบว่า ความแปรปรวนระหว่างปีของอุณหภูมิและฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอนโซ่ โดยสรุป พบว่าอุณหภูมิ มีแนวโน้มสูงกว่าปกติแต่ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติ ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ในขณะที่ อุณหภูมิ มีแนวโน้มต่ำกว่าปกติแต่ปริมาณฝนสูงกว่าปกติ ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña รัชณัฐ ภัทรสถาพรกุล (2552) พบว่า ปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนโดโล อาจมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำฝนรวมรายปีของประเทศไทย แต่ทว่าอิทธิพลของปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนโดโล มีความแปรผันตามสถานการณ์ของปรากฏการณ์เอนโซ่ กล่าวคือ ปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนโดโล ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง

2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ประเทศไทย

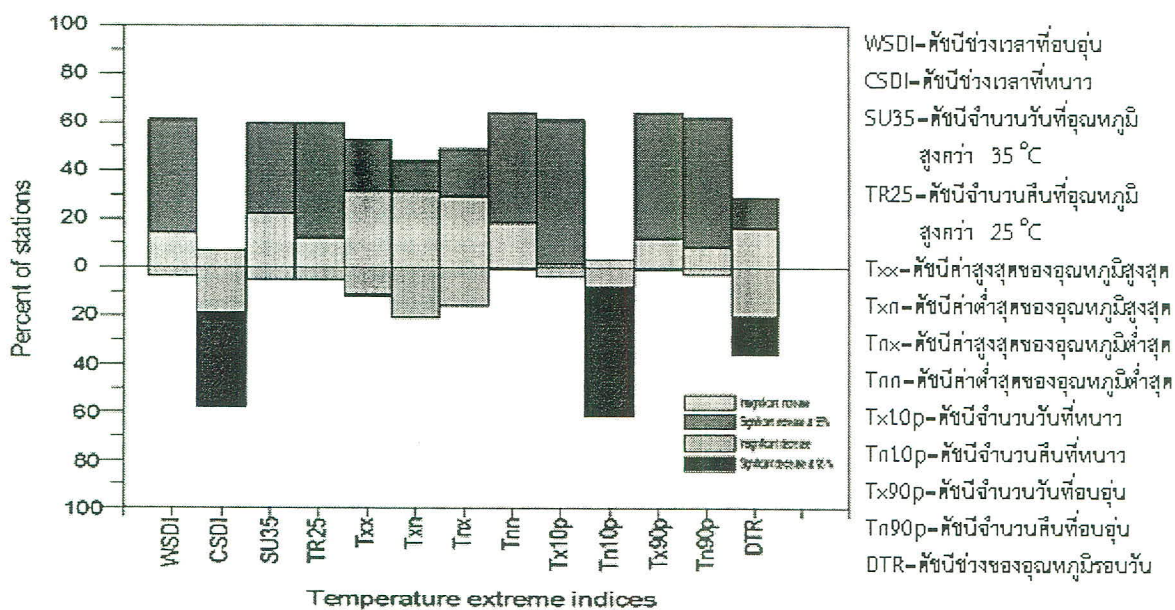
อุณหภูมิในภาพรวมของประเทศไทย มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% ($p < 0.01$) ในรอบ 55 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ. 1955-2009) อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดรายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.86, 0.95 และ 1.45°C ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อทศวรรษ มีค่าเท่ากับ 0.16, 0.17 และ 0.26°C ตามลำดับ (อัศมน ลิมสกุล และแสงจันทร์ ลิมจิรกาล, 2554) ทั้งนี้ อุณหภูมิต่ำสุดรายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ส่วนหนึ่งมาจากการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Limjirakan and Limsakul, 2012a) ค่าเฉลี่ยรายปีของเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิปรากฏ (Apparent temperature) ในประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เช่นกันในอัตรา 2.2% และ 0.71°C ในรอบ 42 ปี (1965-2006) ตามลำดับ (อัศมน ลิมสกุล และแสงจันทร์ ลิมจิรกาล, 2554) ในขณะที่อัตราการระเหยของน้ำที่ตรวจวัดด้วยภาควัดการระเหยในประเทศไทย ในช่วงปี ค.ศ. 1970-2009 กลับลดลงในอัตรา 7.7 mm per annual per annum (Limjirakan and Limsakul, 2012b) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณฝนสะสมรายปีของประเทศไทยในรอบ 57 ปีที่ผ่านมา (1955-2011) ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่ชัดเจน ซึ่งความแปรปรวนระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับความผันแปรของระบบลมมรสุมเอเชียและปรากฏการณ์เอนโซ เป็นรูปแบบที่โดดเด่นของการเปลี่ยนแปลงของฝนในประเทศไทย (Limsakul, 2013) รูปที่ 2.7 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณฝนสะสมรายปีรายภาค ซึ่งทำการสังเคราะห์เพิ่มเติมจากผลการศึกษาของอัศมน ลิมสกุล และแสงจันทร์ ลิมจิรกาล (2554) และ Limsakul (2013) เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์สภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิและฝนในประเทศไทยของ Limjirakan and Limsakul (2012a) และ Limsakul (2013) ด้วยดัชนีหลักที่พัฒนาและเสนอแนะโดยผู้เชี่ยวชาญภายใต้โครงการ Joint World Meteorological Organization (WMO) Commission for Climatology (CCI)/World Climate Research Program (WCRP) Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Project's Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (WMO-CCI/WCRP/CLIVAR/ETCCDMI) ซึ่งแสดงลักษณะต่างๆ ของสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศในแง่ความถี่ ความรุนแรงและระยะเวลาของเหตุการณ์นั้นๆ (Perterson, 2005) พบว่า ดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทยหลายดัชนี มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ในรอบ 40 ปีที่ผ่านมา (1970-2009) โดยรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะคล้ายคลึงกันเกือบทุกภูมิภาค ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการร้อนขึ้นของประเทศไทย (Limjirakan and Limsakul, 2012a) ทั้งนี้ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย ประกอบด้วย ดัชนีช่วงระยะเวลาที่อบอุ่น ดัชนีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C ดัชนีจำนวนคืนที่อุณหภูมิสูงกว่า 25°C ดัชนีค่าสูงสุดรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวัน ดัชนีค่าต่ำสุดรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวัน ดัชนีจำนวนวันและคืนที่อบอุ่น ในขณะที่ แนวโน้มการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย ปรากฏในดัชนีจำนวนวันและคืนที่หนาวและดัชนีช่วงระยะเวลาที่หนาว (รูปที่ 2.8) ทั้งนี้ แนวโน้มของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในลักษณะที่สอดคล้อง และมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันในบริเวณกว้างทั้งประเทศนี้ แสดงถึงการขยับตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย (mean state) และเหตุการณ์ความรุนแรงที่อยู่บริเวณปลายด้านบนของการแจกแจงของอุณหภูมิ (รูปที่ 2.9)

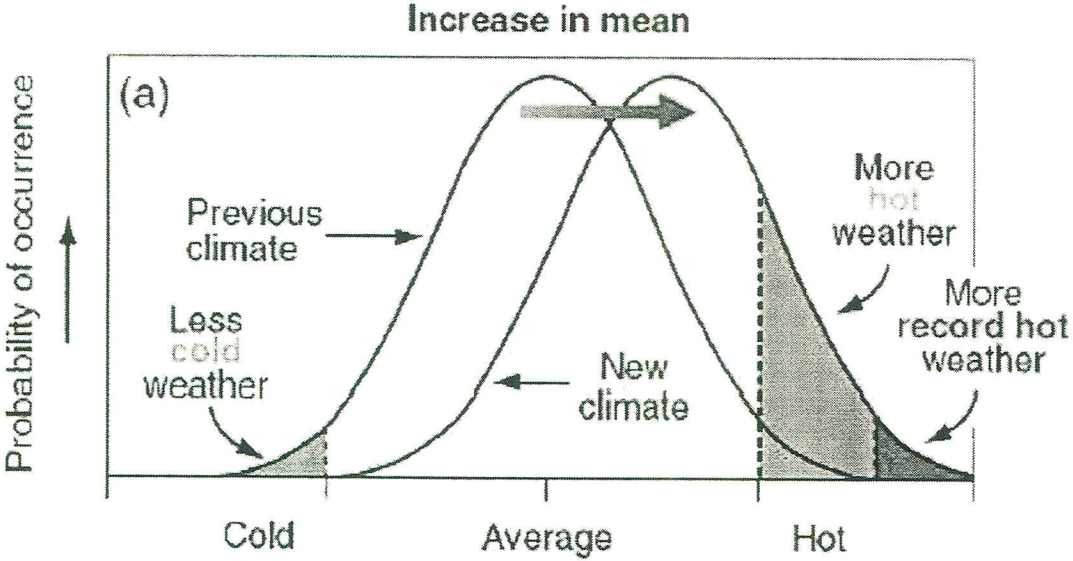
สภาวะความรุนแรงของฝนในประเทศไทย มีรูปแบบและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อน ซึ่งดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งสองทิศทาง กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นและการลดลงในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากผลการศึกษาของ Limsakul (2013) ที่วิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวันในประเทศไทยในรอบ 57 ปีที่ผ่านมา (1955-2011) พบว่า แนวโน้มของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนในประเทศไทยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงและสอดคล้องกันในเชิงพื้นที่น้อยกว่าดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษา สามารถบ่งชี้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสภาวะความรุนแรงของฝนบางประการที่น่าสนใจและมีนัยสำคัญต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและภัยพิบัติ ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในภาพรวมของประเทศไทย ประกอบด้วย จำนวนวันฝนตกและระยะเวลาที่ฝนต่ออย่างเนื่องมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ ความแรงของฝนและปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนักกลับเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเกิดขึ้นในภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ การเปลี่ยนแปลงของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนดังกล่าว บ่งชี้ถึงความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยลดน้อยลง แต่ความแรงของฝนและเหตุการณ์ฝนตกหนักกลับเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงการขยับตัวไปทางด้านขวาของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PFD) ของฝน ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ความรุนแรงที่อยู่บริเวณปลายด้านบน (รูปที่ 2.10) นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Limsakul (2013) ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Limjirakan et al. (2010) ซึ่งพบว่า กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำเจ้าพระยา กำลังประสบกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนรวมรายปีอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของฝนที่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนรวมรายปี คือ การเพิ่มขึ้นของความถี่และความแรงของเหตุการณ์ฝนตกหนัก นอกจากนี้ ความแรงของฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 5-6 ทศวรรษที่ผ่านมา



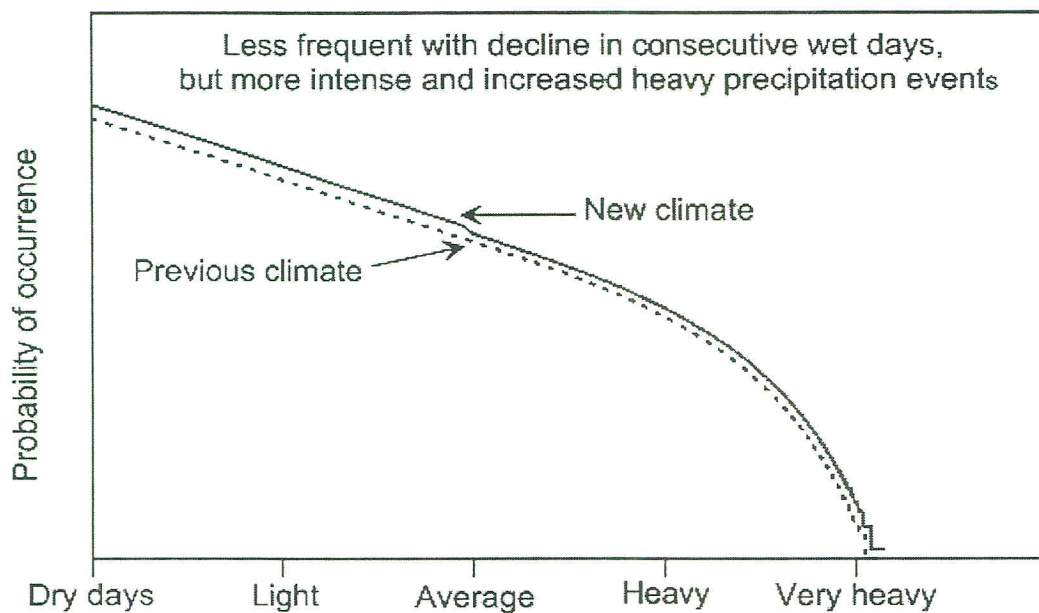
รูปที่ 2.7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ย (เส้นสีแดง) และปริมาณฝนสะสมรายปีเฉลี่ย (เส้นประสีน้ำเงิน) รายภาคซึ่งนำเสนอในรูปของค่า Z scores ที่อนุกรมข้อมูล normalize ด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 2.8 เปอร์เซนต์ของจำนวนสถานีที่แสดงสัดส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย ในช่วง ปี ค.ศ. 1970-2006
ที่มาของข้อมูล: อัสมน ลิ้มสกุล และแสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล, 2554



รูปที่ 2.9 ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PDF) ของอุณหภูมิในประเทศไทยที่ค่าเฉลี่ยในช่วงปัจจุบันขยับตัวไปทางด้านขวาของการแจกแจง ซึ่งส่งผลการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ความรุนแรงที่อยู่บริเวณปลายด้านบน



รูปที่ 2.10 เปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PDF) ของฝนในอดีตและปัจจุบันของประเทศไทย ซึ่ง PDF ของฝนขยับตัวไปทางด้านขวาของการแจกแจง ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ฝนตกหนักและความแรงของฝน

2.3 ภัยพิบัติทางภูมิอากาศและผลกระทบในประเทศไทย

ประเทศไทย นับเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ที่มีความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงลมฟ้าอากาศ เนื่องจากการดำรงชีวิตของประชาชนส่วนใหญ่และการพัฒนาประเทศในภาพรวม ยังมีความจำเป็นต้องพึ่งพาฐานทรัพยากรและผลผลิต ที่มีความเปราะบางสูงต่อลมฟ้าอากาศ เช่น ทรัพยากรน้ำ ผลผลิตทางการเกษตร ตลอดจนทรัพยากรชายฝั่ง อีกทั้งเมืองขนาดใหญ่ซึ่งเป็นศูนย์กลางการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและการค้าและประชากรที่ตั้งถิ่นฐานอย่างหนาแน่น อยู่บริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำและชายฝั่ง (IGES, 2006; World Bank, 2008; Yusuf and Francisco, 2009) ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มีอยู่หลายรูปแบบซึ่งภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่สำคัญและสามารถสร้างความเสียหายได้เป็นอย่างมาก ได้แก่ ภัยแล้ง วาตภัย และอุทกภัยซึ่งเกิดจากพายุหมุนเขตร้อนและพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรง

2.3.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มครั้งสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมทรัพยากรธรณี สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและอวกาศ และข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ พบว่า เหตุการณ์วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มครั้งสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553 ทั้งสิ้น 16 เหตุการณ์ ดังสรุปในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553

เหตุการณ์	พ.ศ.	ความเสียหายและผลกระทบ
1. ภัยพิบัติกะทูน	2531	อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตประมาณ 230 คน บ้านเรือนเสียหาย 1,500 หลัง พื้นที่การเกษตรเสียหาย 6,150 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาท
2. พายุไต้ฝุ่นเกย์	2532	อ.เมืองประจวบคีรีขันธ์ บางสะพานน้อย และบางสะพานและอ.ท่าชะปะทิว จังหวัดชุมพร มีผู้เสียชีวิต 446 คน บาดเจ็บ 154 คน บ้านเรือนเสียหายกว่า 38,000 หลัง มูลค่าความเสียหายกว่า 11,000 ล้านบาท
3. พายุดีเปรสชันอีรา	2533	จ.อุบลราชธานี ถนนเสียหาย 3,891 สาย สะพาน 332 แห่ง เหมือง ฝาย 242 แห่ง โรงเรียน 43 แห่ง พื้นที่เกษตรกรรม 4,133,281 ไร่ มูลค่าความเสียหาย 6,011,353,756 บาท
4. พายุไต้ฝุ่นเฟรด	2534	น้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก
5. พายุเขตร้อนฟอร์เรสต์	2535	จ.พังงา นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี สร้างความเสียหายให้แก่บ้านเรือนและไร่นาประเมินค่าความเสียหายมากกว่า 3,000 ล้านบาท

ตารางที่ 2.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553 (ต่อ)

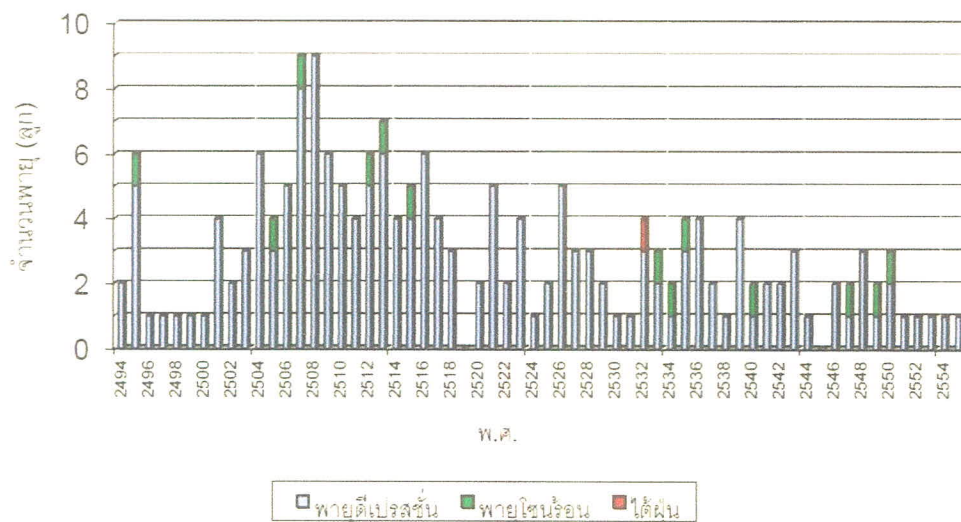
เหตุการณ์	พ.ศ.	ความเสียหายและผลกระทบ
6. น้ำท่วม	2538	ที่ราบลุ่ม 2 ฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมมากที่สุดได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมด้านฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง
7. พายุไต้ฝุ่นลินดา	2540	จ.ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสงคราม ราชบุรี และกาญจนบุรีประชาชนได้รับผลกระทบ 461,263 คน บ้านเรือนเสียหาย 9,248 หลัง มูลค่าความเสียหาย 213,054,675 บาท
8. อุทกภัยหาดใหญ่	2543	จ.สงขลา น้ำท่วมสูงในบริเวณตัวเมืองขึ้นใน ความเสียหายเป็นมูลค่ากว่า 10,000 ล้านบาท จำนวนผู้เสียชีวิตตามประกาศจากทางราชการ 35 คน โดยจำนวนผู้เสียชีวิตจริง ข้อมูลอย่างไม่เป็นทางการ สูงถึง 233 คน ไม่รวมชาวต่างประเทศ
9. น้ำท่วม ดินโคลนถล่ม	2544	บ้านน้ำก้อ เพชรบูรณ์น้ำท่วม ดินโคลนและต้นไม้ซัดบ้านเรือนพังทลายเหตุการณ์ครั้งนี้ได้ทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 147 คน
10. ดินโคลนถล่มแม่ระมาด	2547	จ.ตาก ผู้คนสูญหายไปกับสายน้ำและจมน้ำทะเลโคลนจำนวนมากบ้านถูกพัดหายไปทั้งหลังนับร้อยผู้เสียชีวิต 4 รายชาวบ้าน 6,019 คน จาก 2,113 ครอบครัวได้รับความเดือดร้อน
11. น้ำท่วม	2548	- อ.เมืองเชียงใหม่ ปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำปิงจำนวนมากจนเกินความสามารถในการรองรับน้ำของลำน้ำได้ ในช่วงที่น้ำไหลในแม่น้ำผ่านตัวเมืองเชียงใหม่ได้เกิดการเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมในพื้นที่ลุ่มในเขตเมืองทำความเสียหายอย่างมาก - จ.สงขลา นครศรีธรรมราช ปัตตานี นราธิวาส พัทลุง ตรัง ยะลา และสตูลประชาชนเดือดร้อน 1.6 ล้านคน มีผู้เสียชีวิต 25 ราย
12. อุทกภัยและโคลนถล่มภาคเหนือตอนล่าง	2549	มีผู้เสียชีวิตถึง 75 คน จากจำนวนผู้เสียชีวิตและสูญหายทั้งหมด 116 ราย
13. พายุไต้ฝุ่นเลกมา พายุไซโคลน AKASH พายุโซนร้อน FRANCISCO	2550	น้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากในบางพื้นที่ของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือพื้นที่ประสบภัย 5,848,328 ไร่ใน 49 จังหวัด มีผู้เสียชีวิต 17 คน บ้านเรือนเสียหาย 3,265 หลัง มูลค่าความเสียหายประมาณ 1พันล้านบาท
14. พายุไซโคลนนาร์กีส พายุโซนร้อนเมขลา พายุโซนร้อนนูล	2551	จ.เชียงราย นครราชสีมา ตาก และระนอง น้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมบ้านเรือนและพื้นที่การเกษตร

ตารางที่ 2.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553 (ต่อ)

เหตุการณ์	พ.ศ.	ความเสียหายและผลกระทบ
15. พายุภีสนา	2552	มีฝนตกหนักถึงหนักมากบางพื้นที่โดยเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง โดยมีน้ำท่วมบริเวณจังหวัดอุบลราชธานีและศรีสะเกษ
16. อุทกภัย	2553	ฝนตกหนักในหลายพื้นที่ ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน หลายพื้นที่เกิดน้ำท่วมเฉียบพลัน น้ำป่าไหลหลากจังหวัดประสบภัยทั้งสิ้น 74 จังหวัดราษฎรเดือดร้อน 13,485,963 คน พื้นที่เกษตรเสียหาย 10,909,561 ไร่ผู้เสียชีวิตจากเหตุอุทกภัยแล้วทั้งหมด 266 ราย

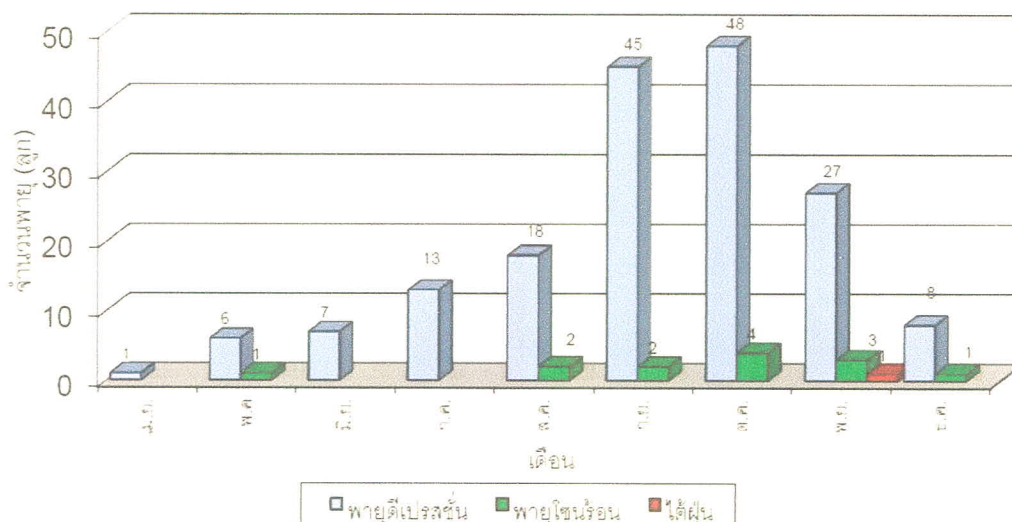
นอกจากนี้ กรมอุตุนิยมวิทยา (2556) ได้จัดทำข้อมูลสถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย รายเดือน ในระหว่างปี พ.ศ. 2494-2555 โดยพบว่า ในรอบ 62 ปี ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนทั้งสิ้น 187 ลูก โดยเฉพาะในเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีความถี่สูงสุดที่ได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนทั้งสิ้น 52 ลูก หรือคิดเป็นร้อยละ 27.8 รองลงมาคือ เดือนกันยายน 47 ลูก คิดเป็นร้อยละ 25.1 และเดือนพฤศจิกายน 31 ลูก คิดเป็นร้อยละ 16.6 ทั้งนี้ในเดือนมกราคม-มีนาคม ไม่พบพายุหมุนเขตร้อนเข้าสู่ประเทศไทย (รูปที่ 2.11 และ 2.12)

สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2555)



รูปที่ 2.11 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2494-2555
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2556)

สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2555)



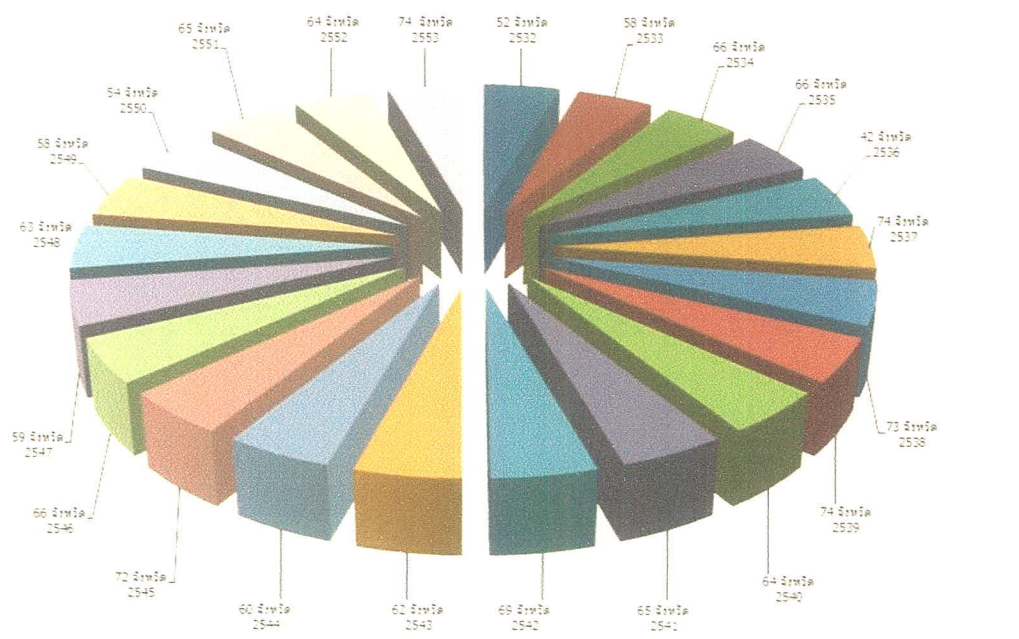
รูปที่ 2.12 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2494-2555 (รายเดือน)
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2556)

2.3.2 สถิติภัยพิบัติ (อุทกภัย/ภัยแล้ง) ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ. 2532-2553

ทศวรรษที่ผ่านมาเป็นช่วงเวลาภัยพิบัติเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก สร้างความเสียหายทั้งต่อชีวิตทรัพย์สิน ระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมคิดเป็นมูลค่ามหาศาล สำหรับประเทศกำลังพัฒนาศักยภาพพิบัติเป็นอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาที่จะทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมมนุษย์ดีขึ้น ในอนาคตแนวโน้มการเกิดภัยพิบัติและผลกระทบต่างๆ จะทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ การขยายตัวของประชากรและการเติบโตของเมืองในช่วงที่ผ่านมา เป็นการขยายพื้นที่การตั้งถิ่นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจเข้าไปในเขตพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติมากขึ้น ทำให้แนวโน้มความสูญเสียและการรับมือกับภัยพิบัติมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น สำหรับประเทศไทย มีประสบการณ์ในการเผชิญภัยธรรมชาติตามฤดูกาลบ่อยครั้ง แต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัดและอยู่ในภาวะที่สามารถจัดการได้ นอกจากนี้ ชุมชนในพื้นที่ยังได้เรียนรู้และสั่งสมภูมิปัญญาเพื่อปรับวิถีชีวิตให้สามารถอยู่ร่วมกับความแปรปรวนของธรรมชาติตามฤดูกาลได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยต้องประสบกับภัยพิบัติที่รุนแรงบ่อยครั้งมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศมากขึ้นโดยลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

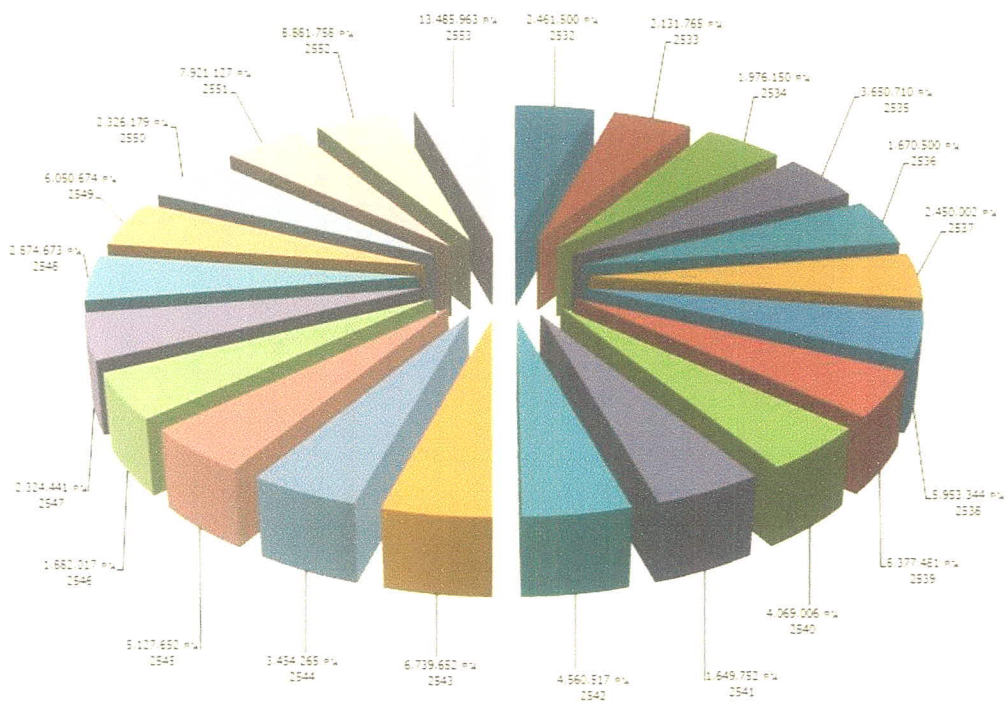
(1) อุทกภัย ในประเทศไทย พ.ศ. 2532-2553

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) พบว่า เกิดเหตุการณ์อุทกภัยทั้งสิ้น 220 ครั้ง ในรอบ 22 ปี มีพื้นที่ประสบภัยโดยเฉลี่ย 64 จังหวัด ในแต่ละปีมีจังหวัดได้รับผลกระทบจากอุทกภัยไม่ต่ำกว่า 42 จังหวัด (รูปที่ 2.13) 361 อำเภอ 1,331 ตำบล 5,281 หมู่บ้านต่อปี

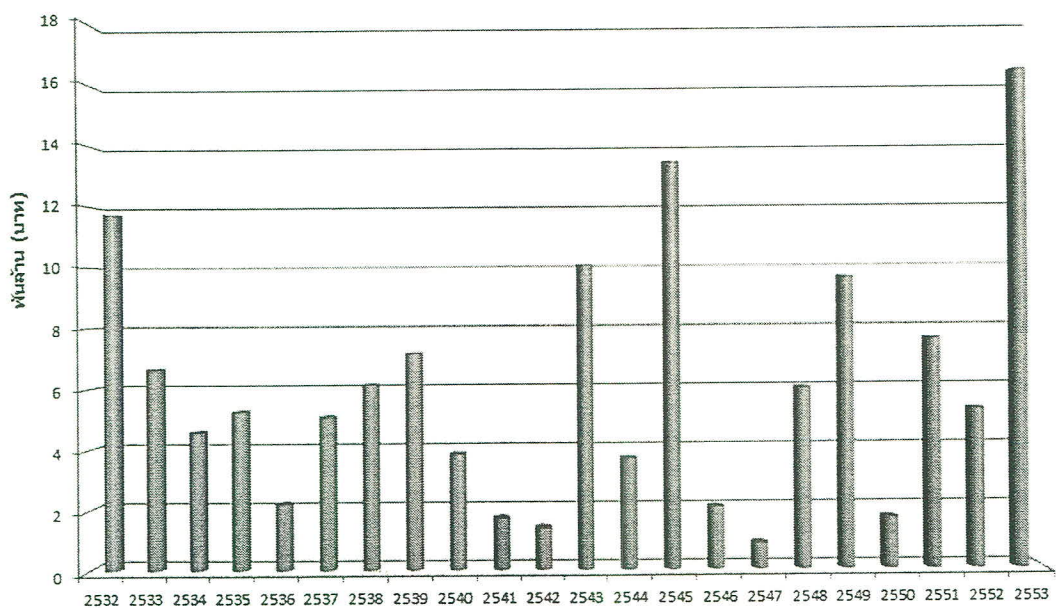


รูปที่ 2.13 จำนวนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

รูปที่ 2.14 แสดงจำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัยในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532–2553 มีประมาณ 98.3 ล้านคน โดยในปี 2553 มีราษฎรผู้ประสบอุทกภัยสูงสุดจำนวน 13.4 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 13.7 ของจำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัย ในขณะที่ปี 2541 มีราษฎรผู้ประสบอุทกภัยน้อยที่สุดจำนวน 1.6 ล้านคน และเมื่อพิจารณาในแง่ของมูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยมีมูลค่าสูงถึง 132,107 ล้านบาท ในแต่ละปี มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยไม่ต่ำกว่า 850 ล้านบาท โดยมูลค่าเสียหายของสถานการณ์อุทกภัยใน ปี 2532, 2543, 2545 และ 2553 คิดเป็น 39% ของมูลค่าความเสียหายทั้งหมด และมูลค่าเสียหายของสถานการณ์อุทกภัยหลัง ปี ค.ศ. 2000 (2543) มีสัดส่วนถึง 58% ของมูลค่าความเสียหายทั้งหมด (รูปที่ 2.15)



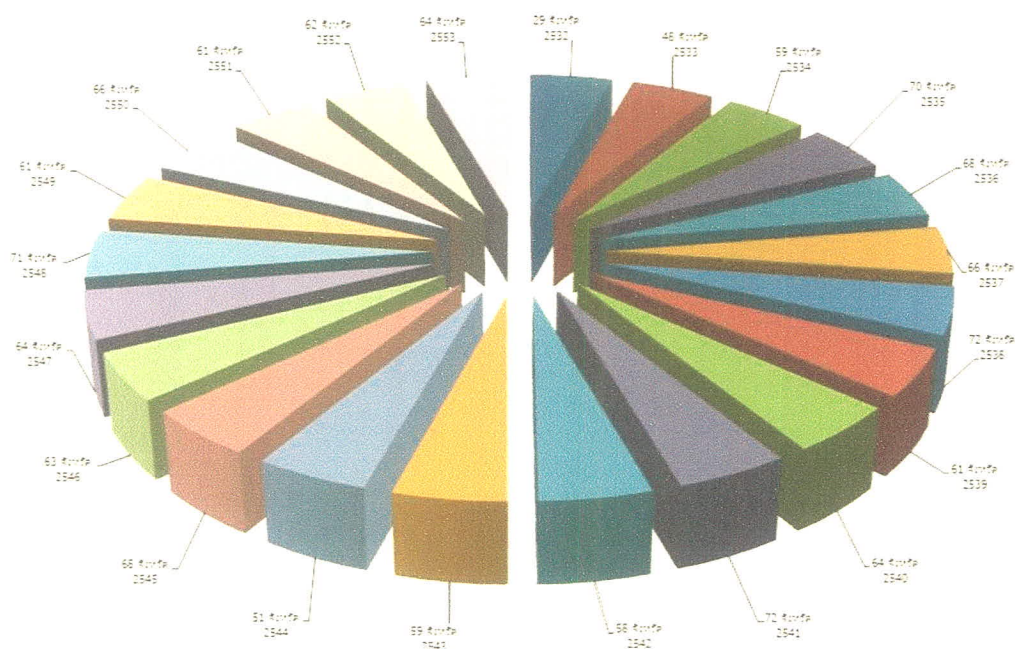
รูปที่ 2.14 จำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัยในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532–2553



รูปที่ 2.15 มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

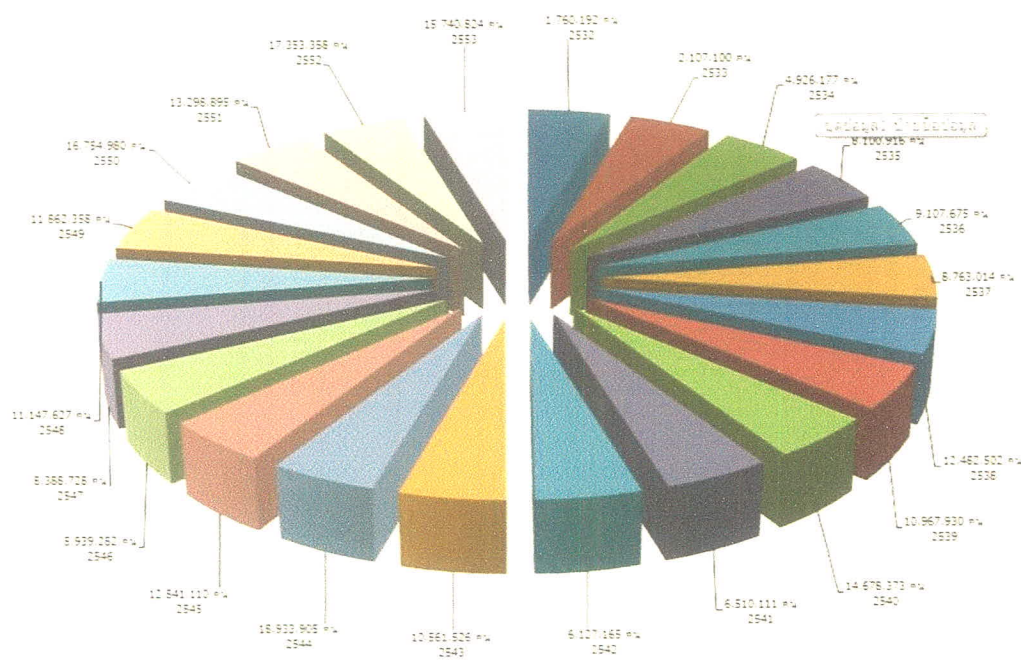
(2) ภัยแล้ง ในประเทศไทย พ.ศ. 2532-2553

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) พบว่า ในแต่ละปีมี จังหวัดได้รับผลกระทบจากอุทกภัยไม่ต่ำกว่า 29 จังหวัด ซึ่งในปี 2538 มีจำนวนจังหวัดได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง สูงสุดจำนวน 72 จังหวัด รองลงมาคือ ปี 2548 และ 2535 ที่จำนวน 71 และ 70 จังหวัดตามลำดับ เมื่อมองใน ระดับอำเภอ พบว่า ในรอบ 22 ปี มีจำนวนอำเภอได้รับผลกระทบสูงสุด 772 อำเภอ และมีไม่ต่ำกว่า 1,490 ตำบล 6,628 หมู่บ้าน ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง (รูปที่ 2.16)

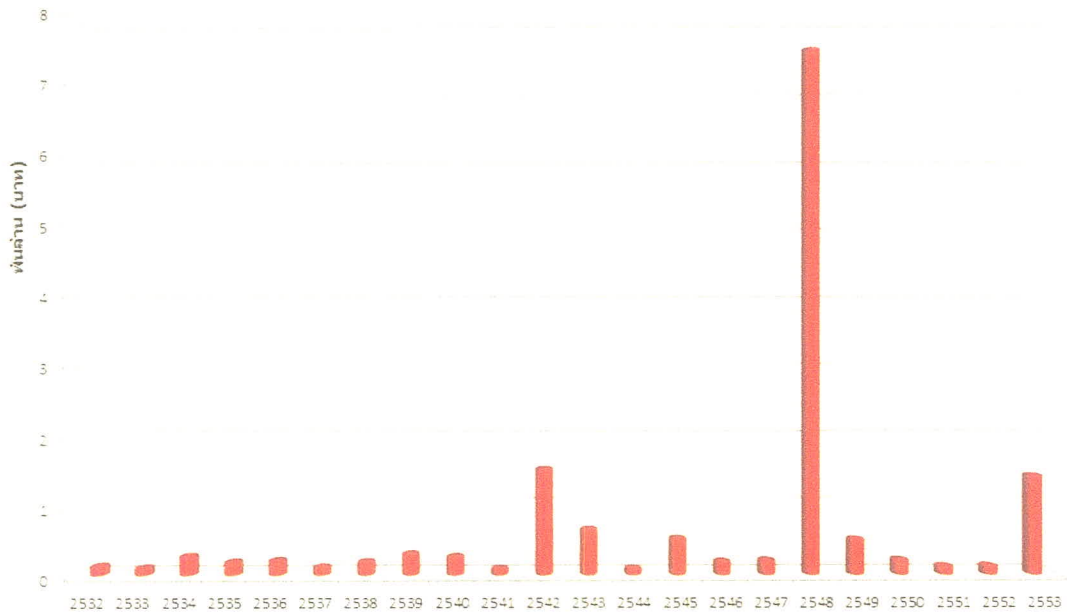


รูปที่ 2.16 จำนวนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

รูปที่ 2.17 แสดงจำนวนราษฎรผู้ประสบภัยแล้งในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532–2553 มีประมาณ 228 ล้านคน โดยในปี 2544 มีราษฎรผู้ประสบภัยแล้งสูงสุดจำนวน 18.9 ล้านคน ในขณะที่ปี 2532 มีราษฎรผู้ประสบภัยแล้งน้อยที่สุดจำนวน 1.7 ล้านคน และเมื่อพิจารณาในแง่ของมูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งมีมูลค่าสูงถึง 14,729 ล้านบาท ในแต่ละปีมูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งไม่ต่ำกว่า 69 ล้านบาท โดยมูลค่าเสียหายของสถานการณ์ภัยแล้งในปี 2548 คิดเป็น 51.4% ของมูลค่าความเสียหายทั้งหมด (รูปที่ 2.18)



รูปที่ 2.17 จำนวนราชโองการผู้ประสพภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553



รูปที่ 2.18 มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

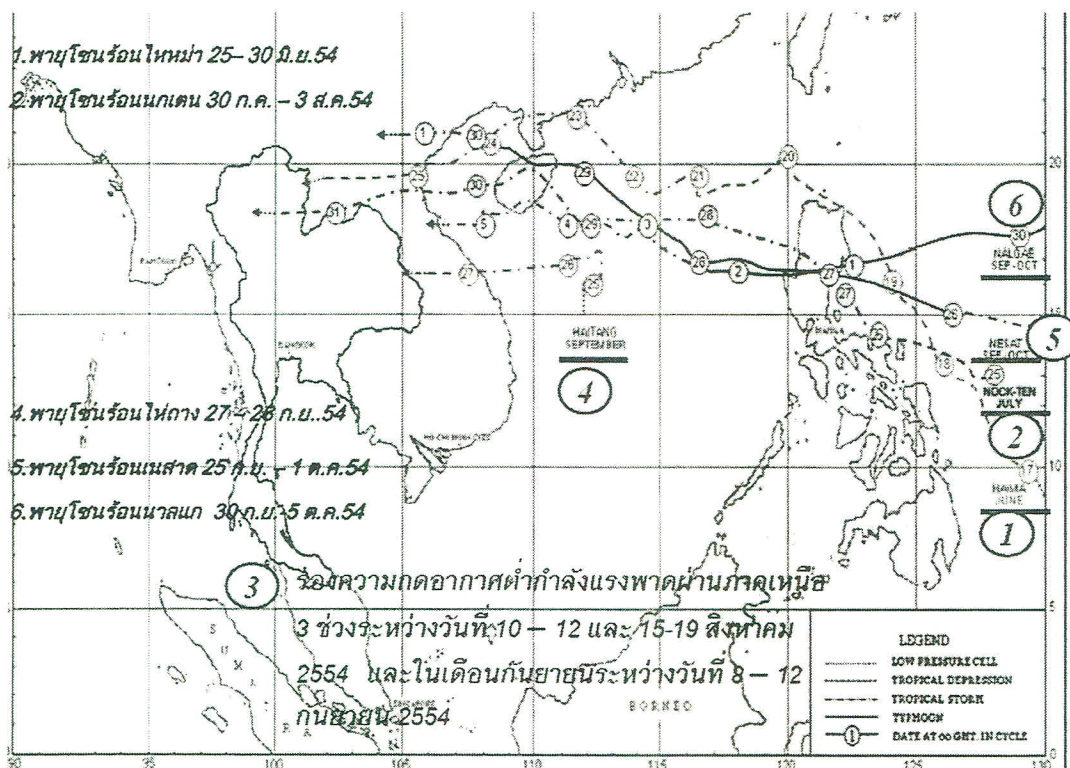
2.3.3 มหาอุทกภัย ปี พ.ศ. 2554

นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยประสบกับสภาวะการเกิดอุทกภัยที่รุนแรงหลายครั้งด้วยกัน ซึ่งมูลค่าความเสียหายแต่ละปีเป็นจำนวนหลักพันล้านถึงหลักหมื่นล้าน โดยสถิติย้อนหลัง 20 ปี ตั้งแต่ ปี 2532-2553 ประเทศไทยได้รับความเสียหายจากอุทกภัยเป็นมูลค่ารวม 1.3 แสนล้าน โดยความเสียหายครอบคลุมทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สิน อาทิ ราษฎรเดือดร้อนและเสียชีวิตอาคาร โรงแรม โรงเรียน สิ่งสาธารณประโยชน์ พื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหาย

ประเทศไทยในอดีต โดยเฉพาะในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเคยประสบอุทกภัยครั้งรุนแรงหลายครั้ง และเท่าที่มีการบันทึกข้อมูล พบว่า เหตุการณ์อุทกภัยเมื่อปี พ.ศ. 2485 (สมัยรัชกาลที่ 7) มีระดับน้ำท่วมสูงสุดโดยวัดระดับที่สะพานพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกได้ 2.3 เมตร รทก. ซึ่งในขณะนั้นยังไม่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำต่างๆ เช่น เขื่อนภูมิพล (พ.ศ. 2507) และเขื่อนสิริกิติ์ (พ.ศ. 2514) ภายหลังมีการสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำแล้วยังมีเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งสำคัญตามมาหลายครั้งได้แก่ ในปี พ.ศ. 2521, 2523, 2526 และ 2538 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2526 และ 2538 มีปริมาณน้ำมากกว่าปีอื่นๆ ทำให้มีน้ำท่วมซึ่งเป็นบริเวณกว้าง โดยระดับน้ำที่สะพานพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก วัดได้ประมาณ 2.13 และ 2.25 เมตร รทก.

วิกฤตอุทกภัยที่เริ่มมาตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม 2554 ส่งผลให้พื้นที่ในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง และภาคอีสานได้รับผลกระทบรุนแรง ครอบคลุม 64 จังหวัด ประเมินมูลค่าความเสียหายหลายแสนล้านบาท และยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ไทยที่น้ำทะเลลึกเข้าท่วมโซนเศรษฐกิจและนิคมอุตสาหกรรมสำคัญ ความเสียหายจึงร้ายแรงและส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อภาคเศรษฐกิจต่างๆ (สาธิต วงศ์อนันต์นนท์, 2554)

ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทย ต้องเผชิญกับพายุโซนร้อน 5 ลูกด้วยกัน (รูปที่ 2.19) ตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนจนถึงต้นตุลาคม (พายุ “ไหหล่ม” ระหว่าง 24-26 มิถุนายน พายุ “นกเตน” ระหว่าง 30 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พายุ “ไหถาง” ระหว่าง 27-28 กันยายน พายุ “เนสาด” 25 กันยายน – 1 ตุลาคม และ พายุ “นาลเก” 30 กันยายน – 5 ตุลาคม) ร่วมด้วยร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงก็พัดผ่านอยู่บนแนวภาคเหนือตอนบน-ตอนล่างนานนับเดือน จึงเกิดฝนตกหนักที่ภาคเหนือเป็นเวลานาน เป็นปีที่ภาคเหนือมีฝนตกโดยเฉลี่ยรวมทั้งปีมากถึง 1,687 มิลลิเมตร มากกว่าค่าเฉลี่ยทั้งปี (1,218 มิลลิเมตรต่อปี) ถึง 40% เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนในอดีต เป็นเหตุให้น้ำท่าปริมาณมากในแม่น้ำปิงวัง ยม น่าน ไหลมาสมทบที่จังหวัดนครสวรรค์ต้นแม่น้ำเจ้าพระยาอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำเจ้าพระยาได้รับน้ำจำนวนมากเกินความจุแม่น้ำ จึงล้นทั้งสองฝั่งไหลบ่าไปท่วมพื้นที่ลุ่มต่ำได้รับความเสียหายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ตลอดสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาลงมาจนถึงบริเวณกรุงเทพมหานคร (ปราโมทย์ ไม้กลัด, 2555)



รูปที่ 2.19 พายุโซนร้อน 5 ลูก ที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในช่วงปลายเดือนมิถุนายนจนถึงต้นตุลาคม
ที่มา: ทองเปลว กองจันทร์ (2555)

นอกจากนี้ World Bank (2012) ได้ประเมินมูลค่าความเสียหายจากอุทกภัยปี 2554 ตามรายภาคส่วนต่างๆ พบมูลค่าความเสียหายประมาณ 1.4 ล้านล้านบาท โดยเฉพาะในภาคส่วนด้านการผลิต ที่อยู่อาศัย และภาคขนส่ง เป็นภาคส่วนที่มีมูลค่าความเสียหายสูงสุด 3 ลำดับแรก (รูปที่ 2.20)

Sub Sector	Disaster Effects			Ownership	
	Damage	Losses	Total	Public	Private
Infrastructure					
Water Resources Management	8,715	-	8,715	8,715	-
Transport	23,538	6,938	30,476	30,326	150
Telecommunication	1,290	2,558	3,848	1,597	2,251
Electricity	3,186	5,716	8,901	5,385	3,517
Water Supply and Sanitation	3,497	1,984	5,481	5,481	-
Productive					
Agriculture, Livestock and Fishery	5,666	34,715	40,381	-	40,381
Manufacturing	513,881	493,258	1,007,139	-	1,007,139
Tourism	5,134	89,673	94,808	403	94,405
Finance & Banking	-	115,276	115,276	74,076	41,200
Social					
Health	1,684	2,133	3,817	1,627	2,190
Education	13,051	1,798	14,849	10,614	4,235
Housing	45,908	37,889	83,797	-	83,797
Cultural Heritage	4,429	3,076	7,505	3,041	4,463
Cross Cutting					
Enironment	375	176	551	212	339
TOTAL	630,354	795,191	1,425,544	141,477	1,284,066

Source: DALA estimates, NESDB, and Ministry of Industry
Note: Losses for each sector include higher expenditures due to floods

รูปที่ 2.20 Summary of damage and losses by sector in Thai baht, millions
ที่มา: World Bank (2012)

การวิเคราะห์และสรุปสาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554 สามารถจำแนกออกเป็น 2 สาเหตุ 4 ปัจจัย โดยพบว่า สาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554 มีที่มาสาเหตุจากธรรมชาติส่วนหนึ่งและสาเหตุจากมนุษย์อีกส่วนหนึ่ง โดยสาเหตุจากธรรมชาติจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้มีปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้นจากพายุ 5 ลูกในรอบ 1 ปี ร่วมกับร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรง ส่งผลให้มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 39 บริเวณตอนบนของประเทศไทย และเมื่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่ต้องเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน โดยแม่น้ำสายหลักจากภาคเหนือไหลมารวมกันที่ จ.นครสวรรค์ ส่งผลให้มีปริมาณน้ำไหลผ่าน 36,961 ล้านลบ.ม. มากกว่าปี 2538 ถึง 9,890 ล้าน ลบ.ม. ส่งผลให้น้ำเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบซึ่งสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลางส่วนใหญ่

เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ประกอบกับสภาพภูมิประเทศตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความลาดเทมาก ส่วนตอนล่างเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำเอื้อต่อการเกิดน้ำท่วมขัง ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554

สาเหตุการเกิดอุทกภัย ปี 2554	
สาเหตุจากธรรมชาติ	สาเหตุจากมนุษย์
1. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - ส่งผลให้มีปริมาณฝนตกมากตั้งแต่มิถุนายน-ตุลาคม ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 39% ในพื้นที่ภาคเหนือ และ 22% ในภาคกลางโดยได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อน ไหหมา นกเตน ไหถาง เนสาด นาลแก และร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่พัดผ่านภาคเหนือใน 3 ช่วง10-12, 15-19 สิงหาคม8-12 กันยายน	1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน - สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต อาทิ พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นเขตอุตสาหกรรมและหมู่บ้านบ้านจัดสรร ทำให้พื้นที่รองรับน้ำท่วมตามธรรมชาติ หรือ แก้มลิง ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้
2. ปริมาณน้ำท่ามากกว่าปกติ - ปริมาณน้ำ สูงสุดที่ไหลต่อเนื่องตั้งแต่เดือนสิงหาคม-กลางเดือนตุลาคม 2554 และมารวมกันที่ จ. นครสวรรค์ ซึ่งมีปริมาณน้ำสูงสุด 4,686 ลบ.ม./วินาที และมีปริมาณน้ำไหลผ่าน 36,961 ล้านลบ.ม. มากกว่าปี 2538 ถึง 9,890 ล้าน ลบ.ม.	2. การบริหารจัดการน้ำด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ - ศักยภาพแหล่งน้ำเพื่อการเก็บกักน้ำช่วงน้ำหลากไม่พอ รองรับปริมาณน้ำหลากปริมาณมากกว่าค่าปกติได้ - เครื่องมือบริหารจัดการน้ำใช้การไม่ได้ตามต้องการ ในช่วงน้ำหลาก และไม่เพียงพอต่อความต้องการ เช่น ประตูระบายน้ำ อาคารบังคับน้ำ และเครื่องสูบน้ำ
3. ลักษณะทางกายภาพและภูมิประเทศ - สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลางส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ประกอบกับสภาพภูมิประเทศตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความลาดเทมาก ส่วนตอนล่างเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ เอื้อต่อการเกิดน้ำท่วมขัง - สภาพลำน้ำตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความกว้างมากกว่าลำน้ำตอนล่าง ซึ่งไม่เอื้อต่อการระบายน้ำ ทำให้น้ำท่วมขังในพื้นที่ตอนกลางเป็นระยะเวลานาน	3. การสร้างระบบป้องกันตนเอง - บุคคล/ชุมชน/เมือง ทำคันกันน้ำป้องกันตนเอง น้ำจึงระบายได้ช้าและท่วมขังเป็นเวลานาน - การสูบน้ำออกไปเพิ่ม ปริมาณน้ำในพื้นที่อื่น 4. การขยายตัวของชุมชน/เศรษฐกิจ - สร้างชุมชน บนพื้นที่น้ำท่วมขังในอดีต - ระบบสาธารณูปโภค ถนน รุกกล้าและกีดขวางทางน้ำ และการไหลของน้ำตามธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาสาเหตุของการเกิดอุทกภัยที่เกิดจากมนุษย์ ก็พบความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นเขตอุตสาหกรรมและหมู่บ้านบ้านจัดสรร ทำให้พื้นที่รองรับน้ำท่วมตามธรรมชาติ หรือแก้มลิง ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้ นอกจากนี้จะพบปัญหาด้านเครื่องมือบริหารจัดการน้ำที่ไม่สามารถสนองความต้องการใช้งานในช่วงน้ำหลากได้ เช่น ประตูระบายน้ำพัง เสียหาย เครื่องสูบน้ำไม่เพียงพอ เป็นต้น อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่เอื้อหนุนให้ผลกระทบจากอุทกภัยมีระยะเวลายาวนานมากขึ้น คือ กลวิธีการสร้างระบบป้องกันตนเองของบุคคล/ชุมชน/เมือง ที่ดำเนินการจัดทำคันกันน้ำป้องกันตัวเอง ส่งผลให้อัตรากา

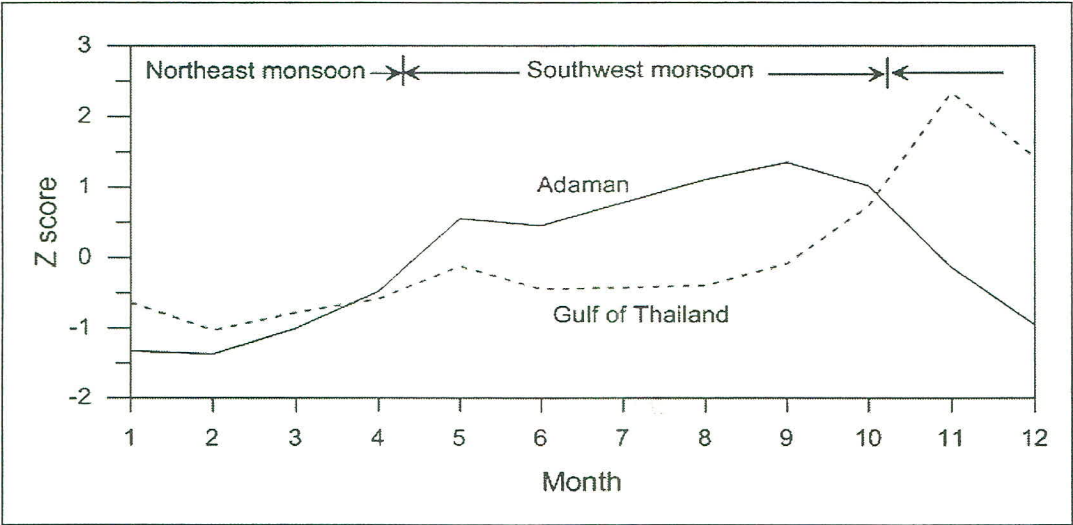
ไหลตามธรรมชาติของน้ำไหลช้าลงนับเป็นการยืดเวลาให้น้ำท่วมขังยาวนานขึ้น อีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญ คือ การขยายตัวของชุมชน/เศรษฐกิจ เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นอัตราการขยายตัวของชุมชนและเศรษฐกิจย่อมสูงขึ้นตาม การปลูกสร้างสถานที่อยู่อาศัยหรือโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่น้ำท่วมซ้ำซากในอดีตย่อมมีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับผลกระทบจากอุทกภัย ในขณะที่ชุมชนและอุตสาหกรรมขยายตัว ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานก็ต้องขยายตัวตาม เช่น ถนน เพิ่มมากขึ้นก็จะเป็นการขวางเส้นทางไหลของน้ำ เป็นต้น (ทองเปลว กองจันทร์, 2555)

ปัจจุบันและต่อเนื่องในอนาคต ประเทศไทยมีการจัดการแก้ปัญหา น้ำท่วมและอุทกภัยมากมายที่ต้องทำ ในหลายยุทธศาสตร์ให้เหมาะกับสภาพปัญหาและท้องถิ่นซึ่งมีความแตกต่างกัน แต่เราไม่มีหน่วยงานระดับนโยบาย และหน่วยงานปฏิบัติเป็นเจ้าภาพรับผิดชอบเรื่องการจัดการน้ำท่วมและอุทกภัยอย่างชัดเจนเลย จึงถึงเวลาที่ผู้บริหารประเทศควรต้องวิเคราะห์ถึงองค์กรและระบบการบริหารจัดการ เพื่อความหวังให้การแก้ปัญหาต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีเอกภาพสามารถขับเคลื่อนมาตรการแก้ปัญหาตามที่กล่าวข้างต้นนั้นให้บังเกิดผลสำเร็จอย่างเป็นรูปธรรมในทุกท้องถิ่นที่มีปัญหา หากมีการขับเคลื่อนดำเนินการตามยุทธศาสตร์ และมาตรการที่กล่าวถึงอย่างเป็นระบบให้บูรณาการกันได้อย่างชัดเจนแล้ว อนาคตไม่นานเกินรอเราควรแก้ปัญหาทุกด้านให้บรรเทาเบาบางลงได้อย่างแน่นอน (ปราโมทย์ ไม้กลัด, 2555)

2.4 พื้นที่ภาคใต้และลักษณะทางสภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ภาคใต้ มีลักษณะสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างแตกต่างจากภาคอื่นๆ สืบเนื่องจากลักษณะทางภูมิประเทศที่ขนาบด้วยทะเลทั้งสองด้าน และแนวเทือกเขาสูงวางตัวขนานกับคาบสมุทรซึ่งแบ่งภาคใต้ออกเป็นสองฝั่ง ด้วยปัจจัยจำเพาะทางภูมิประเทศดังกล่าว ผสมกับพลวัตรตามธรรมชาติในระดับ Meso-scale ของ Convective system ที่ปฏิสัมพันธ์กับ Gravity wave, Density current และ Local circulation ที่มีการเคลื่อนตัวในลักษณะ Diurnal propagation ในพื้นที่ชายฝั่งและพื้นที่บริเวณเทือกเขา (Teo et al., 2011) ทำให้ฤดูกาลระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีลักษณะที่แตกต่างจากอิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อน (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) และลมมรสุมฤดูหนาว (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) (รูปที่ 2.21) ในบริบทการเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของฝนในคาบเวลาระหว่างปีและระยะยาวนั้น Limsakul et al. (2010) พบว่า ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน มีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญซึ่งประกอบด้วย การลดลงของปริมาณฝนรวมรายปีและความแรง รวมถึงความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนัก ในขณะที่ สภาวะความรุนแรงของฝนบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย มีการเปลี่ยนแปลงที่ตรงกันข้าม ในลักษณะที่เพิ่มขึ้นของความแรงของฝนซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนวันฝนตก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อาจส่งผลให้ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในรูปแบบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สภาวะแห้งแล้งและขาดแคลนน้ำในฝั่งอันดามันแต่อาจเกิดน้ำท่วมฉับพลันในฝั่งอ่าวไทย นอกจากนี้ อัศมน ลิมสกุล และคณะ (2553) พบว่า ปริมาณฝนสะสมและจำนวนวันฝนตกในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ของพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในอัตราเฉลี่ย 15% และ 9.8% ต่อทศวรรษ (เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1975-2009) ตามลำดับโดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ อาจเชื่อมโยงกับความแปรปรวนของภูมิอากาศในระดับภูมิภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระลอกคลื่นมวลอากาศเย็นช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดพาจากไซบีเรียและความกด

อากาศสูงจากประเทศจีน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในแง่ความรุนแรงและความถี่ของการเกิดที่เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (Chen et al., 2004; D’Arrigo et al., 2005; Panagiotopoulos et al., 2005; Wang et al., 2009)



รูปที่ 2.21 ความแปรปรวนตามฤดูกาลของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่บริเวณฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ซึ่งแสดงในรูป Z score ของค่าเฉลี่ยระยะยาว (ค.ศ. 1970-2009)

2.5 ผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรของประเทศไทย

2.5.1 บริบทภาคการเกษตรและพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

ประเทศไทยมีเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149,246,428 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 47 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 43 ของพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทั้งหมด รองลงมา คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

สำนักนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร (2555) ได้รายงานภาวะเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2555 โดยสรุป พบว่า ขยายตัวประมาณร้อยละ 4.0 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาเนื่องจากการผลิตสินค้าเกษตรโดยทั่วไปกลับเข้าสู่ภาวะปกติภายหลังสถานการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในช่วงปลายปี 2554 ประกอบกับสภาพดินฟ้าอากาศที่เอื้ออำนวย แม้ว่าจะพบการระบาดของแมลงศัตรูพืชโรคระบาดในพืชในบางพื้นที่แต่สามารถควบคุมได้ดี ซึ่งสาขาพืชมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 5.5 เมื่อเทียบกับปี 2554 แม้ว่าในช่วงปีนี้จะมีการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชไม่รุนแรงอยู่ในระดับที่ควบคุมได้ ประกอบกับผลผลิตพืชบางชนิดที่มีการขยายพื้นที่ปลูกในช่วงระยะหลายปีที่ผ่านมา เริ่มทยอย

ให้ผลผลิตมากขึ้น รวมทั้งการดูแลเอาใจใส่ที่ดีของเกษตรกร สำหรับผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากแรงจูงใจทางด้านราคา ทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น

ด้านราคาสินค้าพืชที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ข้าวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงาน โดยราคาข้าวเป็นไปตามมาตรการยกระดับราคากภายในประเทศ ด้านข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ในช่วงที่มีความต้องการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพิ่มขึ้นและอ้อยโรงงานเป็นไปตามความต้องการและราคาในตลาดโลก สำหรับยางพารา ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง สับปะรดและผลไม้ มีราคาลดลง โดยราคายางพารา ปาล์มน้ำมัน สับปะรด ลดลงตามวิกฤติเศรษฐกิจโลก ราคามันสำปะหลัง ลดลงจากการที่โครงการรับจำนำสามารถเปิดจุดรับจำนำได้น้อยทำให้เกษตรกรต้องจำหน่ายมันสำปะหลังนอกโครงการ โดยผู้ประกอบการรับซื้อมันสำปะหลังในราคาที่ต่ำ ส่วนไม้ผลส่วนใหญ่ราคา ลดลงจากผลผลิตที่ออกสูงตลาดมาก

ด้านการส่งออกสินค้าที่มีปริมาณและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้น ได้แก่ มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์น้ำตาลและผลิตภัณฑ์และผลไม้ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของตลาดต่างประเทศที่ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ น้ำมันปาล์มและสับปะรดกระป๋อง มีปริมาณและมูลค่าการส่งออกลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา โดยข้าวมีความต้องการจากต่างประเทศลดลง เนื่องจากผู้นำเข้าหันไปนำเข้าข้าวจากเวียดนามและอินเดียที่ราคาถูกกว่าไทย ขณะที่ น้ำมันปาล์ม มีสาเหตุจากราคาในตลาดโลกต่ำกว่าราคาในประเทศไม่จูงใจให้มีการส่งออกและยางพารา มูลค่าการส่งออกลดลงจากราคาส่งออกที่ตกต่ำเพราะปัญหาเศรษฐกิจโลก

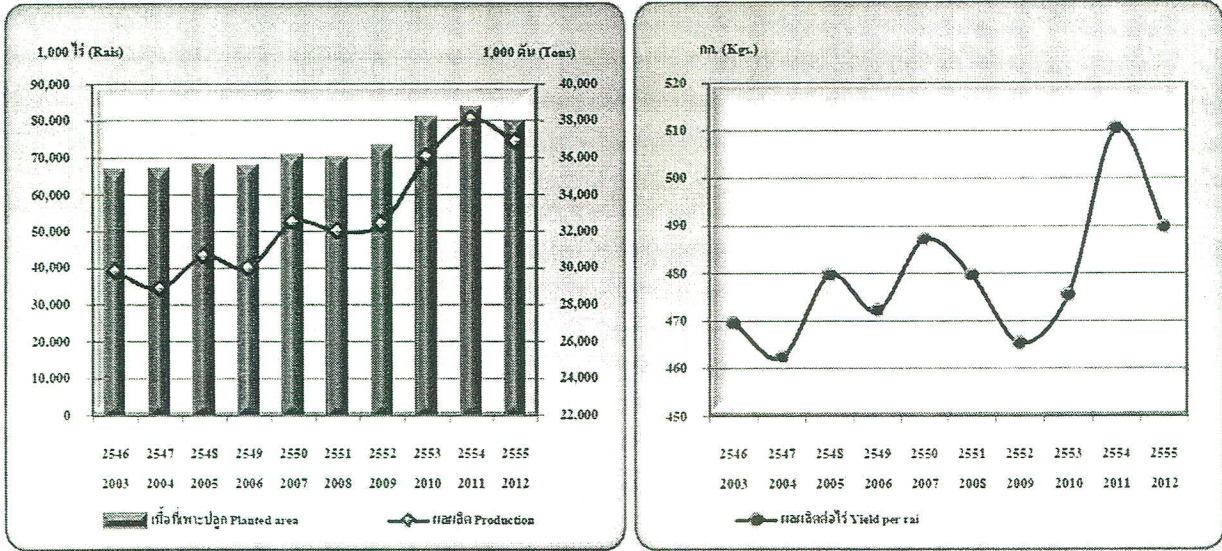
พืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ผลไม้ พืชผักและไม้ดอก ซึ่งการทบทวนเอกสารในหัวข้อ 2.5.1 นี้ จะนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติที่ปรับปรุงข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งเป็นข้อมูลล่าสุด ณ มกราคม 2556 ประกอบด้วยข้อมูลเนื้อที่ ผลิตผล ผลิตต่อไร่ ราคาและมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ในช่วงระหว่างปี 2546-2556 จำแนกออกเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก 6 ประเภท (ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน และยางพารา) ไม้ผล 3 ประเภท (ทุเรียน ลองกอง และมังคุด) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ข้าวรวม (นาปีและนาปรัง) จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า ในปี 2554 ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ 38,091 ล้านตัน จัดเป็นลำดับที่ 6 ของโลก รองลงมาจากประเทศจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม ตามลำดับ ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวในประเทศไทย มีประมาณ 79,754 ล้านไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 75,754 ล้านไร่ สร้างผลผลิตข้าว 36,854 ล้านตัน คิดเป็น 490 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายโดยเฉลี่ยต่อตันที่ 12,398 บาท สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 456,920 ล้านบาท ซึ่งเป็นสถิติสูงสุดในรอบ 10 ปี ตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.22 แสดงข้าวรวม (นาปี และนาปรัง) เนื้อที่เพาะปลูก ผลิตผล และผลผลิตต่อไร่

ตารางที่ 2.3 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของข้าวรวม ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/ตัน) Farm price (Baht per ton)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
(r) 2546	66,404	63,524	29,823	469	5,569	166.084
(r) 2547	66,565	62,455	28,873	462	6,653	192.092
(r) 2548	67,677	63,906	30,649	480	6,922	212.152
(r) 2549	67,616	63,532	29,994	472	6,832	204.919
(r) 2550	70,187	66,681	32,482	487	11,271	366.105
(r) 2551	69,825	66,772	32,020	480	9,689	310.242
(r) 2552	72,720	69,626	32,396	465	9,973	323.085
(r) 2553	80,676	75,747	36,004	475	10,810	389.203
(p) 2554	83,329	74,652	38,091	510	11,841	451.036
(f) 2555	79,754	75,266	36,854	490	12,398	456.920

* r= ตัวเลขแก้ไขใหม่ * f= ตัวเลขจากการคาดคะเน * p= ตัวเลขเบื้องต้น
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



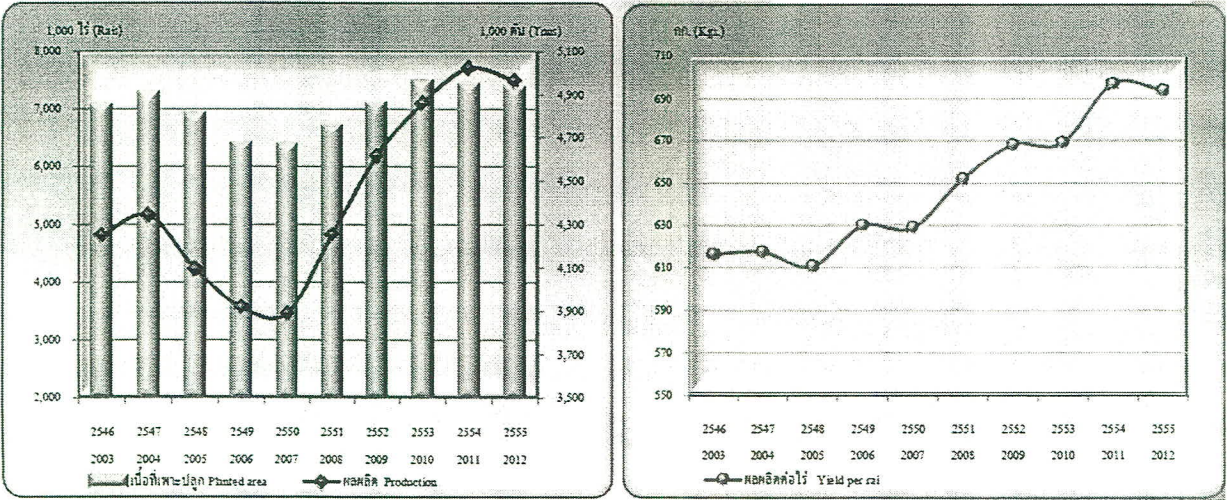
รูปที่ 2.22 ข้าวรวม (นาปี และนาปรัง) เนื้อที่เพาะปลูก ผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทยมีประมาณ 7,367 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 7,156 ล้านไร่ สร้างผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4,956,000 ตัน คิดเป็น 694 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 9.14 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 46,717 ล้านบาท (ตารางที่ 2.4 และรูปที่ 2.23)

ตารางที่ 2.4 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	7,067	6,895	4,249	616	4.43	18,823
2547	7,272	7,032	4,341	617	4.59	19,927
2548	6,906	6,704	4,094	611	4.78	19,569
2549	6,405	6,223	3,918	630	5.45	21,355
2550	6,364	6,187	3,890	629	6.89	26,804
2551	6,692	6,518	4,249	652	7.01	29,788
2552	7,099	6,905	4,616	668	5.43	25,065
2553	7,481	7,268	4,861	669	8.13	39,518
(p) 2554	7,416	7,207	5,022	697	7.63	38,318
(f) 2555	7,367	7,156	4,965	694	9.41	46,717

* f= ตัวเลขจากการคาดคะเน * p= ตัวเลขเบื้องต้น
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



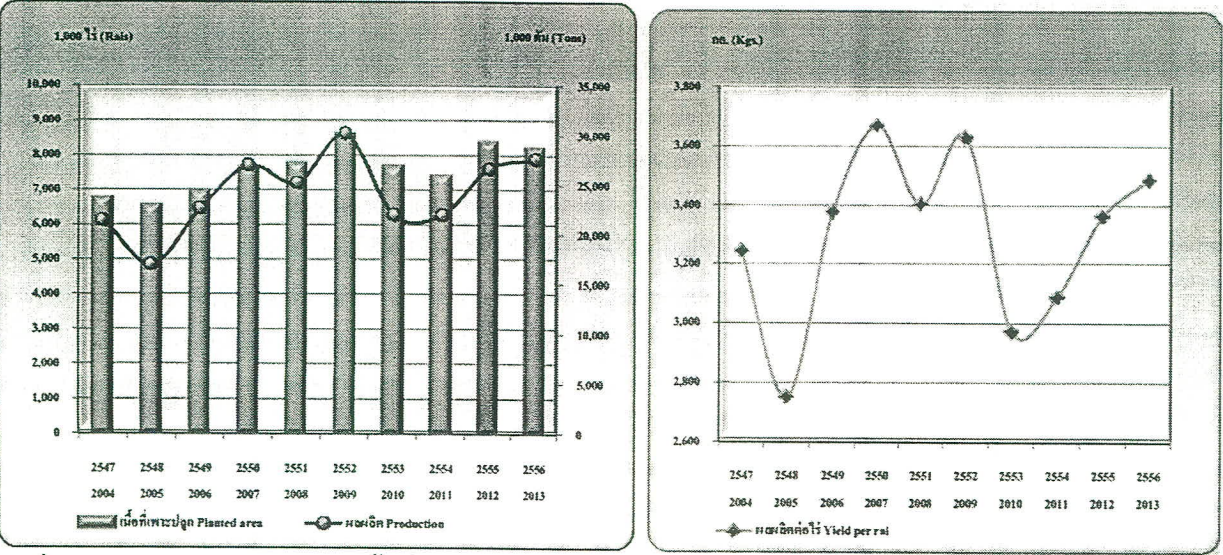
รูปที่ 2.23 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื้อที่เพาะปลูก ผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(3) มันสำปะหลังโรงงาน ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 9,254 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 8,601 ล้านไร่ สร้างผลผลิต 29,410,000 ตัน คิดเป็น 3,419 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 2.09 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 61,467 ล้านบาท (ตารางที่ 2.5 และรูปที่ 2.24)

ตารางที่ 2.5 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของมันสำปะหลังโรงงาน ในช่วงระหว่างปี 2547-2556

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2547	6,757	6,608	21,440	3,244	0.80	17,152
2548	6,524	6,162	16,938	2,749	1.33	22,528
2549	6,933	6,693	22,584	3,375	1.29	29,134
2550	7,623	7,339	26,916	3,668	1.18	31,760
2551	7,750	7,397	25,156	3,401	1.93	48,551
2552	8,584	8,292	30,088	3,629	1.19	35,805
2553	7,669	7,405	22,006	2,972	1.84	40,491
2554	7,400	7,096	21,912	3,088	2.68	58,725
(p) 2555	9,254	8,601	29,410	3,419	2.09	61,467
(f) 2556	8,777	8,437	27,135	3,216	2.11	57,255

* f= ตัวเลขจากการคาดคะเน * p= ตัวเลขเบื้องต้น
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



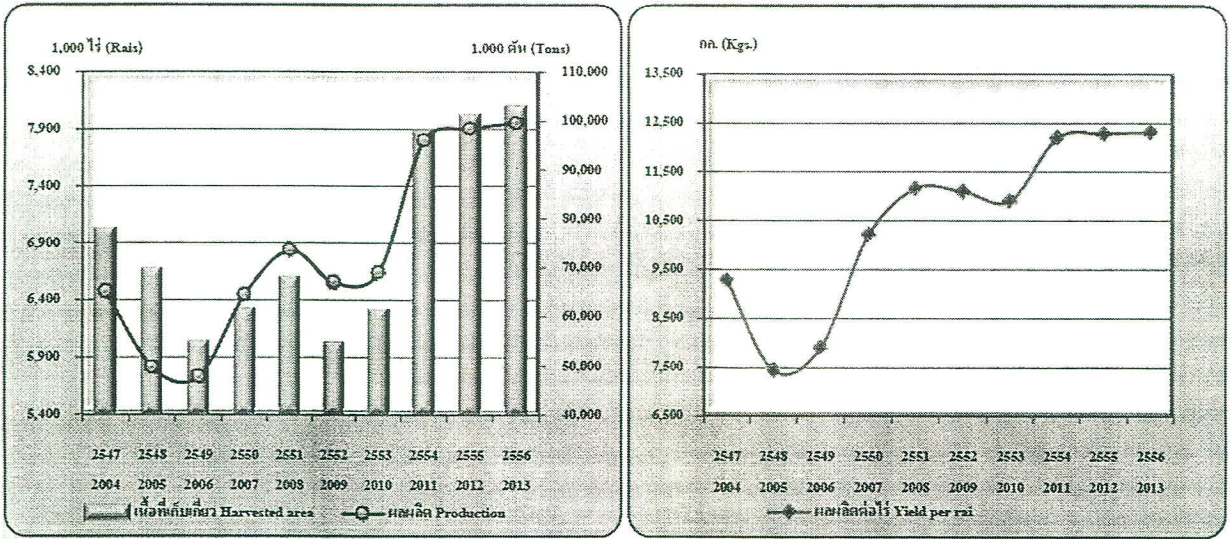
รูปที่ 2.24 มันสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก ผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(4) อ้อยโรงงาน ในปี 2555 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 8,013 ล้านไร่ สร้างผลผลิตอ้อยโรงงาน 98,400 ล้านตัน คิดเป็น 12,280 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 954 บาทต่อตัน สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 93,874 ล้านบาท (ตารางที่ 2.6 และรูปที่ 2.25)

ตารางที่ 2.6 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของอ้อยโรงงาน ในช่วงระหว่างปี 2547-2556

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rai)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/ตัน) Farm price (Baht per ton)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2547	7,012	64,996	9,269	368	23,918
2548	6,670	49,586	7,434	520	25,785
2549	6,033	47,658	7,899	688	32,789
2550	6,314	64,365	10,194	683	43,962
2551	6,588	73,502	11,157	577	42,410
2552	6,023	66,816	11,094	700	46,772
2553	6,310	68,808	10,905	861	59,244
2554	7,870	95,950	12,192	908	87,123
2555	8,013	98,400	12,280	954	93,874
(f) 2556	8,093	99,597	12,307	910	90,633

* f= ตัวเลขจากการคาดคะเน
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



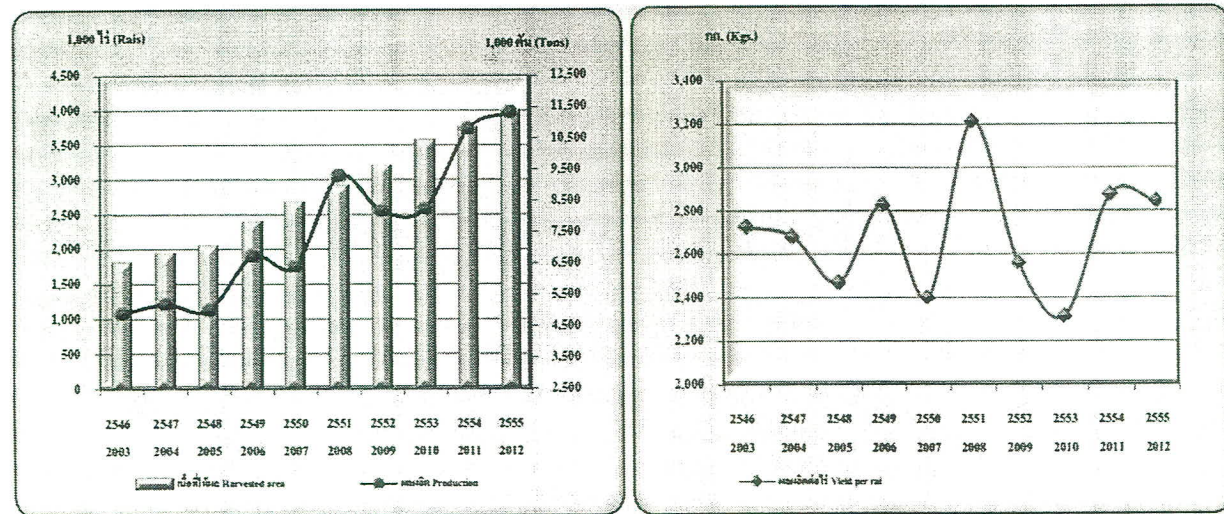
รูปที่ 2.25 มั่นสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2547-2556

(5) ปาล์มน้ำมัน ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 4,316 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 3,983 ล้านไร่ สร้างผลผลิตปาล์มน้ำมัน 11,327 ล้านตัน คิดเป็น 2,844 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 4.91 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 55,614 ล้านบาท (ตารางที่ 2.7 และรูปที่ 2.26)

ตารางที่ 2.7 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของปาล์มน้ำมัน ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่ให้ผล (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	2.057	1.799	4.903	2.725	2.34	11.472
2547	2.405	1.932	5.182	2.682	3.11	16.115
2548	2.748	2.026	5.003	2.469	2.76	13.807
2549	2.957	2.374	6.715	2.828	2.39	16.049
2550	3.200	2.663	6.390	2.399	4.07	26.007
2551	3.676	2.885	9.271	3.214	4.23	39.214
2552	3.890	3.188	8.163	2.561	3.64	29.712
2553	4.077	3.552	8.223	2.315	4.26	35.031
2554	4.176	3.747	10.777	2.876	5.34	57.549
(p) 2555	4.316	3.983	11,327	2.844	4.91	55.614

* p= ตัวเลขเบื้องต้น
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



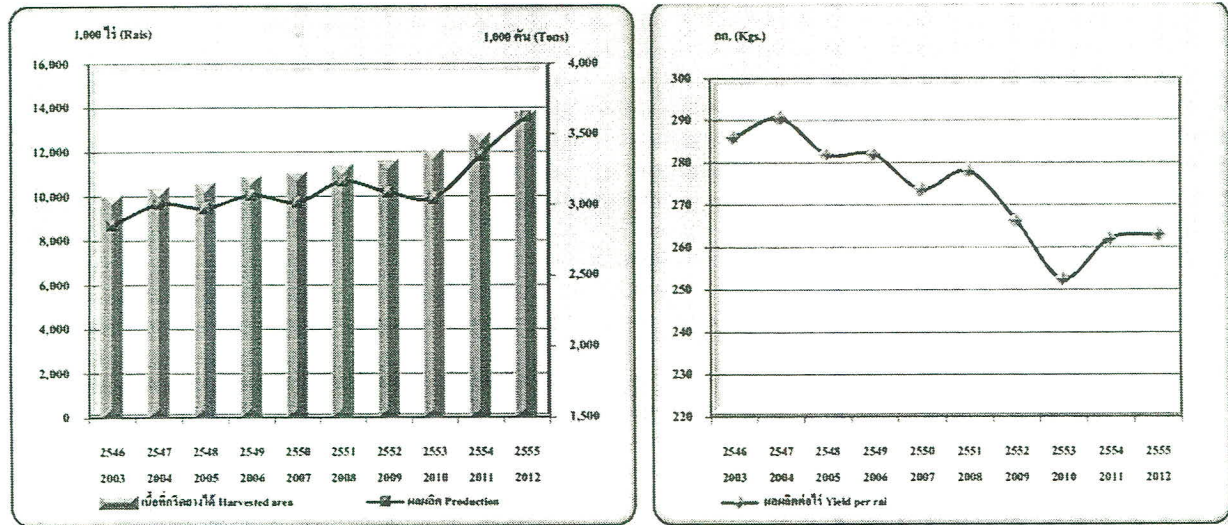
รูปที่ 2.26 ปาล์มน้ำมัน เนื้อที่เพาะปลูก ผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(6) ยางพารา ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 19,273 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 13,807 ล้านไร่ สร้างผลผลิตยางพารา 3,625 ล้านตัน คิดเป็น 263 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 87.15 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 315,944 ล้านบาท (ตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.27)

ตารางที่ 2.8 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของยางพารา ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่กรีดยางได้ (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของ ผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	12,619	10,004	2,860	286	37.76	107,994
2547	12,954	10,350	3,007	291	44.13	132,699
2548	13,609	10,569	2,980	282	53.57	159,639
2549	14,355	10,893	3,071	282	66.24	203,423
2550	15,362	11,043	3,022	274	68.90	208,216
2551	16,717	11,372	3,167	278	73.66	233,281
2552	17,254	11,600	3,090	266	58.47	180,689
2553	18,095	12,058	3,052	253	103.00	314,333
2554	18,761	12,766	3,349	262	124.00	415,263
(p) 2555	19,273	13,807	3,625	263	87.15	315,944

* p= ตัวเลขเบื้องต้น
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



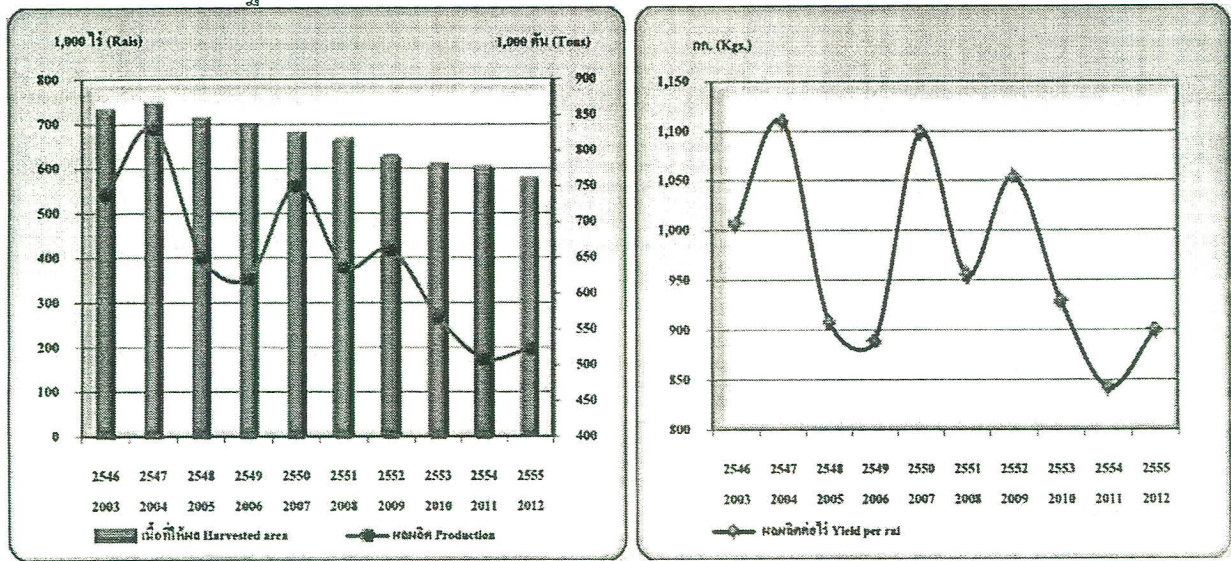
รูปที่ 2.27 ยางพารา เนื้อที่เพาะปลูก ผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(7) ทุเรียน ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 637,737 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 581,554 ไร่ สร้างผลผลิตทุเรียน 527,327 ตัน คิดเป็น 907 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 31.06 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 16,379 ล้านบาท (ตารางที่ 2.9 และรูปที่ 2.28)

ตารางที่ 2.9 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของทุเรียน ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่) Planted area (Rais)	เนื้อที่ไถผล (ไร่) Harvested area (Rais)	ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	855,535	733,685	738,801	1,007	18.25	13,483
2547	873,643	748,824	831,182	1,110	16.31	13,557
2548	832,483	716,809	650,960	908	16.29	10,604
2549	815,302	700,357	622,934	889	18.97	11,817
2550	771,345	683,044	750,683	1,099	16.75	12,574
2551	725,955	667,437	637,790	956	20.93	13,349
2552	680,927	628,244	661,665	1,053	21.52	14,239
2553	662,070	611,206	568,067	929	25.36	14,406
2554	659,042	604,417	509,381	843	27.76	14,140
2555	637,737	581,554	527,327	907	31.06	16,379

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



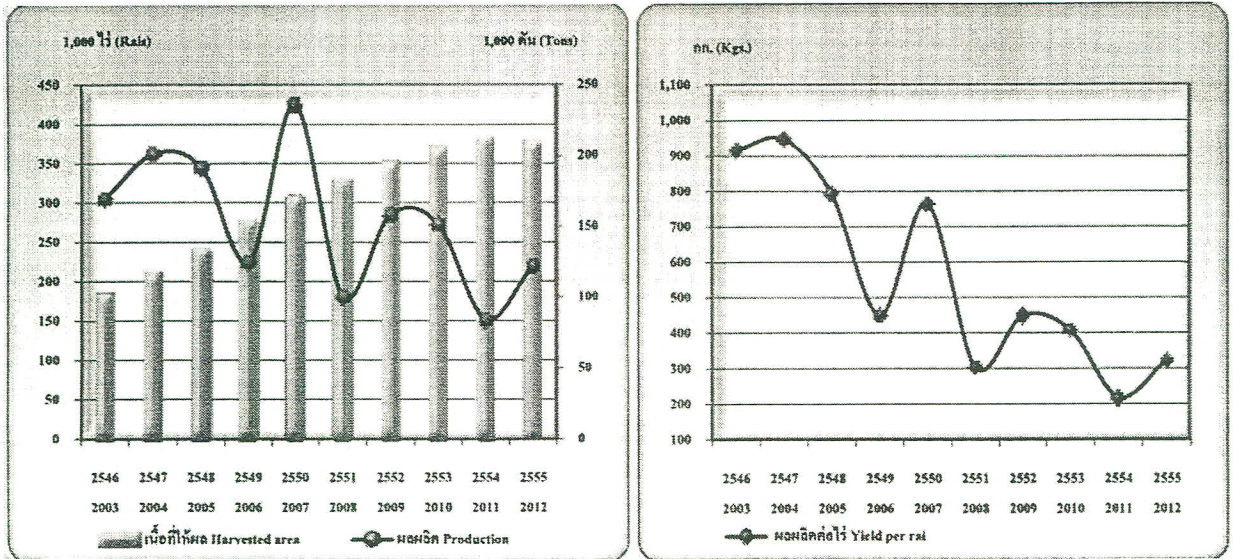
รูปที่ 2.28 ทุเรียน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(8) ลองกอง ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทยมีประมาณ 435,073 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 379,405 ไร่ สร้างผลผลิตลองกอง 123,663 ตัน คิดเป็น 326 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 21.75 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 2,690 ล้านบาท (ตารางที่ 2.10 และรูปที่ 2.29)

ตารางที่ 2.10 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของลองกอง ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่) Planted area (Rais)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่) Harvested area (Rais)	ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของ ผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	357,605	185,236	169,611	916	32.23	5,467
2547	392,546	212,747	201,450	947	25.47	5,131
2548	422,050	241,667	191,598	793	25.24	4,836
2549	446,802	277,606	124,678	449	29.26	3,648
2550	461,852	309,046	236,072	764	21.57	5,092
2551	461,043	331,216	100,583	304	26.22	2,637
2552	462,974	353,239	158,343	448	18.77	2,972
2553	461,224	371,220	151,806	409	20.76	3,151
2554	462,446	391,682	87,294	223	24.64	2,151
2555	435,073	379,405	123,663	326	21.75	2,690

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



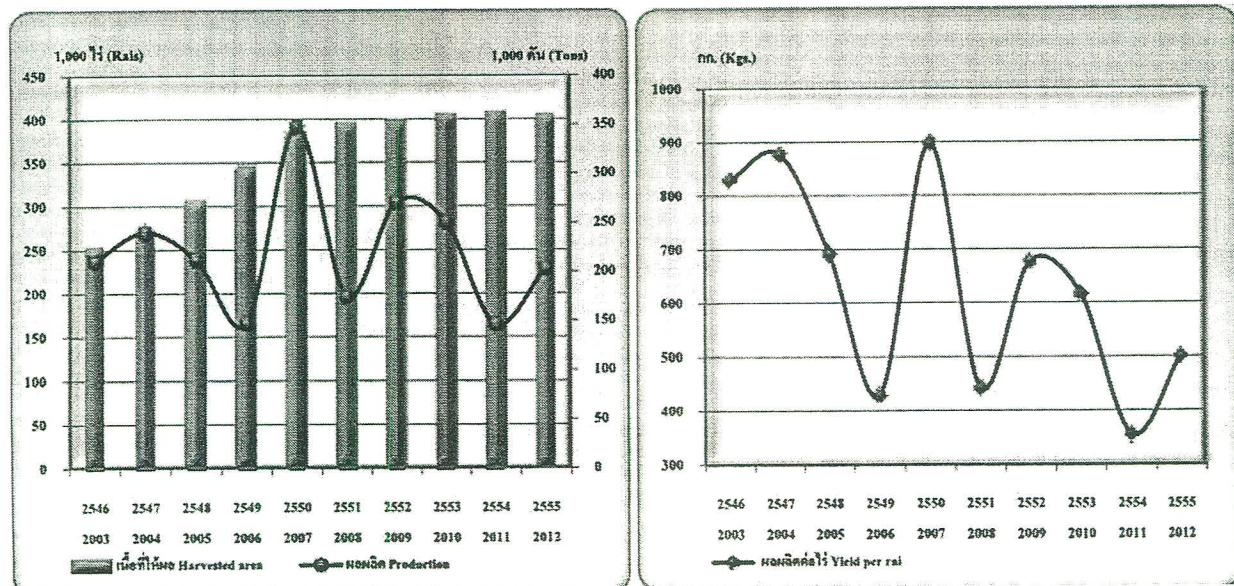
รูปที่ 2.29 ลองกอง เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(9) มังคุด ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 460,396 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 406,532 ไร่ สร้างผลผลิตมังคุด 219,072 ตัน คิดเป็น 539 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 17.04 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 3,733 ล้านบาท (ตารางที่ 2.11 และรูปที่ 2.30)

ตารางที่ 2.11 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของมังคุด ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ขึ้นดิน (ไร่) Planted area (Rais)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่) Harvested area (Rais)	ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของ ผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	432,896	254,525	210,989	829	18.53	3,910
2547	451,232	273,730	240,249	878	14.12	3,392
2548	464,528	306,725	212,129	692	11.46	2,431
2549	480,718	344,635	147,709	429	19.47	2,876
2550	492,294	387,292	348,181	899	9.84	3,426
2551	489,767	396,325	175,274	442	12.19	2,137
2552	487,405	399,438	270,554	677	9.81	2,654
2553	482,625	405,622	250,508	618	13.00	3,257
2554	481,564	410,266	146,315	357	25.01	3,659
2555	460,396	406,532	219,072	539	17.04	3,733

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.30 มังคุด เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

2.5.2 งานวิจัยภาคการเกษตรและพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

(1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อข้าว

พวงผกา แก้วกลม และคณะ (2552) พบว่าข้าวเป็นพืชประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนพืชทางการเกษตรอื่นๆ ที่การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต ข้าวต้องการช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต หมายถึง หากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะมีผลกระทบต่อสรีระวิทยาของข้าว และอาจทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ (Downton and Slatyer, 1972) อุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้น มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตของข้าวตามหลักการ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ รูปแบบอุณหภูมิที่สูงขึ้นร่วมกับปริมาณความชื้นที่สูง มีผลทำให้รวงข้าวเป็นหมันและส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว รูปแบบที่สองนั้นก็คือ อุณหภูมิช่วงกลางคืนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้การดูดซึม (Assimilated accumulation) ในกระบวนการทางชีววิทยาลดลง (Wassmann, 2009)

รูปแบบการตอบสนองของข้าวในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตนั้น มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับช่วงความทนทานต่ออุณหภูมิ (Temperature tolerance) ของข้าวในแต่ละระยะ ซึ่งช่วงของความทนทานต่ออุณหภูมิในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต อาจจะไม่มีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ ในช่วงแรกของการเติบโตนั้น จะไม่มีความสัมพันธ์ต่อความทนทานในช่วงระยะข้าวออกดอกในสายพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง (High-yielding rice variety) (Goto et al., 2008) ทั้งนี้ มีผลการวิจัยยืนยันว่า ความร้อนของอากาศในระยะการพัฒนาลำต้น (Vegetative stage) ไม่มีผลต่อข้าวในระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) (Porter and Semenov, 2005)

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานว่า พืชแต่ละชนิดจะมีความอ่อนไหวต่อการเปิดรับต่อปัจจัยทางภูมิอากาศต่างๆ ขึ้นอยู่กับกระบวนการทางสรีระวิทยาของพืชนั้น ซึ่งจะทำให้พืชแต่ละชนิด มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะที่แตกต่างกัน (โดยพบว่าปัจจัยเปิดรับทางภูมิอากาศในภาคการเกษตรประกอบด้วย วันเริ่มต้นฤดูฝน อุณหภูมิสูงสุด-อุณหภูมิต่ำสุดรายวันและพายุหลงฤดู เป็นต้น ในรายงานยังได้ระบุว่า ข้าวบางสายพันธุ์ มีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยทำให้ข้าวอายุสั้นลงและส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง รวมทั้งอาจจะมีผลต่อการระบาดของแมลงและโรคของข้าว (Pinnschmidt et al., 1995; Savary et al., 2005) การขาดน้ำทำให้การผสมเกสรลดลงและลดผลผลิตข้าวได้ (Ekanayake et al., 1989)

ข้าวนาปีที่มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ในอนาคตถึงอุณหภูมิอากาศจะเพิ่มขึ้นแต่ข้าวส่วนใหญ่ก็ยังสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ ปริมาณน้ำฝนรายปี ที่อาจจะเพิ่มขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและลดลงในพื้นที่ภาคกลางอาจส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวบ้าง แต่ปัจจัยที่สำคัญ คือ การเริ่มต้นของฤดูฝน หากการแปรปรวนของภูมิอากาศทำให้น้ำฝนมาล่าช้าจะทำให้เกษตรกรไม่สามารถเตรียมแปลงกล้าได้ ความแปรปรวนของภูมิอากาศและพายุที่อาจจะมีมากขึ้นอาจจะทำให้มีภาวะน้ำท่วมที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ รวมทั้งพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ก็ยังคงมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิตข้าว (Clermont-Dauphin et al., 2010)

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรังมีมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งสรุปว่า ผลผลิตมีแนวโน้มลดลงบ้างจากระดับของปีฐาน แต่อาจจะไม่มากนัก (Horie et al., 1995; Matthews et al., 1997; Knox et al., 2000; Masutomi et al., 2009; อรรถชัย จินตะเวช และคิม ซี เห่งยอน, 2545; เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

(2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อข้าวโพด

ภิรมย์ อ่อนแสง (2523) ได้ทำการศึกษาภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพด ในพื้นที่ 5 จังหวัด (นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี และนครราชสีมา) โดยรวบรวมข้อมูลสถิติของปริมาณฝนรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และผลผลิตข้าวโพดของเขตปลูกข้าวโพดเป็นระยะเวลา 11 ปี (2511-2521) โดยทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดฝนทั้งช่วงและอุณหภูมิ ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตข้าวโพดกับลักษณะฝนและอุณหภูมิ โอกาสที่จะเกิดการย้อนกลับของปริมาณฝนและอุณหภูมิ และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวโพด ลักษณะฝนและอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดฝนทั้งช่วงมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม รองลงไปคือเดือนมิถุนายน และจะลดลงในเดือนถัดไปจนกระทั่งมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน นอกจากนี้ ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ระดับต่ำระหว่างผลผลิตข้าวโพดกับปริมาณฝน จำนวนวันฝนตก ร้อยละของวันที่ฝนทั้งช่วง และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ในช่วงเวลาต่างๆ กัน แต่ก็แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตข้าวโพดกับลักษณะฝนและอุณหภูมิในเดือนกรกฎาคมมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลาอื่น

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนจะเปิดรับกับความไม่แน่นอนของวันเริ่มต้นของฤดูฝน ทำให้การเริ่มต้นของฤดูปลูกไม่แน่นอน ความแปรปรวนของฝนในฤดูกาลผลิต อาจจะทำให้ข้าวโพดเสี่ยงต่อการระบาดของแมลงและโรคข้าวโพดอีกด้วย อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร และคณะ (2552) รายงานว่าผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอนาคตอาจจะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

(3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อมันสำปะหลัง

รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานว่าการศึกษากาการผลิตมันสำปะหลังเป็นระยะเวลายาว ทำให้ความเข้าใจด้านการตอบสนองต่อภูมิอากาศที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพอสมควร (Wongwiwatchai et al., 2002) การใช้แบบจำลองทำให้ทราบว่ามันสำปะหลังปลูกในพื้นที่ตอนของพื้นที่ผลิตหลักในประเทศ มีการเปิดรับต่อปริมาณน้ำฝนที่อาจเพิ่มขึ้น ทำให้หัวมันสำปะหลังมีโอกาสเน่าเสียได้ง่ายขึ้นส่งผลให้ผลผลิตลดลง (เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

อุณหภูมิและความชื้นในอากาศและดินที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต อาจจะทำให้ศัตรูของมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้แก่ เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว ไรแดง ปลวกและแมลงหนูหลวง (Bellotti and van Schoonhoven, 1978; Srinives, 1995) แต่ยังไม่มีการศึกษาเรื่องนี้โดยตรง

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่ออ้อย

ปรีชา กาเพ็ชร และเกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร (2555) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของอากาศมีผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตพืช เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิ และส่งผลกระทบทางอ้อมต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน อ้อยซึ่งถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และมีพื้นที่ปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงได้ทำการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตอ้อยในพื้นที่ จากปี 2553-2592 ใช้ข้อมูลภูมิอากาศรายวันในอนาคตจากแบบจำลอง

ภูมิอากาศโลก ECHAM (European Center for Medium Range Weather Forecast/Hamburg for Climate Simulation) และประเมินภูมิอากาศในระดับภูมิภาคโดยแบบจำลอง PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ของการประเมิน 20x20 กิโลเมตร เป็นตัวป้อนของแบบจำลอง อ้อยในโปรแกรม DSSAT (Decision Support System for Agro technology Transfer) ผลการทดลอง พบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อการผลิตอ้อยในระยะยาวเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของผลผลิตมีความแปรปรวนสูงทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ความแปรปรวนเชิงพื้นที่เกิดขึ้นจากความหลากหลายของชุดดินและสภาพภูมิอากาศ ขณะที่ความแปรปรวนเชิงเวลา เกิดจากความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน แนวทางการลดความแปรปรวนของผลผลิตอ้อย ทำได้โดยการพัฒนาการระบบการให้น้ำให้เพียงพอตลอดฤดูปลูก การคัดเลือกหาพันธุ์ทนแล้งหรือมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง

วิภากร ฉิมณรงค์ (2552) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศกับผลผลิตอ้อยกรณีศึกษาพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว โดยวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความยาวนานแสงแดด ความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างปี 2501-2551 พร้อมทั้ง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิอากาศและผลผลิตอ้อย จากพื้นที่แปลงปลูกอ้อยที่ทำสัญญากับโรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว ขนาดพื้นที่ 2,600 ไร่ โดยเป็นผลผลิตจากการประเมินผลผลิตอ้อยสำหรับปีการผลิต 2547/48 และ 2550/51 จำนวน 277 แปลง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) และสหสัมพันธ์ (Correlation Kendall-tau) รวมถึงคาดการณ์ผลผลิตอ้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จากการศึกษาพบว่า ระหว่างปี 2501-2551 อุณหภูมิเฉลี่ย ($P < 0.01$) อุณหภูมิสูงสุด ($P < 0.05$) อุณหภูมิต่ำสุด ($P < 0.01$) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความยาวนานแสง ($P < 0.01$) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิอากาศกับผลผลิตอ้อยพบว่า ปริมาณน้ำฝน ($P < 0.01$) จำนวนวันที่ฝนตก ความยาวนานแสง ($P < 0.01$) ความชื้นสัมพัทธ์ ($P < 0.01$) อุณหภูมิเฉลี่ย ($P < 0.01$) อุณหภูมิสูงสุด ($P < 0.01$) และอุณหภูมิต่ำสุด ($P < 0.01$) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับข้อมูลผลผลิตอ้อยสำหรับพันธุ์ K 84-200 และจำนวนฝนที่ตก ($P < 0.01$) ความชื้นสัมพัทธ์ ($P < 0.01$) และอุณหภูมิต่ำสุด ($P < 0.05$) มีความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อยในพันธุ์ K 88-92 จากการคาดการณ์ผลผลิตด้วยโครงข่ายประสาทเทียมด้วย Activation function transfer: Sigmoid, hidden nodes 15 และ learning rate 10,000 มีค่าความคลาดเคลื่อนของผลผลิตต่ำที่สุด (18.24%) ได้ผลผลิตรวมทุกประเภทอ้อย 2.86 ล้านตัน และหากอุณหภูมิลดลง 1°C ในรอบ 100 ปี จะทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 12.69% แต่หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ในรอบ 100 ปี จะทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง 11.67% ในขณะที่อุณหภูมิลดลง 3.5°C ในรอบ 100 ปี จะทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 43.58% และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 3.5°C ในรอบ 100 ปี ผลผลิตอ้อยจะลดลง 12.29%

นอกจากนี้ รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานว่า อ้อยโรงงานที่ปลูกข้ามแล้ง จะเปิดรับกับช่วงหน้าแล้งที่ยาวนานขึ้นกว่าอดีต อ้อยอาจจะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำและทำให้ประชากรความหนาแน่นของอ้อยต่อพื้นที่ลดลงและส่งผลกระทบต่อผลผลิตลดลงด้วย ทั้งนี้ ในฤดูฝนซึ่งคาดว่าจะมีปริมาณฝนมากขึ้น อาจจะทำให้อ้อยเปิดรับต่อภาวะน้ำท่วมขัง ทำให้อ้อยชะงักการเจริญเติบโตและพัฒนาการได้ (Jintrawet et al., 2000; Jintrawet and Pramanee, 2005) นอกจากนี้ ศัตรูของ

อ้อย เช่น หนอนกอ ตัวหนวดยาว และปลวกก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน (Long and Hensley, 1972)

(5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมัน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันมีไม่มาก จากการสืบค้นพบข้อมูลเบื้องต้นจากรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมัน พบว่า ผลผลิตในอนาคตอาจจะมีแนวโน้มคงที่จากระดับของปีฐาน (ปี ค.ศ.2000-2009)

(6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อผลไม้ (ทุเรียน ลองกอง มังคุด)

ทุเรียน

ศิริพร วรกุลดำรงชัย (2555) ได้ทำการศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี 50 คนและการสนทนากลุ่มในผู้นำเกษตรกร 7 คนและผู้ทรงคุณวุฒิ 2 คน ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต ปัจจุบันและอนาคตของจังหวัดจันทบุรีรวม 70 ปี (1980S-2040S) ผลการศึกษา พบว่าในทศวรรษที่ผ่านมา (2000s) ชนิดของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ วาตภัย ภัยแล้งและน้ำท่วม เกิดขึ้นทุกปีแต่มีความรุนแรงเป็นบางปีเฉพาะในบางพื้นที่ และมีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนส่วนปัจจัยของสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนที่ไม่เหมาะสมในช่วงวิกฤตในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาการของทุเรียน ก็ส่งผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะในขั้นตอนการชักน้ำ การออกดอก การติดผล การพัฒนาการของผล การเก็บเกี่ยวและคุณภาพของผลผลิตสำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 3 ทศวรรษหน้า (2020s-2040s) เมื่อเปรียบเทียบกับทศวรรษนี้ (2010s) พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนรวมรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.54°C , 0.57°C , 37.61 mm . ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและจำนวนวันที่ฝนตก มีแนวโน้มลดลงเท่ากับร้อยละ 0.14 และ 1.3 วันตามลำดับ ย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนในด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิตรวมทั้งการระบาดของโรครากเน่าและโคนเน่าที่จะมีเพิ่มขึ้นกว่าในปัจจุบัน

มังคุดและลองกอง

จักรพงศ์ จิระแพทย์ (2556) ได้ทำการศึกษการพัฒนาในรอบปีและการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบของมังคุดและลองกองที่จังหวัดนราธิวาส โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟีนอลในใบในรอบปีกับปริมาณคาร์โบไฮเดรต ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบไม้ผล 2 ชนิด คือ มังคุดและลองกอง ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ระหว่างเดือนตุลาคม 2550-กันยายน 2551 โดยเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตในรอบปีและวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอรัสและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ พบว่า พื้นที่ทดลองมีปริมาณน้ำฝนสะสมเท่ากับ 2,463.9 มิลลิเมตร การคายระเหยน้ำสะสมเท่ากับ 1,780 มิลลิเมตรและอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.7°C องศาเซลเซียส โดยฟีนอลในใบในรอบปี 2551 พบว่า มังคุดมีการแตกใบอ่อน 1 ครั้งช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ออกดอกช่วงมกราคม-กุมภาพันธ์และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนกรกฎาคม ส่วนลองกองมีการแตกใบอ่อน 2 ครั้ง คือตุลาคม-พฤศจิกายน 2550 และกันยายน- ตุลาคม 2551 ออกดอกในช่วงมีนาคม-เมษายนและเก็บเกี่ยวผลผลิต

ประมาณกลางเดือนมิถุนายน เมื่อศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตไนโตรเจนและฟอสฟอรัส พบว่า มังคุดมีปริมาณไนโตรเจนในใบค่อนข้างคงที่ตลอดระยะการเจริญเติบโต ขณะที่ ลองกองมีปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะแรกแล้วลดลงต่ำสุดช่วงเดือนมกราคมก่อนจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะแตกตาดอกเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตและอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนที่พบในไม้ผลทั้ง 2 ชนิด มีค่าเพิ่มขึ้นในระยะแรกจนกระทั่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดในช่วงการพัฒนาผลของมังคุด และระยะการแตกตาดอกของลองกองก่อน จะลดลงในช่วงปลายฤดูกาล ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส พบว่า ทุกช่วงของการเจริญเติบโตจะมีการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปตลอดฤดูกาล

ลองกอง

พรอุมา อุไรพันธ์ (2552) ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อซีพลักซ์ของลองกองในจังหวัดสงขลา โดยใช้สวนลองกอง 6 สวน คือ สวนที่อำเภอนาหม่อม จำนวน 3 สวน และ สวนที่อำเภอรัตภูมิ จำนวน 3 สวน ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางสารเคมีและกายภาพของดินที่ใช้ปลูกลองกอง สรีระวิทยา การออกดอก และคุณภาพผลผลิต ในช่วงเดือนมีนาคม 2551-เมษายน 2552 จากการศึกษา พบว่า สวนลองกองทั้ง 6 สวน ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และในการประเมินความสมดุลของน้ำจากการคายระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนรายเดือน พบว่า บริเวณพื้นที่อำเภอนาหม่อมช่วงแล้งในเดือนกุมภาพันธ์ 2551 แสดงให้เห็นการขาดน้ำอย่างชัดเจน ซึ่งกระตุ้นให้ลองกองทั้ง 3 สวนในอำเภอนาหม่อมออกดอก และเก็บผลได้ช่วงปลายเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2551 แต่ที่อำเภอรัตภูมิฝนตกในช่วงฤดูร้อน ทำให้เกิดสภาวะให้ผลเว้นปี (alternate bearing) เดือนกันยายน 2551 มีการทิ้งช่วงของฝน ซึ่งกระตุ้นให้ลองกองมีการออกดอกนอกฤดูกาล และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน 2552 โดยมีการพัฒนาของตาดอก 4 สัปดาห์ และการพัฒนาของผลหลังดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยว 13-15 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการกระจายตัวของฝนที่แตกต่างกัน น่าจะมีผลทำให้ลองกองมีการออกดอกในฤดูกาลและนอกฤดูกาลในจังหวัดสงขลา ซึ่งคุณภาพผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกันระหว่างผลผลิตในฤดูกาลและนอกฤดูกาล แต่ทั้งนี้ คุณภาพผลผลิตทั้งสองฤดูยังเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั้งลักษณะภายนอก และรสชาติจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น อาจเป็นผลดีในอนาคต ในการกำหนดเขตพื้นที่สำหรับการผลิตลองกองในฤดูกาลและนอกฤดูกาล เพื่อแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดราคาผลผลิตตกต่ำให้แก่เกษตรกรอีกทางเลือกหนึ่ง

มังคุด

ยุวดี มานะเกษม (2538) ได้ทำการศึกษาช่วงและระยะเวลาการเกิดใบ การเจริญเติบโตของใบ การออกดอก และติดผล (phonological cycle) ของมังคุด พร้อมกับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเป็นปลายยอดหรือยอดอ่อน (apices) โดยการลอก (dissecting) ภายใตกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ พบว่า การที่จะบังคับให้มังคุดออกดอกเร็วขึ้นด้วยสารเคมีหรือปัจจัยอื่นๆ ควรทำเมื่อใบมังคุดชุดที่ 2 เป็นใบเพสาด คือ ระหว่างกลางถึงปลายเดือนกันยายน ทั้งนี้ สำหรับมังคุดที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีหรือบริเวณใกล้เคียง การชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุดโดยอิทธิพลสภาพแวดล้อมหรือภูมิอากาศจะเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนธันวาคม เมื่ออุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน (เฉลี่ย 14 วัน) เท่ากับ 21 °C และเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดลดลงหรือเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 °C จาก 21 °C จะทำให้เปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดการออกดอกเพิ่มขึ้นหรือลดลง 10.5 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงของปลายยอดจากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเป็นไปทางดอกและผล เริ่มจากการที่ปลายยอดนูนเป็น 4 ส่วน แล้วเปลี่ยนเป็น

กลมนูนประกบเข้าหากัน จากนั้นจะเป็นการพัฒนาของส่วนประกอบของดอก เช่น รังไข่ กลีบเลี้ยง และกลีบดอก จนกลายเป็นดอกที่สมบูรณ์ มังคุดก็จะออกดอกและติดผลต่อไป

อรอนงค์ บุญคล่อง (2548) ได้ตรวจสอบปัจจัยด้านภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง (จำนวนวันที่ฝนตก จำนวนวันที่ฝนแล้ง อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด) ที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ปลูกมังคุดทั้งสามพื้นที่ในประเทศไทย คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกมีจำนวนวันที่ฝนตกลดลง และจำนวนวันที่ฝนแล้งเพิ่มมากขึ้นในช่วงที่ติดต่อกันมากกว่า 20 ปี แต่ในช่วงเวลานี้ ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันที่ฝนตกและจำนวนวันที่ฝนแล้งกับพื้นที่ภาคใต้และพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและในช่วงเวลานี้ไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของทั้งสามพื้นที่ นอกจากอุณหภูมิต่ำสุดในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การออกดอกของมังคุดในพื้นที่ภาคใต้มีแนวโน้มที่จะออกดอกนอกฤดูกาล ซึ่งทำให้มีช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดเป็น 2 ช่วงคือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม และช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดพื้นที่ภาคใต้สั้นกว่าพื้นที่ภาคตะวันออก และอีกประเด็นหนึ่งจะเห็นว่าพื้นที่ในภาคตะวันออก มีฤดูกาลออกดอกมังคุดและฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดเพียง 1 ครั้ง คือ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปริมาณผลผลิตมังคุดในพื้นที่ภาคใต้ ไม่แตกต่างไปจากปริมาณผลผลิตมังคุดในพื้นที่ภาคตะวันออก ความลึกของชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่ภาคใต้น้อยกว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่าปริมาณน้ำพร้อมใช้ในชั้นดินลดลงและคงสภาพต่ำในช่วงก่อนออกดอกมังคุดทั้งในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออก บางปีการออกดอกมังคุดในพื้นที่ภาคใต้มี 2 ครั้ง เมื่อมีช่วงแล้งก่อนฤดูกาลออกดอกยาวนานเพียงพอ และผลผลิตมังคุดในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงสอดคล้องกับระยะเวลาการทิ้งช่วงแล้งก่อนออกดอกของมังคุด

สายัณห์ สดุดี (2550) ได้ทำการศึกษา ผลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยา และการพัฒนาการในรอบปีของมังคุดโดยใช้ต้นมังคุดที่ศึกษาจาก 4 สวนในอำเภอบางใหญ่จังหวัดสงขลาโดยมีการศึกษาช่วงการบานของดอกและการพัฒนาของผลในรอบปีช่วงระหว่างปี 2540-2549 ช่วงดังกล่าวมีการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำรายวัน พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาขณะที่แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนลดลงผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาวะโลกร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาในรอบปีของมังคุด

2.6 ยางพาราในภาคใต้และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตน้ำยาง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ อยู่ในวงศ์ Euphobiaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ทั่วโลก มีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดในปี 2553 ประมาณ 72.21 ล้านไร่ ร้อยละ 76.4 เป็นพื้นที่ปลูกที่อยู่ในประเทศกลุ่มอาเซียน สภาพสวนยางส่วนใหญ่เป็นสวนยางขนาดเล็ก ใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก อินโดนีเซียเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด จำนวน 21.53 ล้านไร่ รองลงมาไทย 18.76 ล้านไร่ และมาเลเซีย 6.38 ล้านไร่ ที่เหลือเป็นพื้นที่ปลูกยางของประเทศอื่นๆ สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางในปี 2553 ทั้งสิ้น 18,761,231 ไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 11,906,882 ไร่ รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3,477,303 ไร่ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 2,509,644 ไร่ และภาคเหนือ 867,402 ไร่ รวมทั้งสิ้น 67 จังหวัด ดังนั้นภาคใต้มีพื้นที่ปลูก 63.47% ของประเทศ (สถาบันวิจัยยาง, 2555) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา ควรเป็นพื้นที่ราบ ถ้าเป็นพื้นที่ลาดชันไม่ควรเกิน 35 องศา ควรมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร

ความลึกของหน้าดินไม่น้อยกว่า 1 เมตร ดินควรเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนทราย และควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.5-5.5 มีปริมาณน้ำฝนรายปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันประมาณ 7 องศาเซลเซียสและมีจำนวนวันฝนตก 100-150 วัน และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989)

2.6.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา

- เขตปลูกยาง ยางพารามีการเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระหว่างเส้นรุ้งที่ 10 องศาใต้ – 15 องศาเหนือ แหล่งผลิตยางที่สำคัญอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6 องศาเหนือและใต้ อย่างไรก็ตาม ในเขตร้อนชื้นระหว่างเส้นรุ้งที่ 28 องศาเหนือและใต้ ยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533)

- ความสูงของพื้นที่ปลูกจากระดับน้ำทะเล โดยพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพาราควรสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร และความสูงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละ 100 เมตร อุณหภูมิจะลดลง 0.5 องศาเซลเซียส ทำให้ต้นยางพารามีการเจริญเติบโตช้า และมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบที่มีความลาดชันน้อยกว่า 35 องศาเซลเซียส โดยการปลูกยางพาราในพื้นที่ที่มีความชันระหว่าง 9 -11 องศาทำให้ต้นยางพารา มีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นสูงสุด (เสาวนีย์ ก่ออุทัยกุลรังสี, 2546)

- ดิน ลักษณะดินที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา ควรเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายและดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ระหว่าง 4.0 - 5.5 มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี รวมทั้งมีระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 1 เมตร โดยไม่มีชั้นหินแข็งหรือดินดานที่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากยาง

- ฝน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของต้นยาง ซึ่งมีความต้องการปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 100-150 วันต่อปี และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989) ต้นยางมีการปรับตัวในช่วงฤดูแล้ง ในบางบริเวณ พบว่าต้นยางสามารถใช้ น้ำที่เหลืออยู่จากช่วงฤดูฝนได้ (Moraes, 1977) ในประเทศไทยซึ่งมีช่วงแล้งนานกว่า 6 เดือน พบว่า ต้นยางถูกยับยั้งการเจริญเติบโตถึง 15 เปอร์เซ็นต์ (Saengruksowong et al., 1983) นอกจากนี้ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ได้พิจารณาปัจจัยด้านภูมิอากาศ โดยเฉพาะด้านอุทกวิทยาเป็นเกณฑ์เบื้องต้นแล้วนำไปประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ร่วมกับแผนที่ความเหมาะสมของดิน นำมาจัดแบ่งเขตภูมิอากาศสำหรับยางพาราตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 6 เขต คือ เขตที่ 1 ปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี เป็นพื้นที่ที่ไม่แนะนำให้ปลูกยางพารา เขตที่ 2 ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 5 เดือน มีศักยภาพในการปลูกยางพาราดำ เขตที่ 3 ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 3-4 เดือน เป็นเขตที่เหมาะสมปานกลางสำหรับยางพารา การกระจายตัวของน้ำฝน เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตยาง เขตที่ 4 เป็นเขตที่เหมาะสมมากสำหรับยางพารา มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,500-2,200 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 1-3 เดือน ปัจจัยด้านอุทกวิทยาไม่เป็นขีดจำกัด เขตที่ 5 เป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมาก ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 2,300-3,000 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นขีดจำกัดต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตยาง เขตที่ 6 เป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมากเกินไป จนเป็นขีดจำกัดที่รุนแรงสำหรับยางพาราทั้งในด้านโรคและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการปลูกยางพารา โดยยางพารา จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ระหว่าง 65-90 เปอร์เซ็นต์ ต้น

ยางที่ปลูกใหม่หากได้รับการกระทบจากการมีแสงจัดหรือความชื้นในอากาศต่ำเป็นเวลานานจะมีอัตราการตายสูงมาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533)

- อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกยางอยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการปลูกยาง หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้ต้นยางพาราชะงักการเจริญเติบโต นอกจากนี้ อุณหภูมิที่สูงเกิน 35 องศาเซลเซียส มีผลให้ปากใบของใบยางพาราปิด ซึ่งทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของใบยางพาราลดลง (Rao et al., 1990) ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 37 องศาเซลเซียส ควบคู่กับการเกิดความเครียดของความชื้นในดิน (Soil Moisture Stress) ทำให้ใบเกิดความเสียหายและขอบใบไหม้ได้ รวมถึงอุณหภูมิสูงจะยับยั้งอัตราการไหลของน้ำยางและทำให้ผลผลิตของน้ำยางลดลง

2.6.2 การเกิดน้ำยาง

น้ำยาง เป็นของเหลวอยู่ในเซลล์ การไหลของน้ำยางอยู่ในเซลล์ที่น้ำยางมีการเรียงตัวเป็นท่อยาวแต่ละท่อเชื่อมติดกันเป็นร่างแหจัดเป็น secondary phloem อยู่ในส่วนของเปลือกอ่อนใกล้เยื่อเจริญการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารน้ำตาลและน้ำจากเซลล์ parenchyma และ sieve tube ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์ที่น้ำยางผ่าน plasmalemma เข้าสู่กระบวนการสร้างน้ำยางซึ่งประสิทธิภาพในการสร้างน้ำยางขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงพลังงานน้ำและธาตุอาหารภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (พิศมัย จันทุมมา, 2544) ต้นยางผลิตน้ำยางโดยนำเอาผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง คือ แป้งและน้ำตาล มาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง แป้งและน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง นอกจากจะใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยางแล้ว ยังถูกนำไปใช้ในกระบวนการอื่นเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรองในกระบวนการสร้างน้ำยางต้องใช้พลังงานมาก 2.5 เท่าของการสร้างเนื้อไม้ (Gohet and Chantuma, 1999) จากรายงานของ Silpi et al. (2004) พบว่า การกรีดยางมีผลทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น น้ำยางถือว่าเป็นผลผลิตสุดท้าย น้ำยางเป็นส่วนของไซโตพลาสซึมที่อยู่ภายในท่อน้ำยางของต้นยาง มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวเหมือนนํ้านมหรือสีครีม อยู่ในสภาพเป็นสารแขวนลอย อัตราการสังเคราะห์แสงจะขึ้นลงตามเวลา โดยมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในเวลาประมาณ 18.00 น. แสดงว่าต้นยางสะสมวัตถุดิบและพลังงานเอาไว้ในเวลากลางวัน และเมื่อการสังเคราะห์แสงลดลงในตอนเย็น การสังเคราะห์น้ำยางจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุด การใช้ระบบกรีดยางที่เหมาะสมจะทำให้กรีดยางได้นาน เพราะในการกรีดยางแต่ละครั้งมีการสังเคราะห์น้ำยางทดแทนขึ้นมาใหม่ภายในท่อน้ำยางจนมีสภาพปกติภายในเวลา 48-72 ชั่วโมง น้ำยางมีส่วนประกอบของเนื้อยางแห้ง 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 55 – 60 เปอร์เซ็นต์และส่วนประกอบอื่น ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เรซิน เกลือ และน้ำตาล ในอัตราส่วนที่ครบ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี (2546) รายงานว่า น้ำยางมีความหนาแน่น 0.975 – 0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร ค่า pH ประมาณ 6.5 – 7.0 ส่วนความหนืด มีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุต้นยาง ระบบกรีดยาง ฤดูกาล และส่วนประกอบในน้ำยาง

2.6.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต

ผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการคือ 1) การไหลและการหยุดไหลของน้ำยาง และ 2) การสร้างน้ำยางในช่วงระหว่างการกรีดยางครั้งแรกและครั้งที่ 2 ต้นยางนำแป้งและน้ำตาลจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงมาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง เสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง ดังนั้น จึงต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง พิศมัย จันทุมมา (2544) ได้รายงานไว้ว่า ผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการ คือ การไหลของน้ำยาง อัตราการไหลและ

ระยะเวลาการไหลของน้ำยาง การไหลของน้ำยางขึ้นอยู่กับความดันภายในท่ออาหารและท่อน้ำยางมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างแรงดันกับการไหลของน้ำยางในระหว่างการกรีดยาง น้ำยางเป็นส่วนที่ได้รับจากเปลือกของต้นยางโดยการกรีด ซึ่งน้ำยางที่ไหลออกมามีปริมาณน้อย (50 – 60%) น้ำยางจะมีความหนืดสูงเป็นสาเหตุทำให้น้ำยางไหลช้าลงและแข็งตัวที่รอยกรีด ในขณะที่ปริมาณน้อย น้ำยางไหลต่อเนื่องเป็นเวลานาน 2 – 3 ชั่วโมง จากนั้นจะค่อยๆ ลดน้อยลง การหยุดไหลของน้ำยาง เนื่องจากการจับตัวของน้ำยางเกิดการอุดตันบริเวณหน้ากรีดยาง ซึ่งการอุดตันช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับพันธุ์ยางและระบบกรีดยาง

2.6.4. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ และสภาพภูมิอากาศในอนาคตคาดว่าอุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้นประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของปัจจุบัน อุณหภูมิสูงสุดจะเพิ่มสูงขึ้น ฤดูแล้งส่งผลกระทบต่อหลายพื้นที่มากขึ้น บางพื้นที่ที่มีปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้น (อรรถเดช ศรีบุตตะ และพัชรี แสนจันทร์, 2545; Justus and Fletcher, 2006) มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่างๆ ของต้นพืช เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจ ส่งผลต่อผลิตภาพของพืช แนวทางที่ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว นิยมใช้การประยุกต์แบบจำลองของพืช กับแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการประเมินและประมาณการเปลี่ยนแปลงทั้งสองระบบ (Allen et al., 1996; Luo et al., 2005) สำหรับยางพารา ได้มีการรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศและปัจจัยการผลิตอื่นเพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลอง เพื่อคาดคะเนผลผลิตยางพาราในประเทศไทย สมเจตน์ ประทุมมินทร์ และคณะ (2545) ได้ศึกษาประเมินสภาพพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ซึ่งใช้วิธีการประเมินศักยภาพที่ดินร่วมกับการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกยางพาราและแบ่งเขตพื้นที่ปลูกที่มีศักยภาพในภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ของประเทศไทยได้นอกจากนี้ สมเจตน์ ประทุมมินทร์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำแบบจำลองการผลิตพืชวิเคราะห์ร่วมกับการประเมินสภาพพื้นที่ปลูกยางพารา ทำให้สามารถคาดคะเนผลผลิตน้ำยางได้ใกล้เคียงกับในสภาพแปลงปลูกจริง ซึ่งแบบจำลองได้ใช้ 2 ปัจจัยที่สำคัญคือ

2.6.4.1 ปัจจัยด้านพันธุกรรม ยางแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกัน ตามความแตกต่างทางพันธุกรรม (Simmonds, 1989) พันธุ์ยางที่เจริญเติบโตดีหรือมีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงสูง มีความสามารถในการสร้างมวลชีวภาพได้ดี เช่น พันธุ์ RRIT 251 ที่เจริญเติบโตได้เร็วกว่าพันธุ์ RRIM 600 ในระยะก่อนเปิดกรีด และมีผลผลิตน้ำยางเฉลี่ย 10 ปีกรีด สูงกว่าถึง 60% (สถาบันวิจัยยาง, 2546ก) เช่นเดียวกับการสะสมน้ำหนักแห้งในลำต้น ซึ่งพบว่า พันธุ์ RRIT 402 สามารถให้ปริมาณเนื้อไม้ในส่วนท่อนสูงสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ถึง 97% (สถาบันวิจัยยาง, 2546ข) นอกจากนี้ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น ขนาดทรงพุ่ม รูปทรงฉัตร และการจัดเรียงตัวของใบมีผลต่อประสิทธิภาพในการรับแสงและการสังเคราะห์แสงของยางพารา (สุทัศน์ ด้านสกุลผล, 2543)

2.6.4.2 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาด้วย อันได้แก่ การเปลี่ยนแปลงในรอบวันของสภาพอากาศ เช่น ปริมาณแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแรงดูดซึมน้ำในบรรยากาศ ที่ส่งผลต่อการเปิดปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ และการสังเคราะห์แสงในแต่ละวันของยางพารา (ศรปราชญ์ ธีโนศวรรยวงศ์กูร และคณะ, 2544; Watson, 1989) รวมถึงความชื้นในดิน ความเป็นกรดด่างของดิน ธาตุอาหารในดิน โครงสร้างและลักษณะเนื้อดิน ความลาดชัน และความ

สูงต่ำของพื้นที่หรือพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก นอกจากส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตแล้ว ยังมีผลต่อความอยู่รอดของยางพาราด้วย นอกจากนี้ พลวัตรของน้ำในดิน เช่น การไหลบ่า การระบายน้ำ การระเหยน้ำ ระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีผลต่อการดูดซึมน้ำของต้นยางพาราแตกต่างกันในรอบปีอีกด้วย (Pratummintra et al, 2002) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกลไกการไหลของน้ำในดินสุราก จากรากสู่ส่วนต่าง ๆ ของต้น และการคายน้ำจากใบสู่บรรยากาศ (Thornley, 1996) จากปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จึงส่งผลต่อการสร้างพื้นที่ใบ การสร้างมวลของกิ่งก้าน ลำต้น ราก ปริมาณน้ำยาง และการสะสมธาตุอาหารที่เป็นในต้นยางพารา เพราะพืชที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง มีการสะสมน้ำแห้งหรือสร้างมวลชีวภาพได้ดี รวมถึงกระบวนการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชที่ดีในระยะต่อมา (Asaeda et al., 2005)

ทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีฝนมากขึ้นในเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในประเทศไทยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก อาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส แต่การเปลี่ยนแปลงในเชิงของอุณหภูมิที่สำคัญประการหนึ่ง คือ จำนวนวันที่อากาศเย็นในรอบปีจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดและในทางกลับกัน จำนวนวันที่อากาศร้อนในรอบปีก็จะเพิ่มขึ้นมากขึ้น ซึ่งหากจะกล่าวในอีกนัยหนึ่ง ก็คือแม้ว่าประเทศไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะไม่ร้อนขึ้นมากนักแต่จะร้อนนานขึ้นกว่าเดิมมาก โดยที่ฤดูร้อนจะยาวนานกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัดและฤดูหนาวในประเทศไทยจะหดสั้นลง นอกจากนี้ อำนาจ ชิดไธสง (2553) พบว่าในรอบ 56 ปีที่ผ่านมาปริมาณฝนทั่วทั้งประเทศไทย มีค่าแปรปรวนกว่าค่าปกติ อีกประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญก็คือความแปรปรวนหรือความแตกต่างระหว่างฤดูต่อฤดูหรือในระหว่างปีต่อปีอาจเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

สำหรับการนำแบบจำลองการผลิตพืช มาประยุกต์ใช้ในการผลิตยางพารานั้น หากนำข้อมูลพื้นฐานจากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตเหล่านี้ และใช้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา สามารถคาดคะเนการให้ผลผลิตยางได้โดยอาศัยสมการพื้นฐาน ตามวิธีของสมเจตน์ ประทุมมินทร์ และคณะ (2545); Pratummintra et al (2002) ได้สร้างแบบจำลอง 3 แบบ ดังนี้

1. แบบจำลองศักยภาพการผลิตจากพลังงานแสงและความร้อน (Radiation-thermal production potential simulation model; RPP) แบบจำลองนี้ ใช้หลักสมมติฐานจากสมการพื้นฐานความสมบูรณ์ของต้นพืช โดยไม่มีข้อจำกัดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต เช่น ความสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหาร โรคแมลง หรือปริมาณน้ำ ในการประยุกต์ใช้สร้างเป็นแบบจำลอง RPP ของยางพาราถือว่า ต้นยางพารามีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงสุด ผลผลิตหรือมวลชีวสังเคราะห์ที่สามารถสังเคราะห์ได้ในแต่ละวัน จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตยางในสภาพแปลงจริง ทั้งนี้ แบบจำลองจะมีความผันแปรจากสภาพภูมิอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ผลผลิต เช่น ปริมาณแสงแดดที่ต้นยางพาราได้รับในแต่ละวัน อัตราการดูดซึมน้ำและแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ในทรงพุ่ม ซึ่งมีผลต่ออัตราการผลิตมวลชีวภาพสูงสุดของยางพารา (ศรปราชญ์ ธนาศวรรยาศักดิ์ และคณะ, 2544)

2. แบบจำลองศักยภาพการผลิตที่จำกัดน้ำ (Water limited production potential simulation model; WPP) แบบจำลองนี้ พัฒนาจากการนำแบบจำลอง RPP มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความอุดมสมบูรณ์เชิงพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา โดยใช้หลักสมมูลของน้ำในดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา สามารถคาดคะเนระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน และการใช้น้ำของยางพาราในแต่ละช่วงของฤดูกาลได้ โดยอาศัยปัจจัยพื้นฐานจากอัตราการระเหย และคายน้ำทั้งในสภาพแปลงจริงและการประเมินทางทฤษฎี ทำให้สามารถ

ประเมินค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดของต้นยางพารา และอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในรอบวันได้แม่นยำขึ้น จึงทำให้แบบจำลอง WPP สามารถประเมินผลผลิตยางพาราใกล้เคียงกับผลผลิตในแปลงจริงสูงขึ้น

3. แบบจำลองศักยภาพการให้ผลผลิตสูงสุด (Maximum production potential simulation model; MPP) จากผลการประเมินผลผลิตยางที่ได้จากแบบจำลอง RPP และ WPP พบว่า มีความแม่นยำในการเปรียบเทียบกับผลผลิตจริงในแปลงค่อนข้างสูง คือ $y_{RPP} = 1.525x - 242.66$ ($r^2 = 0.76$) และ $y_{WPP} = 1.495x - 560.18$ ($r^2 = 0.84$) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อนำปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการให้ผลผลิตยางพารามาวิเคราะห์เพิ่มเติม ได้แก่ ระบบกริด และดัชนีจำนวนวันกริดยางที่ต้องสูญเสียเนื่องจากวันฝนตก เนื่องจากจำนวนวันฝนตกมีผลต่อช่วงเวลาในการกริดและการเก็บน้ำยาง ทำให้ผลผลิตน้ำยางรวมคลาดเคลื่อนได้ (Watson, 1989) ทำให้ได้ค่าการประเมินผลผลิตยาง และผลผลิตยางในแปลงจริงมีความแม่นยำสูงขึ้น คือ $y_{MPP} = 1.421x - 558.63$ ($r^2 = 0.90$) จึงแสดงให้เห็นว่า การใช้สมการพื้นฐานในการประเมินประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและผลผลิตมวลรวมของพืช สามารถนำไปประเมินการให้ผลผลิตของยางพาราได้ อย่างไรก็ตาม การประเมินผลผลิตยางจากทั้ง 3 แบบจำลอง ให้มีความแม่นยำสูงขึ้น จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัย ที่มีผลต่อการตอบสนองต่อผลผลิตยางพาราเพิ่มเติม ซึ่งในปัจจุบัน การศึกษาแบบจำลองในยางพารา ยังคงเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญบางประการเท่านั้น เช่น สมดุลของน้ำในดิน รวมถึงระบบกริดและจำนวนวันกริด ทั้งที่ในสภาพปกติแล้ว ยางพาราจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำยางและไม่ทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วย ได้แก่ การจัดการในสวน การเข้าทำลายของโรคที่สำคัญบางชนิด เช่น โรคใบร่วงจากเชื้อ *Phytophthora* spp. โรคราแป้ง โรคเส้นดำ (สถาบันวิจัยยาง, 2544) รวมถึงอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำยาง เช่น อาการน้ำยางแห้งและเปลือกแห้ง (Nandris et al., 2004) ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการสร้างเนื้อไม้ เช่น แคลเซียม รวมถึงปัจจัยทางสังคมที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการตัดสินใจและระบบการผลิต (จินตนา บางจัน และสุนทรียังษ์ชาลย์, 2544; Somboonsuke et al., 2002) ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาหรือพัฒนาให้ครอบคลุมเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สามารถคาดคะเนผลผลิตน้ำยาง ได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด และนำไปสู่การพัฒนาเป็นแบบจำลองการผลิตยางพาราที่มีประสิทธิภาพในอนาคตได้ (ระวี เจริญวิภา, 2550)

การคำนวณแบบจำลองทั้ง 3 แบบ ใช้ตัวแปรเป็น input ในการคำนวณแบบจำลองที่เป็นปัจจัยสำคัญคือ แนวโน้มของสภาพอากาศที่จำเพาะกับพื้นที่นั้นๆ ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพภูมิอากาศ ในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาวะโลกร้อน ซึ่งได้แก่ 1) อุณหภูมิ อุณหภูมิเหมาะสมกับการปลูกยางพาราทั่วไปควรอยู่ระดับ 18–35 °C อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป มีผลต่อความเจริญเติบโตของต้นยางพารา และอาจทำให้ต้นยางเสียหายได้ 2) ฝน เป็นปัจจัยตรงที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของยางพารา นอกจากน้ำฝนจะช่วยละลายธาตุอาหารจากดิน ช่วยปรับระดับความเข้มข้นของสารละลายดินให้เหมาะสมที่รากยางพาราจะนำธาตุอาหารต่างๆ ไปใช้แล้ว น้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์อีกด้วย

2.6.5 โรคที่เป็นปัญหาสำคัญของยางพารา

โรคยางพาราที่สำคัญส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา โดยการระบาดของโรคมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ ทั้งปริมาณและการกระจายตัวของฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ รวมทั้งการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งโรคที่เป็นปัญหาสำคัญของยางพารา (สถาบันวิจัยยาง, 2551) มีดังนี้

2.6.5.1 โรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อคอลเลโทตริคัม (*Collectotrichum* leaf spot) เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. และ *Collectotrichum* sp. มีลักษณะอาการ คือ ใบยางอ่อน

ที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย ปลายใบจะบิดงอ เหี่ยวแห้งและร่วงหล่นเหลือแต่ก้านใบ ในระยะใบเพสลาด ใบบางส่วนอาจบิดงอและพบจุดแผลสีน้ำตาล ขอบแผลสีเหลือง ขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เมื่อใบยาวอายุมากขึ้น จุดเหล่านี้จะนูน เนื้อเยื่อตรงกลางแผลอาจทะลุเป็นรู ถ้าระบาดรุนแรงอาจพบแผลบนกิ่งอ่อนหรือยอดอ่อน และทำให้เกิดอาการตายจากยอดได้ ส่วนต้นยางเล็กที่เจริญในพื้นที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ เช่น ดินทราย ดินด่าง หรือพื้นที่ที่การระบายน้ำไม่ดี พบรอยแผลสีน้ำตาลบนใบ ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ กลางแผลมีสีน้ำตาลอ่อนขอบแผลมีรอยหยักเป็นคลื่น ไม่สม่ำเสมอ มีสีน้ำตาลเข้มและมีวงสีเหลืองล้อมรอบรอยแผล เนื้อเยื่อกลางรอยแผลยุบตัวลงเป็นชั้นๆ อาการในขั้นรุนแรงใบจะเหลืองและร่วง บริเวณลำต้นที่มีสีเขียวพบรอยแผลซ้ำสีน้ำตาล เริ่มจากรอยแผลวงรีขนาดเล็กแล้วขยายใหญ่ขึ้น จนกระทั่งแผลหลายๆ แผลขยายมาชนกัน เกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ลุกลามไปรอบต้นทำให้ต้นยางตาย ระบาดรุนแรงกับยางที่แตกใบอ่อน ในช่วงที่มีฝนตกชุก ความชื้นสูงเชื้อระบาดโดยน้ำฝน ลม และแมลง

2.6.5.2 โรคราแป้ง (Powdery mildew) เกิดจากเชื้อรา *Oidiumheveae*Steinm. มีลักษณะอาการคือ เชื้อราเข้าทำลายใบอ่อน ทำให้ใบงอ บิดงอ เน่าดำ และร่วง ในระยะเพสลาดจะสังเกตเห็นกลุ่มของเส้นใยและสปอร์สีขาว-เทา ที่เชื้อราสร้างขึ้นบริเวณผิวใบ โดยเฉพาะผิวใบด้านล่าง เนื้อเยื่อบริเวณที่เชื้อราเจริญจะค่อยๆ เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาล รูปร่างไม่แน่นอนตามขนาดและขอบเขตของบริเวณที่เชื้อราเจริญอยู่ก่อน จุดแผลนี้จะปรากฏบนใบจนกว่าใบย่อยจะหลุดร่วง หากเชื้อเข้าทำลายรุนแรงใบจะร่วงเกือบหมดต้น กิ่งแขนงบางส่วนแห้งตาย ถ้าเชื้อทำลายดอกจะทำให้ดอกร่วง เหลือแต่ก้านดอก ระบาดรุนแรงในช่วงย่างผลิใบใหม่ มักแพร่ระบาดในสภาพอากาศกลางวันค่อนข้างร้อน กลางคืนอากาศเย็น มีความชื้นสูง มีหมอกในตอนเช้า หรือมีฝนตกปรอยๆ ในบางวัน เชื้อแพร่ระบาดโดยลมและแมลง

2.6.5.3 โรคใบจุดก้างปลา (*Corynespora* leaf disease) เกิดจากเชื้อรา *Corynesporacassiiicola* (Burk. & Curt.) Wei. มีลักษณะอาการ คือบนใบที่พบมีตั้งแต่จุดแผลลักษณะกลม หรือรูปร่างไม่แน่นอนทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก กลางแผลมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบแผลสีน้ำตาลเข้ม และมีวงสีเหลืองล้อมรอบรอยแผล แผลอาจขยายลุกลามเข้าไปตามเส้นใบ ทำให้แผลมีลักษณะคล้ายก้างปลา หากระบาดรุนแรงจะทำให้ใบอ่อนไหม้ แห้งเหี่ยว ใบร่วง เมื่อแตกยอดใหม่ก็จะถูกเชื้อเข้าทำลายและใบร่วงซ้ำอีก ทำให้ต้นยางชะงักการเจริญเติบโต เชื้อสามารถทำให้เกิดรอยแผลสีน้ำตาลบนก้านใบ กิ่งแขนงและลำต้นที่เป็นสีเขียว มีลักษณะยาวรีขยายไปตามความยาวของลำต้น เนื้อเยื่อตรงกลางแผลบวมลง ถ้าสภาพอากาศเหมาะสมจะขยายขนาดและลุกลาม จนทำให้กิ่งหรือยอดที่เป็นโรคแห้งตาย เชื้อราจะแพร่ระบาดโดยลม และฝน โรคระบาดรุนแรงในสภาพอากาศร้อน และมีความชื้นสูง

2.6.5.4 โรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปโทรา (*Phytophthora* leaf fall) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthorabotryose*Chee, *P. Palmivora* (Butl.), *P. Nicotianae* Van Breda de Haan var. *Parasitica*(Dastur) Waterhouse มีลักษณะอาการเด่นชัดที่ก้านใบ โดยปรากฏรอยแผลซ้ำสีน้ำตาลเข้มถึงดำตามความยาวของก้านใบ แผลบริเวณที่เป็นทางเข้าของเชื้อมีหยดน้ำยางเล็กๆ เกาะติดอยู่ เมื่อนำใบยางเป็นโรคมานำสะบัดเบาๆ ใบย่อยจะหลุดออกจากก้านใบโดยง่าย ทำให้ใบร่วงทั้งที่ยังเขียวสดอยู่ เชื้ออาจเข้าทำลายปลายใบหรือขอบใบ เกิดแผลสีน้ำตาล มีลักษณะซ้ำน้ำขยายติดต่อกันเป็นแผลใหญ่ ในสภาพอากาศเหมาะสมยางพันธุ์อ่อนแอ ใบจะร่วงหมด และผลผลิตลดลงอย่างชัดเจน เชื้อยังสามารถเข้าทำลายฝักยางได้ทุกระยะ ทำให้ฝักเน่า ถ้าความชื้นในอากาศสูงจะพบเชื้อราสีขาวเจริญปกคลุมฝัก ฝักที่ถูกทำลายจะเน่าดำค้างอยู่บนต้น ไม่แตกและร่วงหล่นตามธรรมชาติกลายเป็นแหล่งเชื้อโรคในปีถัดมา การแพร่ระบาด เชื้อราแพร่ระบาดโดยลมและฝน ความรุนแรงของโรค

ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันฝนตก เชื้อนี้ต้องการน้ำเพื่อการขยายพันธุ์ จึงระบาดได้ดีในสภาพอากาศ เย็น ฝนตกชุก มีความชื้นสูงต่อเนื่องกันอย่างน้อย 4 วัน โดยที่มีแสงแดดน้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน

2.6.5.5 โรคเส้นดำ (Black stripe) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora botryose* Chee, *P. palmivora* (Butl.) Butl. มีลักษณะอาการ คือ เนื้อรอยกรีดมีลักษณะเป็นรอยขีด ต่อมากลายเป็นรอยบวมสีดำหรือสีน้ำตาล ตามแนวยาวของลำต้น เมื่อเอียงเปลือกบริเวณรอยบวมสีดำจะเห็นลายเส้นดำบนเนื้อไม้ และอาจลุกลามลงใต้รอย กรีดถ้าอาการรุนแรง เปลือกบริเวณที่เป็นโรคปริเน่า มีน้ำยางไหล เปลือกเน่าหลุดออกมา ถ้าเข้าทำลายของเชื้อไม้ รุนแรง เปลือกใหม่จะเป็นปุ่มปม แพร่ระบาดโดยเชื้อบนฝักและใบที่เป็นโรคถูกชะล้างโดยน้ำฝนลงมาถึงหน้ากรีด พบระบาดรุนแรงเมื่อกรีดยางติดต่อกันในฤดูฝนโดยไม่มีการป้องกันรักษาหน้ากรีด โดยเฉพาะเมื่อความชื้นสูงกว่า 90% หน้ากรีดจะเปียกอยู่ตลอดเวลา เหมาะต่อการขยายพันธุ์ของเชื้อ

2.6.5.6 โรครากขาว (White root disease) เกิดจากเชื้อรา *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki มีลักษณะอาการ คือ เชื้อโรครากขาวสามารถเข้าทำลายต้นยางได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่อายุ 1 ปี ขึ้นไป เมื่อระบบรากถูกทำลายจะแสดงอาการให้เห็นที่ทรงพุ่ม ซึ่งเป็นระยะที่รุนแรงและไม่สามารถรักษาได้ บริเวณรากที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะปรากฏกลุ่มเส้นใยสีขาวเจริญแตกสาขาปกคลุมและเกาะแน่นกับผิวราก เมื่อเส้น ใยอายุมากขึ้นจะกลายเป็นเส้นกลมมนสีเหลืองซีด เนื้อไม้ของรากที่เป็นโรคในระยะแรกจะแข็งกระด้างเป็นสี น้ำตาลซีด ในระยะรุนแรงจะกลายเป็นสีครีม ถ้าอยู่ในที่ชื้นแฉะจะอ่อนนิ่ม ดอกเห็ดมีลักษณะเป็นแผ่นครึ่งวงกลม แผ่นเดียวหรือซ้อนกันเป็นชั้นๆ ผิวด้านบนมีสีเหลืองส้ม โดยมีสีเข้มสลับกันเป็นวง ผิวด้านล่างมีสีส้มแดง หรือสีน้ำตาล ขอบดอกเห็ดมีสีขาว ระบาดรวดเร็วในช่วงฤดูฝนซึ่งมีฝนตกชุก ความชื้นสูง

จากปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศมีความสำคัญต่อสรีรวิทยาของยาง รวมไปถึงการเกิด โรคที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตของยางพารา