

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ ประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อลักษณะชีพ
ลักษณะ และศึกษาประสิทธิภาพการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนของข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ งานวิจัยนี้ได้
ดำเนินการในพื้นที่ตำบลน้ำก้อซึ่งเป็นพื้นที่วิจัยหลัก และตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก ก จังหวัด
เพชรบูรณ์ โดยการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดเพชรบูรณ์จากกรม
อุตุนิยมวิทยา มีการประเมินลักษณะทางชีพลักษณะของข้าวได้มีการทดสอบข้าวไทย 3 สายพันธุ์ คือ
กข 10 ขาวดอกมะลิ 105 และพิษณุโลก 80 ใน 3 พื้นที่ทดลอง คือ ตำบลน้ำก้อ (NK I และ NK II)
และตำบลหนองสว่าง (NW) โดยทำการตรวจวัดลักษณะรูปแบบการผลิดอก ออกผล การเติบโต
ของข้าวทุกสัปดาห์ตลอดช่วงฤดูการเพาะปลูก นอกจากนี้ยังทำการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพใน
พื้นที่วิจัยตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือ
พื้นดินของพืชและในดิน โดยจะทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามแนวทางของ Walkley-Black
ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในช่วง 10 ปีย้อนหลังระหว่างปี ค.ศ.1999-2008 มีอุณหภูมิ
เฉลี่ยสูงขึ้นประมาณ 0.36-0.86 องศาเซลเซียส ทั้งจังหวัดเพชรบูรณ์ ผลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ
ไม่มีผลเหนี่ยวนำการยืระยะเวลาการเพาะปลูกข้าว แต่มีผลทำให้ข้าวมีอัตราการเกิดเมล็ดลีบสูงขึ้น
โดยเฉพาะข้าวสายพันธุ์ กข 10 (26.71-40.71%) เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บกัก
คาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือผิวดิน พบว่า ข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการสะสมอินทรีย์
คาร์บอนได้สูงกว่าข้าว กข 10 และพันธุ์พิษณุโลก 80 สรุปได้ว่าผลการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศที่
เป็นผลกระทบจากภาวะโลกร้อนมีผลต่อการเกิดเมล็ดลีบของข้าว โดยเฉพาะพันธุ์ กข 10 ในขณะที่
มีความเป็นไปได้ที่พื้นที่ปลูกข้าวจะเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน โดยการสะสมคาร์บอนในรูปอินทรีย์
คาร์บอนในมวลชีวภาพข้าวและดิน โดยควรส่งเสริมการปลูกข้าว ขาวดอกมะลิ 105 และต้องมีการ
วางแผนการจัดการที่ดีหากต้องการลดปัญหาภาวะโลกร้อน

ABSTRACT

The main objectives of this research were to evaluate the effect of global warming on phenology and focused on the carbon stock in different varieties of Thai rice. This research was conducted at NamKo sub-district which was a main research site (NK I and NK II), and also Nongsawang sub-district (NW), Lomsak district, Phetchabun Province. Physical factors in Phetchabun which formed secondary data were collected from the Thai Meteorological Department. This research monitored the phenology of three rice varieties: RD 10, Khao Dawk Mali 105, and Phitsanulok 80, and this research investigated the pattern of phenology every week through the growing season. Moreover, the physical factors were measured, and Organic carbon and biomass were analyzed in a laboratory by Walkley-Black procedure. The results revealed that the average temperature between 1999-2008 increased by approximately 0.36-0.86°C throughout the Province, though this increase could not lead to the rice cultivation period. On the other hand, the high temperature had effected on the spikelet sterility, especially in KK 10. Comparing the carbon stock in three types of Thai rice revealed that the total carbon storage in the standing biomass excluding below-ground biomass of Khao Dawk Mali 105 was significantly higher than RD 10 and Phitsanulok 80. The conclusion is that climate warming will induce high-temperature stress on Thai rice *i.e.* KK 10. Therefore, if we intend to contribute to the decrease in the problem of global warming, we should promote the Khao Dawk Mali 105 planting base linked with good management practice.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากความร่วมมือจากบุคคลและองค์กรจากหลายภาคส่วน คณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร .ชาลี นาวานุเคราะห์ คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้คำชี้แนะในการวางแผนทางการวิจัย รวมทั้งคอย ให้คำปรึกษาในระหว่างการดำเนินการวิจัย ในด้านการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ คณะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .พิระศักดิ์ ฉายประสาท คณบดีเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร รองศาสตราจารย์ มณฑนา นวลเจริญ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และอาจารย์ นุชจรินทร์ แก้วกล้า คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานของโครงการวิจัย ขอขอบคุณนายจรัส คล้ายผา นายกองศักดิ์ ารบริหารส่วนตำบลน้ำก้อ นายฉลวย แอดแสต ผู้ใหญ่บ้านหมู่ 2 บ้านน้ำก้อ นายบุศดี สิริ ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 12 บ้านเหมืองใหม่พัฒนา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านน้ำก้อและคณะ นายอรรณพ ทิพย์แสง หัวหน้าสวนรุกขชาติเมืองрад และคณะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์ เกี รมย์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .รังสรรค์ เพ็งพิศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พระคุณเจ้าวัดศรี ชมชื่น คณะกรรมการชุมชน ประชาชน และเยาวชนในตำบลน้ำก้อทุกท่านที่ร่วมแสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะ และร่วมดำเนินกิจกรรม เพื่อลดภาวะโลกร้อนในชุมชน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และนักศึกษาสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลการวิจัยตลอดทั้งโครงการ

ท้ายสุดนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ทำหน้าที่ในการประสานงานจนทำให้การดำเนินโครงการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์จากคณะกรรมการประเมินผลเป็นสิ่งที่คณะผู้วิจัยระลึกถึงความกรุณาซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง และเป็นประโยชน์ต่อชุมชนในท้องถิ่นของจังหวัดเพชรบูรณ์ ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำนักงบประมาณ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อไทย	ก
บทคัดย่ออังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญเรื่อง	ฉ
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญตาราง	ฅ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฎ
บทที่ 1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการวิจัย	3
ทฤษฎี สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 ทฤษฎี สมมติฐาน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อน	5
ข้อมูลเกี่ยวกับข้าว	10
อุณหภูมิ ภาวะแห้งแล้ง ภาวะที่มีน้ำท่วมขังและความชื้นที่มีผลต่อข้าว	13
การทำเกษตรกรรมที่มีผลต่อแก๊สเรือนกระจก	17
บทบาทของระบบนิเวศป่าไม้ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย	22
ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	22
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย	22
สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	23
วิธีการดำเนินการวิจัยทางวิทยาศาสตร์	26
การปลูกข้าว	30
วิธีการเก็บข้อมูลวิจัยทางสังคมศาสตร์	30
การวางแผนเพื่อหาแนวทางเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการลดภาวะโลกร้อนในชุมชนแบบมีส่วนร่วม	31

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	32
สังเคราะห์ข้อมูล/ข้อเสนอแนะ	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	37
คุณสมบัติดินและการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพ	37
ประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีลักษณะทางชีวลักษณะและผลผลิต ของข้าว	49
ประเมินการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพของข้าว ป่าไม้ และดิน	62
ผลการสำรวจข้อมูลด้านสังคมและการส่งเสริมกิจกรรมการลดการเกิดปัญหา ภาวะโลกร้อน	65
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	74
สรุป	74
ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาพผนวก	83

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แบบจำลองแนวความคิดสำหรับโครงการวิจัย	3
2.1	วงจรการเจริญเติบโตของข้าวสายพันธุ์ที่มีอายุประมาณ 120 วัน	14
2.2	กลไกขั้นตอนในการเป็นหมันของข้าวที่เป็นผลจากอุณหภูมิที่หนาวเย็น	16
3.1	พื้นที่ศึกษาในเขตตำบลน้ำก้อ และตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	24
3.2	ลักษณะพื้นที่ของบ้านน้ำก้อ ตำบลน้ำก้อ จังหวัดเพชรบูรณ์	26
3.3	การเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดิน และแบบไม่รบกวนดิน	29
3.4	สภาพพื้นที่และการเตรียมแปลงทดลองขนาด 1.25 x 5 เมตร ที่บริเวณแปลงทดลอง NK II ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	33
3.5	สภาพพื้นที่และแปลงทดลอง ในพื้นที่ NK I ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	33
3.6	สภาพพื้นที่และการเตรียมแปลงทดลองขนาด 1.25 x 5 เมตร ที่บริเวณแปลงทดลอง NW ตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	34
3.7	การวัดปัจจัยทางกายภาพในพื้นที่วิจัย	34
3.8	ข้าวสายพันธุ์ กข 10 ที่ปลูกในพื้นที่ NW ภายหลังจากการปักดำเป็นเวลา 1 เดือน	35
3.9	การเก็บเกี่ยวข้าวและศึกษาผลผลิตของข้าวในแปลงทดลอง	35
3.10	ข้าวสายพันธุ์ กข 10 ในแปลงทดลองที่เริ่มเข้าสู่ระยะข้าวสุก	36
3.11	ข้าวสายพันธุ์ กข 10 ในพื้นที่หนองสว่าง (NW) ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เริ่มเข้าสู่ระยะข้าวสุก	36
4.1	อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	41
4.2	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	41
4.3	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	42
4.4	ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	42
4.5	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	43
4.6	อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.7	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์	44
4.8	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์	44
4.9	ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์	45
4.10	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์	45
4.11	อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัด เพชรบูรณ์	46
4.12	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัด เพชรบูรณ์	46
4.13	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัด เพชรบูรณ์	47
4.14	ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์	47
4.15	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัด เพชรบูรณ์	48
4.16	ลักษณะของใบธงที่สร้างขึ้นมาเพื่อรองรับช่อดอกของข้าว	51
4.17	ระยะที่ข้าวกำลังตั้งท้องโดยพบว่าส่วนของลำต้นมีลักษณะที่อวบขึ้น	52
4.18	ลักษณะของอับละอองเรณูของข้าวในระหว่างการสืบพันธุ์	53
4.19	ลักษณะทางชีพลักษณ์ที่สำคัญของข้าวสายพันธุ์ กข 10, ขาวดอกมะลิ 105 (มล) และพิษณุโลก 80 (พล) ในพื้นที่ตำบลหนองสว่าง (NW)	54
4.20	ลักษณะทางชีพลักษณ์ที่สำคัญของข้าวสายพันธุ์ กข 10, ขาวดอกมะลิ 105 (มล) และพิษณุโลก 80 (พล) ในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ (NK II)	55
4.21	ลักษณะทางชีพลักษณ์ที่สำคัญของข้าวสายพันธุ์ กข 10 ในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ (NK I)	56
4.22	ประชาชนและเยาวชนที่เข้าร่วมกิจกรรมลดภาวะโลกร้อนในชุมชนตำบลน้ำก้อ	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.23	อาจารย์ ผู้ใหญ่บ้าน บุคลากรจากองค์การบริหารส่วนตำบลน้ำก้อ และนักวิชาการป่าไม้ร่วมกันปลูกต้นไม้ในเขตโรงเรียนบ้านน้ำก้อเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนในชุมชน	71
4.24	นักเรียนและนักศึกษาร่วมกันปลูกต้นไม้ในเขตโรงเรียนบ้านน้ำก้อเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนในชุมชน	72

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากการทำลายป่าเขตร้อน	7
2.2 ผลการศึกษาผลกระทบจากอากาศที่หนาวเย็นต่ออัตราการเป็นหมันของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 3	17
3.1 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง	23
3.2 คุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่	25
3.3 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NK I	27
3.4 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NK II	27
3.5 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NW	28
3.6 ระยะเวลาในการตกกล้าและปักดำข้าวแต่ละสายพันธุ์ในแต่ละพื้นที่วิจัย	30
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง	38
4.2 คุณสมบัติทางเคมีของดินชั้นบน	38
4.3 คุณสมบัติทางเคมีของดินชั้นล่าง	38
4.4 ผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 10 ในพื้นที่วิจัย	57
4.5 ผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่วิจัย	57
4.6 ผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 ในพื้นที่วิจัย	57
4.7 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของข้าวสายพันธุ์ กข 10, ขาวดอกมะลิ 105 และพิษณุโลก 80	61
4.8 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของข้าวและไม้ยืนต้นในป่าไม้	62
4.9 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในพื้นที่ศึกษา	63
4.10 เพศของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์	66
4.11 อายุของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์	66
4.12 ระดับการศึกษาของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์	67
4.13 ชนิดพืชหลักที่เกษตรกรเพาะปลูกของประชากร	67
4.14 ปัญหาเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและแก๊สเรือนกระจก	67
4.15 แหล่งพลังงานที่ใช้ในครัวเรือนของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์	68
4.16 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอกของปัญหาภาวะโลกร้อนในชุมชน	70
4.17 ผลการประเมินกิจกรรมในโครงการลดโลกร้อนและส่งเสริมการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน	73

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ตร.กม.	=	ตารางกิโลเมตร
ตร.ม.	=	ตารางเมตร
มก.	=	มิลลิกรัม
มม.	=	มิลลิเมตร
เฮกแตร์	=	พื้นที่ 10,000 ตารางเมตร
cm ³	=	ลูกบาศก์เมตร
CO ₂	=	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
CH ₄	=	มีเทน
g	=	กรัม
GHG	=	แก๊สเรือนกระจก
HFCs	=	ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน
IPCC	=	คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
m asl	=	ระดับความสูงของพื้นที่ที่มีหน่วยเป็นเมตรเหนือระดับน้ำทะเล
N ₂ O	=	ไนตรัสออกไซด์
PFCs	=	เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน
ppm	=	หนึ่งในล้านในล้านส่วน
OC	=	อินทรีย์คาร์บอน
OM	=	อินทรีย์วัตถุ
SF ₆	=	ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์
%	=	เปอร์เซ็นต์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศและผลกระทบที่มีต่อข้าวในจังหวัดเพชรบูรณ์
(The study on air temperature changing and the effect on rice productivity in Phetchabun Province)

พวงผกา แก้วกรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สุริย์พร ธรรมิกพงษ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สุรางค์รัตน์ พันแสง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อลักษณะชีพลักษณะงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการในพื้นที่ตำบลน้ำก้อซึ่งเป็นพื้นที่วิจัยหลัก และตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดเพชรบูรณ์จากกรมอุตุนิยมวิทยา มีการประเมินลักษณะผลผลิตของข้าวได้มีการทดสอบข้าวไทย 3 สายพันธุ์ คือ กข 10 ขาวดอกมะลิ 105 และพิษณุโลก 80 ใน 3 พื้นที่ทดลอง คือ ตำบลน้ำก้อ (NK I และ NK II) และตำบลหนองสว่าง (NW) ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศที่เป็นผลกระทบจากภาวะโลกร้อนมีผลต่อการเกิดเมล็ดลีบของข้าว โดยเฉพาะพันธุ์ กข 10 ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในช่วง 10 ปีย้อนหลังระหว่างปี ค.ศ.1999-2008 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นประมาณ 0.36-0.86 องศาเซลเซียส ทั่วจังหวัดเพชรบูรณ์ ผลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่มีผลเหนี่ยวนำการยืดระยะเวลาการเพาะปลูกข้าว แต่มีผลทำให้ข้าวมีอัตราการเกิดเมล็ดลีบสูงขึ้น โดยเฉพาะข้าวสายพันธุ์ กข 10 (26.71-40.71%)

Abstract

The main objectives of this research were to evaluate the effect of global warming on phenology and focused on the carbon stock in different varieties of Thai rice. This research was conducted at NamKo sub-district which was a main research site (NK I and NK II), and also Nongsawang sub-district (NW), Lomsak district, Phetchabun Province. Physical factors in Phetchabun which formed secondary data were collected from the Thai Meteorological Department. This research monitored the phenology of three rice varieties: RD 10, Khao Dawk Mali 105, and Phitsanulok 80, and this research investigated the pattern of phenology every week through the growing season. The conclusion is that climate warming will induce high-temperature stress on Thai rice *i.e.* KK 10. The results revealed that the average temperature between 1999-2008 increased by approximately 0.36-0.86°C throughout the Province, though this increase could not lead to the rice cultivation period. On the other hand, the high temperature had effected on the spikelet sterility, especially in KK 10 (26.71-40.71%).

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก เนื่องจากประชาชนมากกว่า 3 พันล้านคนต้องบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก อีกทั้งการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกจึงเป็นสาเหตุหลักทำให้มีการเพิ่มผลผลิตของข้าว ดังนั้นพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมากจึงถูกนำมาใช้ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคและเป็นสินค้าหลัก ซึ่งประมาณ 90 เปอร์เซนต์ ในโลกนี้มีการปลูกและบริโภคข้าวมากที่สุดในแถบเอเชีย (USDA-FAS, 2002) เนื่องจากประเทศในแถบเอเชียมีสภาพทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าว ดังนั้นพื้นที่เหล่านี้จึงเป็นแหล่งที่สร้างความมั่นคงทางอาหารหลักของโลก จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นหนึ่งในจังหวัดทางภาคเหนือตอนล่าง ของประเทศไทยที่มีการปลูกข้าวเป็นพืชหลักหนึ่งชนิดของประชาชน นอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดและยาสูบ โดยลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการปลูกข้าวคือ ภาวะการมีน้ำท่วมขังซึ่งจะมีผลต่อการปลดปล่อยแก๊สมีเทน ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นประเด็นหนึ่งที่นักวิชาการให้ความสำคัญในการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการป้องกันปัญหาภาวะโลกร้อนที่กำลังกลายเป็นประเด็นปัญหาหลักอยู่ในขณะนี้ แต่อย่างไรก็ตามปัญหาภาวะโลกร้อนที่มีผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นในหลายพื้นที่อาจจะมีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของข้าวได้ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึง ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อปริมาณผลผลิตของข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ

วิธีการดำเนินการวิจัย

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ศึกษาใน 2 ตำบล คือ ตำบลน้ำก้อ และตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยในพื้นที่ตำบลน้ำก้อซึ่งเป็นพื้นที่วิจัยหลักได้มีการแบ่งแปลงทดลองย่อย 2 แปลง คือ แปลงทดลองที่เป็นพื้นที่ชุดดินท่าพล (NK I) และแปลงทดลองที่เป็นพื้นที่ชุดดินส่วนผสมระหว่างชุดดินท่าลี่และชัยบาดาล (NK II) ส่วนพื้นที่ศึกษาในตำบลหนองสว่างมีแปลงทดลองย่อย 1 แปลง เป็นแปลงทดลองที่เป็นพื้นที่ชุดดินหล่มเก่า (NW) โดยคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่วิจัยทั้ง 3 แห่งมีคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

คุณลักษณะ	พื้นที่ศึกษา		
	NK I	NK II	NW
สถานที่	ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	ตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พิกัดทางภูมิศาสตร์	16°47'28.7" N 101°10'10.9" E	16°47'23.1" N 101°09'59.9" E	16°50'38.8" N 101°13'38.2" E
ระดับความสูง (m asl)	175	175	172
ชุดดิน	Tha phon series	Thali/Chaibadan association	Lom koa series

วิธีการดำเนินการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยนี้ โดยเน้นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง (Experimental research) เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนไปของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวสายพันธุ์ ต่างๆ โดยพยายามควบคุมสภาพและเงื่อนไขของการศึกษาตลอดจนปลูกจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว โดยใช้แปลงทดลองขนาด 1.25 x 5 ตร.ม. ปลูกข้าวระยะห่างกอละ 25 ซม.

- พื้นที่ NK I เนื่องจากสภาพพื้นที่มีขนาดเล็ก จึงมีการวางแผนทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของซีพลีทัศน์ของข้าวพันธุ์ กข 10 เพียงอย่างเดียว พันธุ์ข้าวที่ใช้นำมาจากสถานีวิจัยข้าวพิษณุโลก โดยมีอัตราการงอกสูงกว่า 80% โดยมีชุดการทดลองในการวิจัยแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NK I

ที่	รหัส	สิ่งทดลอง
1	NK I-KK	การปลูกข้าวพันธุ์ กข 10

- พื้นที่ NK II มีการสร้างชุดทดลองเพื่อประเมินผลกระทบของสภาพที่อากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อพันธุ์ข้าวชนิดต่างๆ คือ กข 10 ที่จัดเป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ไม่ไวแสง พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 80 พันธุ์ข้าวเจ้าที่มีความไวแสง ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนล่าง และพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่มีความไวต่อแสง โดยมีชุดการทดลองแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NK II

ที่	รหัส	สิ่งทดลอง
1	NK II-KK	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว กข 10
2	NK II-PL	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 80
3	NK II-ML	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

- พื้นที่ NW มีการทดสอบปัจจัย คือ i) พันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือ กข 10 พืชกุลโลก 80 และขาวดอกมะลิ 105 และ ii) ปุ๋ย คือ มีการใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้งในระยะตกกล้า แรกกอและระยะออกรวง (F) และใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 2 ครั้ง (NF) เป็นการปลูกข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีในระยะตกกล้าและแตกกอเท่านั้น โดยมีชุดการทดลองแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NW

ที่	รหัส	สิ่งทดลอง
1	NWNF-KK	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว กข 10 และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
2	NWF-KK	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 และใส่ปุ๋ยเคมี
3	NWNF-PL	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว พืชกุลโลก 80 และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
4	NWF-PL	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว พืชกุลโลก 80 และใส่ปุ๋ยเคมี
6	NWNF-ML	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว กข 10 และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
7	NWF-ML	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 และใส่ปุ๋ยเคมี

การศึกษาลักษณะทางซีพลักษณ์ ผลผลิตของข้าว

การศึกษาปริมาณผลผลิตโดยวิธีการสุ่มรวงข้าวจำนวน 10 รวงต่อ 1 ตร.ม. ในหนึ่งแปลงย่อยจะทำการสุ่ม 3 ตร.ม. โดยเทคนิคการสุ่มแบบมีระบบ (Systematic random sampling) แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ เมล็ดสมบูรณ์ น้ำหนักเมล็ด คัดกรอง น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด และปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่

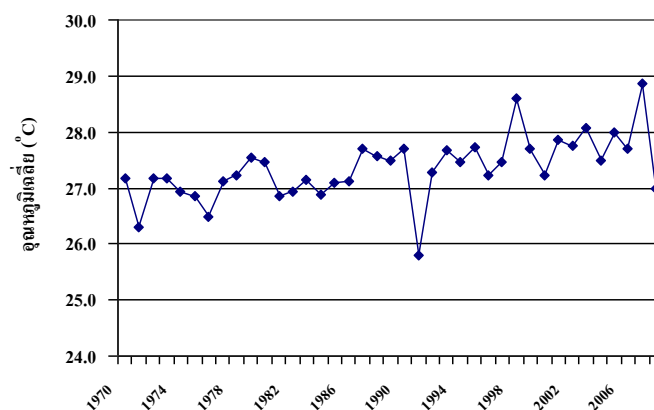
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ One-way Analysis of Variance (One-way ANOVA) และใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล

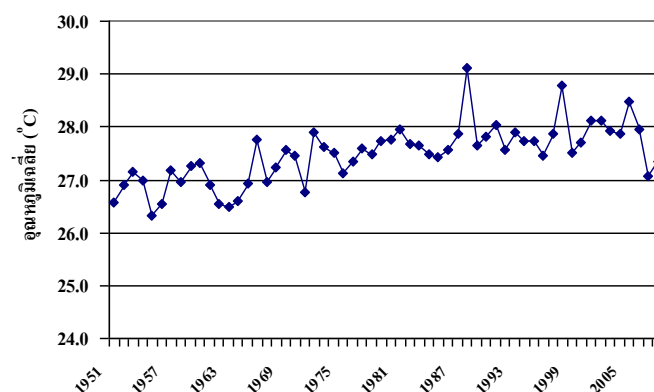
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากสถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกหล่มสัก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 จนกระทั่งถึงปี ค.ศ.2008 เป็นระยะเวลา 38 ปี พบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายปีของพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 1) ในพื้นที่อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในพื้นที่อำเภอหล่มสักมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากในอดีตประมาณ 0.76 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากสถานีตรวจอากาศเพชรบูรณ์ จังหวัด

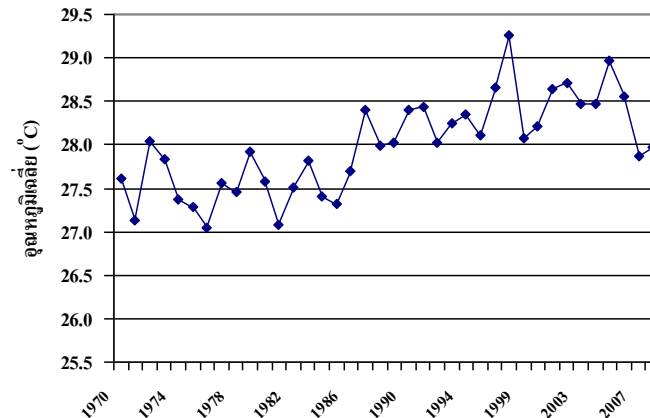
เพชรบูรณ์ ที่แสดงข้อมูลย้อนหลังไป 57 ปี (ค.ศ.1950-2008) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศของสถานี อุตุณิยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่แสดงข้อมูลย้อนหลังไป 38 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 จนกระทั่งถึงปี ค.ศ.2008 (ภาพที่ 2) พบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายปีของพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีแนวโน้มที่คล้ายกับพื้นที่อำเภอหล่มสักนั่นก็คือมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปีที่เพิ่มสูงขึ้น ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมื่อ 10 ปีแรก (ค.ศ.1951-1960) มีค่าประมาณ 22.92 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกับ สถานี อุตุณิยมหาวิทยาลัยหล่มสัก (ค.ศ.1970-1979) มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.46 องศาเซลเซียส ในขณะที่ อุณหภูมิเฉลี่ยของ 10 ปีหลังสุด คือระหว่างปี ค .ศ.1999-2008 มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีประมาณ 27.81 องศาเซลเซียส นั้นแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีสูงขึ้นจากในอดีต เมื่อเทียบกับช่วงระหว่างปี ค.ศ.1951-1960เท่ากับ 0.89 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงระยะเวลา เมื่อปี ค.ศ.1970-1979 อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีแตกต่างกันประมาณ 0.36 องศาเซลเซียส ส่วนพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีมีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 10 ปีแรก (ค.ศ.1970-1979) และ 10 ปีสุดท้าย (ค.ศ.1999-2008) มีค่าประมาณ 0.86 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 3 อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา และสภาพภูมิอากาศของหลายพื้นที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถสรุปได้ว่าในช่วงเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของหลายพื้นที่ที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น นั้นหมายความว่าหากจังหวัดเพชรบูรณ์ยังไม่มีการจัดการกับปัญหานี้ และอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกยังคงเท่าเดิม ในอนาคตอุณหภูมิเฉลี่ยอาจจะเพิ่มขึ้นสูง ขึ้นมากกว่านี้ได้ มีการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในโลกนี้ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิประมาณ 1.5-4.5 องศาเซลเซียสในอีก 100 ปี ข้างหน้า (Houghton, Callander และ Varney, 1992) แต่อย่างไรก็ตามความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงไปของสภาพภูมิอากาศยังเป็นสิ่งที่ไม่สามารถคาดเดาได้ ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในแต่ละภูมิภาคของประเทศก็จะมี ความแตกต่างกันไป เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่นั่นเอง ถึงแม้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในจังหวัดเพชรบูรณ์ยังไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินี้อาจจะมีผลกระทบต่อวงจรชีวิตของพืชเกษตรกรรม ซึ่งเป็นที่ยืนยันแล้วจากรายงานการวิจัยหลายฉบับที่ระบุว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเป็นผลมาจากปัญหาของปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) ที่เป็นผลมาจากการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกทั้งหลาย ที่สำคัญก็จะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ (Matthews และคณะ, 1995) อีกประการหนึ่งก็คงเป็นผลมาจากการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ รวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำก็จะมีผลทำให้เกิดปัญหาโรคพืช วัช พืช แมลงศัตรูพืช และจุลินทรีย์ในดิน อีกด้วย (Ohta และ Kimura, 2007)

เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของเกือบทุกประเทศในแถบเอเชีย โดยเฉพาะประเทศไทย ในขณะที่เพชรบูรณ์ก็มีการผลิตข้าวเป็นพืชหลักอีกชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้นักวิชาการหันมาให้ความสนใจความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ที่จะมีผลต่อผลผลิตของข้าว ตามที่ Wassmann (2009) ได้แบ่งช่วงการเจริญเติบโตของข้าวออกเป็น 3 ระยะที่สำคัญๆ คือ ระยะการเจริญทางลำต้น (Vegetative phase) ระยะการเจริญการสืบพันธุ์ (Reproductive phase) และระยะรวงข้าวสุก (Ripening phase/Grain filling) ดังนั้นการประเมินผลการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในพื้นที่นี้ จึงให้ความสำคัญในระยะการเจริญการสืบพันธุ์ เน้นที่ระยะการตั้งท้องและผลิตช่อดอก ซึ่งเป็นระยะที่มีการตอบสนองไวมากที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Yoshida, Satake และ Mackill, 1981) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ที่ส่วนหนึ่งเป็นผลกระทบมาจากอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ถูกยับยั้ง ทำให้ไม่สามารถผลิตละอองเรณูได้ (Nakagawa, Horie และ Matsui, 2002) ผลการวิจัยพบว่าข้าวพันธุ์ กข 10 เป็นพันธุ์ที่ได้รับผลกระทบจากสภาพอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงถึง 40% ในพื้นที่ตำบลหนองสว่าง (ตารางที่ 5) ส่วนข้าวสายพันธุ์ที่ได้รับผลกระทบที่ทำให้เกิดเมล็ดลีบสูงลำดับรองลงมาคือ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบอยู่ระหว่าง 24.89-33.80% ส่วนข้าวสายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีอัตราการเกิดเมล็ดลีบน้อยที่สุด ประมาณ 19.89-25.78% ในขณะที่ผลผลิตของข้าวที่ได้จากการศึกษามีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่ามาตรฐาน อาจจะเป็นความคลาดเคลื่อนจากการชั่งน้ำหนักเมล็ดสด การนับจำนวนรวง หรือจำนวนกอในพื้นที่สุ่มนับตัวอย่าง แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์พิษณุโลก 80 และ กข 10 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 10 อาจจะได้รับผลกระทบจากเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบจึงส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตต่ำ อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับลักษณะของสายพันธุ์ข้าวด้วย

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยให้แก่ข้าว ในพื้นที่ทดลองตำบลหนองสว่าง พบว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวในระยะแตกกอ (NWNF) จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเกิดเมล็ดลีบน้อยกว่าข้าวที่มีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง (NWF) แต่สำหรับปริมาณผลผลิตในชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้งและชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวนั้น มีปริมาณผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ (ตารางที่ 5-7)

ตารางที่ 5 ผลผลิตของข้าว กข 10 ในพื้นที่วิจัย

พื้นที่	เมล็ดลีบ (%)	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก.ต่อไร่)
NWNF	35.08±4.85 ^{ab}	2.48±0.37 ^a	35.26±1.60 ^a	563.01±78.23 ^a
NWF	40.71±11.49 ^a	2.73±0.76 ^a	36.63±0.75 ^{ab}	654.26±97.76 ^a
NK I	26.71±6.51 ^c	4.02±0.84 ^b	37.22±0.51 ^b	1190.69±192.33 ^b

NK II	30.87±5.51 ^{bc}	4.00±0.67 ^b	37.58±0.52 ^b	1099.02±67.67 ^b
-------	--------------------------	------------------------	-------------------------	----------------------------

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan (p<.05)

ตารางที่ 6 ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่วิจัย

พื้นที่	เมล็ดลีบ (%)	น้ำหนักเมล็ดต่อ รวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก.ต่อไร่)
NWNF	19.89±5.58 ^a	3.09±0.44 ^a	31.00±.45 ^a	962.66±139.22 ^a
NWF	25.78±10.44 ^a	2.99±0.47 ^a	29.49±2.34 ^a	940.30±236.88 ^a
NK II	23.22±5.13 ^a	4.36±0.48 ^b	31.89±2.13 ^a	1115.83±93.00 ^a

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan (p<.05)

ตารางที่ 7 ผลผลิตของข้าวพิษณุโลก 80 ในพื้นที่วิจัย

พื้นที่	เมล็ดลีบ (%)	น้ำหนักเมล็ดต่อ รวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก.ต่อไร่)
NWNF	24.89±3.80 ^a	3.14±0.29 ^a	31.48±.306 ^a	924.09±44.16 ^a
NWF	33.80±3.43 ^b	2.99±0.89 ^a	30.14±1.08 ^{ab}	809.92±59.77 ^a
NK II	27.74±9.28 ^a	3.89±0.59 ^b	29.93±0.46 ^b	754.27±134.93 ^a

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan (p<.05)

สรุป

งานนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ ผลการศึกษาข้อมูลทางด้าน นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีพบว่าพื้นที่อำเภอหล่มสัก อำเภอเมือง เพชรบูรณ์ และอำเภอวิเชียรบุรี มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นประมาณ 0.36-0.86 องศาเซลเซียส ซึ่งสภาพภูมิอากาศที่กำลังเปลี่ยนแปลงนี้มีผลทำให้เกิดภาวะข้าวมีเมล็ดลีบเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์ข้าวเหนียว กข 10 เป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Houghton, J.T., Callander, B.A. and Varney, S.K. 1992. *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Matthews, R.B., Horie, T., Kroff, M.J., Bachelet, D., Centeno., H.G., Shin, J.C., Mohandass, S., Singh, S., Defeng, Z. and Lee, M.H. 1995. A regional evaluation of the effect of future climate change on rice production in Asia. *In: Matthews, R.B., Kroff, M.J., Bachelet, D., Van Laar, H.H. (Eds.), Modeling the impact of climate change on rice production in Asia*. CAB International, Oxon, UK, pp. 95-139.
- Nakagawa, H., Horie, T. and Matsui, T. 2002. Effects of climate change on rice production and adaptive technologies. *In: T.W. Mew, D.S. Brar, S. Peng, D. Dawe and B. Hardy (eds.), "Rice Science: Innovations and Impact for Livelihood". pp. 635-657*. International Rice Research Institute, China.
- Ohta, S. and Kimura, A. 2007. Impacts of climate changes on the temperature of paddy waters and suitable land for rice cultivation in Japan. *Agricultural and Forest Meteorology* 147: 186-198.
- USDA Foreign Agricultural Service. 2002. *Rice consumption and production*.
- Wassmann, R. 2009. Impacts of climate change on rice production and possible adaptation options. *In: AAAS annual meeting "Our Planet and its life: origins and futures". Symposium, Protecting our planet against food riots in the future*. February 15, 2009.
- Yoshida, S., Satake, T. and Mackill, D. 1981. High temperature stress. *IRRI Res. Pap.* 67: 1-15.

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก เนื่องจากประชาชนมากกว่า 3 พันล้านคนต้องบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก อีกทั้งการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกจึงเป็นสาเหตุหลักทำให้มีการเพิ่มผลผลิตของข้าว ดังนั้นพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมากจึงถูกนำมาใช้ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคและเป็นสินค้าหลัก (Maclean และคณะ, 2002) ซึ่งประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ในโลกนี้มีการปลูกและบริโภคข้าวมากที่สุดแถบเอเชีย (USDA-FAS, 2002) เนื่องจากประเทศในแถบเอเชียมีสภาพทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าว ดังนั้นพื้นที่เหล่านี้จึงเป็นแหล่งที่สร้างความมั่นคงทางอาหารหลักของโลก จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นหนึ่งในจังหวัดทางภาคเหนือตอนล่าง ของประเทศไทยที่มีการปลูกข้าวเป็นพืชหลักหนึ่งชนิดของประชาชนนอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดและยาสูบ โดยลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการปลูกข้าวคือ ภาวะการมีน้ำท่วมขังซึ่งจะมีผลต่อการปลดปล่อยแก๊สมีเทน ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นประเด็นหนึ่งที่นักวิชาการให้ความสำคัญในการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการป้องกันปัญหภาวะโลกร้อนที่กำลังกลายเป็นประเด็นปัญหาหลักอยู่ในขณะนี้

นอกเหนือจากมีเทนที่มีผลต่อการเกิดภาวะโลกร้อนแล้ว อีกหนึ่งชนิดของแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญก็คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง การเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีแนวโน้มจะกลายเป็นปัญหาที่รุนแรงขึ้นในปัจจุบัน ทั้งนี้สาเหตุส่วนใหญ่แล้วเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งสิ้น นับตั้งแต่ยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้เริ่มขึ้น มีการเพิ่มการใช้พื้นที่ดิน น้ำ แร่ธาตุ และทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยทั่วโลกได้เพิ่มขึ้น ในปี ค.ศ. 1850 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีประมาณ 280 ppm เพิ่มขึ้นมาเป็น 364 ppm ในปี ค.ศ.1997 (Keeling และ Whorf, 1998) โดยเฉพาะในช่วงศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกโดยเฉพาะบริเวณซีกโลกเหนือเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงได้มีการประชุมสุดยอดของ โลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาในปี พ.ศ. 2535 ได้มีการทำข้อตกลงร่วมกันก่อเกิดอนุสัญญาด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ 3 ฉบับ คือ อนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ และอนุสัญญาว่าด้วยการต่อต้านการแปรสภาพเป็นทะเลทราย ด้ วยความตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยรายงานจากการประเมินระบบนิเวศแห่งสหัสวรรษ (Millennium ecosystem assessment) พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียหายและสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ด้ ดังนั้น

งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช จึงเป็นงานที่เร่งด่วนเพื่อกำหนดการจัดทำรายงานประเมินความเชื่อมโยงระหว่างความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ โดยพัฒนาแนวทางและข้อเสนอแนะ เพื่อส่งเสริมการดำเนินกิจกรรมด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับท้องถิ่น

ด้วยเหตุผลเหล่านี้ การศึกษาการเปลี่ยนแปลง ไปของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อหนึ่งในพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์ ก็คือ ข้าว จะช่วยให้สามารถทราบและคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ เพื่อเตรียมหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาร่วมกับชุมชน ได้อย่างทันทั่วทั้งที่ โดยการศึกษาผลของปัจจัยทางกายภาพ เช่นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณความชื้น ฯลฯ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการปรับตัวของพันธุ์พืช รวมไปถึงวงจรชีวิตของพืชในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งผลของการศึกษานี้จะนำไปสู่การตัดสินใจของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่แนวทางในการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และหาแนวทางการแก้ไขที่ถูกต้อง รวมถึงการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นงานที่เร่งด่วนที่ควรมุ่งศึกษา เพื่อประโยชน์ต่อชุมชนในท้องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นของสาระสำคัญในรัฐธรรมนูญ กล่าวคือ “รัฐต้องส่งเสริม และสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสงวน บำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุล รวมทั้งมีส่วนร่วมในการส่งเสริม บำรุงรักษา และคุ้มครองคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน...”

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มี ต่อลักษณะทางชีวลักษณะของพืชเศรษฐกิจในจังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อศึกษาการกักเก็บปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของพืชเศรษฐกิจคือ ข้าว
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางกายภาพในพื้นที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน
4. เพื่อส่งเสริมแนวทางการลดการเกิดปัญหาภาวะโลกร้อนให้แก่เยาวชน
5. เพื่อประเมินศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจและป่าไม้

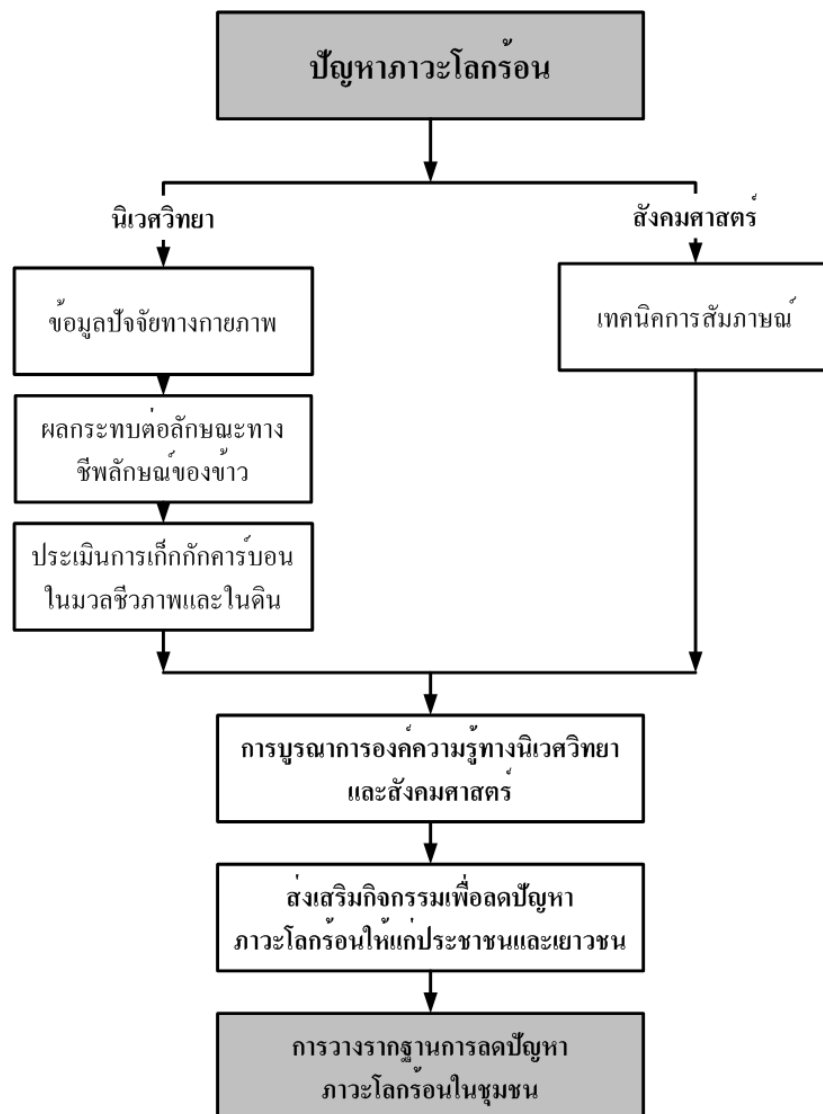
1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อน โดยเน้นในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สูงขึ้นอันจะมีผลต่อลักษณะทางชีวลักษณะ และผลผลิตของพืชเศรษฐกิจในจังหวัดเพชรบูรณ์ คือ ข้าว รวมทั้งประเมินการเก็บสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพของข้าว และทำ

การเปรียบเทียบกับมวลชีวภาพของพืชในป่าไม้ จะทำการส่งเสริมกิจกรรมการลดภาวะโลกร้อนให้แก่เยาวชน ในพื้นที่ศึกษา คือตำบลน้ำก้อ อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีแบบจำลองแนวความคิด (Conceptual model) ในการดำเนินการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แบบจำลองแนวความคิดสำหรับโครงการวิจัย

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ชีพลักษณ์ (Phenology)** หมายถึง ลักษณะการผลิ ดอก ออกผลของพืชแต่ละชนิดพันธุ์
2. **ข้าวระยะแตกกอ** หมายถึง เป็นระยะที่ข้าวสร้างหน่อใหม่ หลังจากข้าวตั้งตัวได้
3. **ข้าวระยะตั้งท้อง** หมายถึง ระยะที่ข้าวกำลังจะออกรวงนับวันหลังจากระยะสร้างรวงอ่อน 5-7 วัน ลำต้นข้าวจะเปลี่ยนจากลักษณะแบนเป็นต้นกลม อวบ เริ่มปรากฏใบธง
4. **ข้าวระยะพลับพลึง** หมายถึง ระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ที่นับจากวันที่ข้าวออกดอกไปแล้ว 28-30 วัน และเก็บเกี่ยวในสภาพที่นาแห้ง หรืออย่างน้อยก็ไม่มีน้ำขังในนา
5. **ข้าวออกดอก** หมายถึง ข้าวในช่วงระยะที่ผลิ ดอก จะพิจารณาจากวันที่รวงข้าวที่มีดอกบาน เกือบเต็มพื้นที่ คือ 80 % ของพื้นที่
6. **พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อแสง** หมายถึง พันธุ์ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างแน่นอน เมื่อมีอายุครบถึงระยะเวลาออกดอก ข้าวพันธุ์นั้นจะออกดอกได้โดยไม่ต้องอาศัยช่วงแสงเป็นตัวกำหนด ทำให้ข้าวชนิดนี้สามารถปลูกได้ตลอดปี
7. **พันธุ์ข้าวไวต่อแสง** หมายถึง พันธุ์ข้าวที่ปลูกได้เฉพาะในฤดูฝน หรือ นาปี ข้าวนาปีนี้เป็นพันธุ์ข้าวที่มีการออกดอกตรงตามฤดูกาลเพราะต้องการช่วงแสงจำเพาะเพื่อการออกดอก
8. **ภาวะโลกร้อน** หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของแก๊สเรือนกระจกทำให้เกิดการสะสมของความร้อนบริเวณผิว โลกอุณหภูมิจึงเพิ่มสูงขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎี สมมติฐาน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหมายถึง ผลจากกิจกรรมของมนุษย์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิล (Fossil fuel) ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก แก๊สเรือนกระจกที่ครอบคลุมในพิธีสารเกียวโดนั้นมีทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) แต่แก๊สเรือนกระจกที่มีในธรรมชาติและเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศนั้น คือ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ฯลฯ (ลดาวัดย์, 2552) ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์จัดว่าเป็นแก๊สที่มีความสำคัญมากที่สุด ผลจากปรากฏการณ์นี้ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ซึ่งจะมีผลจะทำให้การระเหยของน้ำทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ลำธาร และทะเลสาบเพิ่มมากขึ้น ยังจะทำให้ฝนตกมากขึ้นและกระจุกตัวอยู่ในบางบริเวณทำให้เกิดอุทกภัย ส่วนบริเวณอื่นๆก็จะเกิดปัญหาแห้งแล้ง เนื่องจากฝนตกน้อยลง กล่าวคือพื้นที่ภาคใต้จะมีฝนตกชุกและเกิดอุทกภัยบ่อยครั้งขึ้น ในขณะที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ต้องเผชิญกับภัยแล้งมากขึ้น รูปแบบของฝนและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้วัฏจักรของน้ำเปลี่ยนแปลง ลักษณะการไหลของระบบน้ำผิวดินและระดับน้ำใต้ดินก็จะได้รับผลกระทบด้วย อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ จึงต้องปรับตัวเองเข้าสู่ระบบนิเวศที่เปลี่ยนไป ลักษณะความหลากหลายทางชีวภาพก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ระบบนิเวศทางทะเล ก็เป็นอีกระบบนิเวศหนึ่งที่จะได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน เนื่องจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น และอุณหภูมิผิวน้ำที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้พืชและสัตว์ทะเลบางชนิดสูญพันธุ์ รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกสีทั้งในอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน (ปัทมา, 2549) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงสถานะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม และที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสถานะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ (<http://www.onep.go.th/CDM/cmc.html>, สืบค้นวันที่ 9 สิงหาคม 2550)

ภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในทางกายภาพเท่านั้น หากแต่ยังส่งผลกระทบทางอ้อมต่อความมั่นคงทางสังคม

และเศรษฐกิจของประเทศชาติเช่นเดียวกัน กล่าวคือ การยุบตัวของพื้นที่ชายฝั่ง ภูมิอากาศแปรปรวน โรคระบาดรุนแรง และผลกระทบอื่นๆ ส่งผลให้มีประชากรบาดเจ็บล้มตาย ทั้งที่ทำกินและไร้ที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ประชาชนยังจะได้รับความเดือดร้อนจากการขาดแคลนอาหารและน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะระหว่างภาวะน้ำท่วม และความเสียหายที่เกิดกับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ซึ่งโดยมากผู้ที่จะได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุดจะเป็นประชาชนที่มีความยากจน และไม่มีทุนทรัพย์พอที่จะป้องกันผลกระทบของภาวะโลกร้อนได้ ยกตัวอย่างเช่น การป้องกันการรุกตัวของน้ำเค็มในพื้นที่ทำกิน อาจทำได้โดยการสร้างเขื่อน และประตูน้ำป้องกันน้ำเค็ม แต่วิธีการนี้ต้องลงทุนสูง ดังนั้นเมื่อราคาของการป้องกันสูงเกินกว่าที่ชาวนาจะสามารถรับได้ การทิ้งพื้นที่ทำกินในบริเวณที่ให้ผลผลิตต่ำจึงเป็นทางออกที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

นอกจากนี้ ความเสียหายต่างๆที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการสูญเสียพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญตามแนวชายฝั่งที่ยุบตัว ภัยธรรมชาติ และความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติที่รุนแรง ล้วนส่งผลให้ผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งเป็นสินค้าออกหลักของประเทศมีปริมาณลดลง พื้นที่ที่คุ้มค่าแก่การป้องกันในเชิงเศรษฐกิจและพื้นที่ที่มีการพัฒนาสูง อาจได้รับการป้องกันล่วงหน้า เช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จำต้องมีโครงสร้างป้องกันกระแสคลื่น ซึ่งจะรุนแรงขึ้นเมื่อน้ำทะเลสูงขึ้น หรือการสร้างกำแพงกั้นน้ำทะเลหรือเขื่อน เพื่อป้องกันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางการเกษตร และการทำนาเกลือ เป็นต้น การป้องกันดังกล่าวนี้จะต้องใช้งบประมาณจำนวนมหาศาล ดังนั้น ในพื้นที่ที่ไม่คุ้มค่าที่จะป้องกันในเชิงเศรษฐกิจจะถูกทิ้งไป ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกิดปัญหาเศรษฐกิจและสังคมมากที่สุด เช่น การช่วยเหลือชาวนา ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องย้ายไปอยู่ที่ที่สูงขึ้นเนื่องจากน้ำทะเลรุก เป็นต้น (<http://chm-thai.onep.go.th/hotspots/index.html>, สืบค้นวันที่ 15 สิงหาคม 2550) การศึกษาของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ระบุว่า ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยจะทำให้ปริมาณน้ำลดลง (ประมาณ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งจะมีผลต่อผลิตผลด้านการเกษตร โดยเฉพาะข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และต้องอาศัยปริมาณน้ำฝนและแสงแดดที่แน่นอนรวมถึงความชื้นของดินและอุณหภูมิเฉลี่ยที่พอเหมาะด้วย สำหรับประเทศไทย ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อภาคการเกษตรจะไม่รุนแรงมาก เพราะพื้นที่ชลประทานจะได้รับการป้องกัน แต่ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมอาจจะรุนแรงในบริเวณที่ขาดน้ำอยู่แล้ว นอกจากนี้ผลกระทบยังอาจเกิดขึ้นกับการทำประมง เนื่องจากแหล่งน้ำที่เคยอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี อาจแห้งขอดลงในบางฤดูกาล ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการขยายพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ซึ่งจะทำให้จำนวนและความหลากหลายของชนิดของสัตว์น้ำลดจำนวนลงอย่างมาก หากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังคงดำเนินต่อไป (ปองทิพย์, 2549) ภาวะโลกร้อนนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ ก็จะค่อยๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด สำหรับผลกระทบต่อมนุษย์นั้น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่

กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนัก เนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้ บางพื้นที่จมนหายไปอย่างถาวร ดังนั้น ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกัน ป้องกัน และเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

IPCC (2007b) ได้รายงานไว้ว่าการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกอันเนื่องมาจากการทำลายป่า และความเสื่อมโทรมของป่าในเขตร้อนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 20 ของปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกทั้งหมด มีผลการรายงานที่แสดงให้เห็นถึงการปลดปล่อยคาร์บอนจากการทำลายป่าเขตร้อนในพื้นที่ต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากการทำลายป่าเขตร้อน

(หน่วย: พันล้านตัน/ปี)

ปี ค.ศ.	ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอน				ที่มา
	อเมริกา	แอฟริกา	เอเชีย	รวม	
1981-1990	0.940	0.420	0.660	2.020	Fearnside (2000)
1980-1995	0.940	0.360	1.080	2.380	Malhi and Grace (2000)
1990s	0.750	0.350	1.090	2.190	Houghton (2003)
1990s	0.430	0.120	0.350	0.900	DeFries และคณะ (2002)
1990s	0.441	0.157	0.385	0.983	Achard และคณะ (2004)

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันนี้ อุณหภูมิโลกสูงกว่าที่เคยเป็นเมื่อ 2,000 ปีที่ผ่านมา ภูเขาน้ำแข็งทั่วโลกละลาย โดยอัตราการละลายของภูเขาน้ำแข็งในแถบกรีนแลนด์สูงขึ้นเป็นผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ยังผลให้เกาะหลายๆ เกาะที่ตั้งอยู่ต่ำจมอยู่ใต้ทะเล แม้แต่ชายฝั่งตะวันออกของอังกฤษและอเมริกาก็กำลังเผชิญกับผลกระทบนี้ คลื่นความร้อนที่หนักที่สุดในช่วงหน้าร้อนปี 2546 ได้คร่าชีวิตกว่า 20,000 ชีวิตในทวีปยุโรป ภัยแล้งและน้ำท่วม กำลังทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากภาวะที่โลกร้อนขึ้นมีผลต่อความสมดุลและวัฏจักรของน้ำของโลก ข้อมูลจากคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขององค์การสหประชาชาติชี้ว่าในศตวรรษที่ 21 นี้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.4 – 5.8 องศาเซลเซียส และระดับน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 0.09 เมตร และอาจ

สูงถึง 0.88 เมตร การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและระดับน้ำทะเลนี้ แม้ว่าจะอยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดของการคาดการณ์ ก็มีส่วนทำให้เกิดน้ำท่วมเกาะต่างๆ สามารถทำลายแนวปะการัง และมีผลให้เกิดการละลายของภูเขาน้ำแข็งในแถบขั้วโลกเหนือและใต้ได้ ส่วนการเพิ่มของอุณหภูมิและระดับน้ำทะเลในระดับที่สูงขึ้นนั้น จะนำมาซึ่งหายนะทั้งต่ออารยธรรมมนุษย์ และความหลากหลายทางชีววิทยาตามธรรมชาติ เมื่อไม่นานมานี้มีการศึกษาชิ้นหนึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะโลกร้อน สามารถทำให้เศษหนึ่งส่วนสี่ของสายพันธุ์สัตว์และพืชเกือบสูญพันธุ์ได้ก่อนปี ค.ศ. 2050 ประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงในพืชนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมหลายประการ ป่าไม้เป็นระบบที่มีการสะสมคาร์บอนมากที่สุดถึง 75 % เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของพืชคือคาร์บอน (47 %) โดยการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนสภาพให้อยู่ในรูปของมวลชีวภาพผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้มีงานวิจัยหลายเรื่องที่กำลังมุ่งศึกษาถึงประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืช ในการประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาเนื่องจากมลพิษและอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากอิทธิพลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น โดยพืชสีเขียวสามารถในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นอาจช่วยเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของพืชได้เนื่องจากโดยหลักการแล้วการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์จะกระตุ้นการสังเคราะห์แสงของพืชบางชนิด โดยเฉพาะในกลุ่มพืชที่เรียกว่า C3 เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของแก๊สทำให้การส่องทะลุของแสงแดดลดลง การใช้น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น พืชกลุ่ม C3 เป็นพืชส่วนใหญ่ของโลกโดยเฉพาะในแถบที่หนาวเย็นและชุ่มชื้น และรวมถึงพืชที่เป็นข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง การตอบสนองของพืชกลุ่ม C4 จะมีไม่มากเหมือนกลุ่ม C3 กลุ่ม C4 คือพืชในเขตร้อนชื้น เช่น ข้าวโพด อ้อย ข้าวฟ่าง ซึ่งมีความสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศกำลังพัฒนาเป็นส่วนใหญ่ การทดลองโดยสมมุติว่าคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าชี้ให้เห็นว่าพืชคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของพืช C3 อีกร้อยละ 30 ผลกระทบอาจเพิ่มขึ้นหรือน้อยลงขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ศัตรูพืช และความอุดมสมบูรณ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของพืชบางชนิด และในขณะเดียวกันก็อาจส่งผลเสียต่อพืชบางชนิด โดยเฉพาะเมื่อประกอบกับการขาดแคลนน้ำพืชอาจแพร่กระจายจากเขตร้อนชื้นไปยังเขตอบอุ่น (http://www.onep.go.th/CDM/cmc_agriculture .html, สืบค้นวันที่ 9 สิงหาคม 2550)

ภูมิภาคอินโด-พม่า (Indo-Burma) ซึ่งรวมถึงประเทศไทยจัดอยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงหรือพื้นที่วิกฤต (Hot spot) ต่อการสูญเสียทรัพยากรชีวภาพ เนื่องจากมีความหลากหลายของทรัพยากรมากแต่ได้รับการดูแลต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สถานการณ์การสูญเสียทรัพยากรชีวภาพจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น มีความเป็นไปได้สูงที่สัตว์และพืชหลายๆ สายพันธุ์ในประเทศไทยจะลดลง และสูญพันธุ์ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการกระจายของแหล่งที่อยู่ เนื่องจากพืชและสัตว์จะรับสัญญาณจากภูมิอากาศในการเปลี่ยนแปลงวงจร

ชีวิตให้สมบูรณ์ สามารถสืบทอดขยายพันธุ์ต่อไปได้ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวมถึงป่าไม้ต้องมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในภาวะที่โลกร้อนขึ้น มีการปรากฏการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดในบริเวณพื้นที่ยอดเขา 2-3 แห่งที่ไม่สามารถอพยพย้ายถิ่นไปอยู่ในเขตที่สูงขึ้น หรือปรับตัวให้เข้ากับอากาศที่อุ่นขึ้นได้ ทำให้ผลผลิตจากป่าลดลง สูญเสียแหล่งพันธุกรรม ซึ่งเป็นทรัพยากรอันมีค่ายิ่งของประเทศการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อระดับน้ำในแหล่งน้ำ มีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง ในบริเวณที่ระดับน้ำลดต่ำพื้นที่ชายฝั่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นแอ่งเก็บน้ำหรือทะเลสาบน้ำตื้น พืชน้ำและพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำโดยรอบจะลดลง ส่งผลกระทบต่อการย้ายถิ่นที่อยู่ของสัตว์น้ำ มีการลดลงหรือหายไปของพืช เกิดความเสื่อมถอยด้านการผลิตชีวมวล หรือแม้แต่การสูญพันธุ์ของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ที่ต้องพึงพิงลักษณะเฉพาะทางนิเวศริมฝั่งน้ำ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ

ล่าสุดในปี 2547 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางและตอนล่าง ฤดูฝนสิ้นสุดเร็วมาก ตั้งแต่เดือนกันยายน ทำให้ข้าวขาดน้ำในการสร้างเมล็ดจึงทำให้คุณภาพของข้าวสารและการสีลดลง นอกจากความแห้งแล้งขาดแคลนน้ำที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะเป็นปัญหาต่อการเกษตรแล้ว ยังมีผลต่อปัญหาสุขภาพของประชาชนอีกด้วย รายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพที่เกิดจากภาวะแห้งแล้ง ได้อธิบายอยู่ในหัวข้อสุขอนามัย

นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศยังมีผลกระทบต่อลักษณะทางชีวพลักษณ์ (Phenology) ของพืชด้วย (Parris และ Hazell, 2005) โดยการเปลี่ยนแปลงของพืชในแต่ละฤดูกาลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญ ก็คือ อุณหภูมิ ความชื้น และความยาวนานของช่วงเวลาในตอนกลางวัน ซึ่งลักษณะของกระบวนการเจริญเติบโตทางกายภาพของพืชส่วนใหญ่แล้ว ล้วนถูกกระตุ้นด้วยช่วงอุณหภูมิที่จำเพาะเจาะจง รูปแบบการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลนี้ก่อให้เกิดวงจรการเจริญโตของพืช (Schulze, Beck และ Muller-Hohenstein, 2005) ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแล้ว ย่อมมีผลทำให้วงจรของพืชเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับข้าว

2.3.1 ข้อมูลทางอนุกรมวิธาน

อาณาจักร Metaphyta

ดิวิชัน Angiosperm

ชั้น Monocotyledonae

อันดับ Poales

วงศ์ Poaceae

สกุล Oryza

ชนิด *Oryza sativa*

ข้าวที่นิยมบริโภคมีอยู่ 2 สปีชีส์ใหญ่ๆ คือ

1. *Oryza glaberrima* ปลูกเฉพาะในเขตร้อนของแอฟริกาเท่านั้น
2. *Oryza sativa* ปลูกทั่วไปทุกประเทศ ข้าวชนิด *Oryza sativa* ยัง แยกออกได้เป็นชนิดย่อย คือ

2.1 indica มีปลูกมากในเขตร้อน

2.2 japonica มีปลูกมากในเขตอบอุ่น

2.3 Javanica

ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยเป็นข้าวชนิดพันธุ์ *Oryza sativa* ซึ่งแบ่งออกเป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว นอกจากนี้ ข้าวยังได้ถูกมนุษย์คัดสรรและปรับปรุงพันธุ์มาโดยตลอดตั้งแต่มีประวัติศาสตร์การเพาะปลูก ข้าวในปัจจุบัน จึงมีหลายหลายพันธุ์ทั่วโลกที่ให้รสชาติและประโยชน์ใช้สอยต่างกันไป พันธุ์ข้าวที่มีชื่อเสียงระดับโลกของไทย คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105

2.3.2 ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต

ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ

ราก รากเป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน ใช้ยึดลำต้นกับดินเพื่อไม่ให้ต้นล้ม แต่บางครั้งก็มีรากพิเศษเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่เหนือผิวดินด้วย ต้นข้าวไม่มีรากแก้ว แต่มีรากฝอยแตกแขนงกระจายแตกแขนงอยู่ใต้ผิวดิน

ลำต้น มีลักษณะเป็นโพรงตรงกลางและแบ่งออกเป็นปล้องๆ โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องนั้นแตกต่างกัน จำนวนปล้องจะเท่ากับจำนวนใบของต้นข้าว ปกติมีประมาณ 20-25 ปล้อง

ใบ ต้นข้าวมีใบไว้สำหรับสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนแร่ธาตุ อาหาร น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแป้ง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและ สร้างเมล็ดของต้นข้าว ใบประกอบด้วย กาบใบและแผ่นใบ

2.3.3 ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์

ต้นข้าวขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการ ขยายพันธุ์ ได้แก่ รวง ดอกข้าวและเมล็ดข้าว

รวง รวงข้าว (Panicle) หมายถึง ช่อดอกของข้าว (Inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง เรียกว่า คอรวง

ดอกข้าว หมายถึง ส่วนที่เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียสำหรับผสมพันธุ์ ดอกข้าวประกอบด้วย เปลือกนอกใหญ่สองแผ่นประสานกัน เพื่อห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ เปลือกนอกใหญ่แผ่นนอกเรียกว่า กาบด่าง (Lemma) ส่วนเปลือกนอกใหญ่แผ่นใน เรียกว่า กาบบนของข้าว (Palea) ทั้งสองเปลือกนี้ ภายนอกของมันอาจมีขนหรือไม่มีขนก็ได้

เมล็ดข้าว หมายถึง ส่วนที่เป็น แป้งที่เรียกว่า เอ นโดสเปิร์ม (Endosperm) และส่วนที่เป็นคัพภะ/ตัวอ่อน ซึ่งห่อหุ้มไว้โดยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่น เอ นโดสเปิร์มเป็นแป้งที่เรารับโลกคัพภะเป็นส่วนที่มีชีวิตและงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อเอาไปเพาะ

ข้าวเป็นพืชที่ต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งปริมาณ น้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับโอกาสของการสูญเสียจากนาข้าวในรูปการคายระเหย (Evapotranspiration) การซึมลึก (Percolation) และการซึมผ่านด้านข้าง (Seepage) ของน้ำในดิน ซึ่งการสูญเสียน้ำจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของน้ำในนา (ดิเรก, 2529) ในการทำนาของเกษตรกรพบว่าการเก็บกักน้ำไว้ในนามากกว่าระดับที่เหมาะสม และอาจจะไม่มีการระบายน้ำออกจากแปลงนา รวมทั้งเป็นการควบคุมวัชพืช เนื่องจากวัชพืชที่เป็นศัตรูของข้าวจะสามารถใช้แสงแดดสร้างอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีกว่าข้าว ดังนั้นการควบคุมระดับน้ำให้ขังในนาข้าวจึงเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์ต่อการควบคุมวัชพืช แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำที่ขังในนาข้าวมากเกินไปนั้นจะมีผลทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงได้ เพราะว่ามีผลกระทบต่อการแตกกอของข้าว การพัฒนาหน่อ ใหม่ของข้าว (Tiller) ไปเป็นรวงของข้าวจึงลดลง (Borell, Garside และ Fukai, 1997, Mishra, Rathore และ Pant, 1997, Ramasamy, Berge และ Purushothaman, 1997) แต่ในทางตรงกันข้ามหากข้าวขาดน้ำในช่วงการสืบพันธุ์ โดยในระยะนี้ข้าว จะไม่มีการเจริญเติบโตทางต้นและใบแล้ว แต่จะมีการสร้างรวงอ่อนแทน มีการพัฒนาช่อดอก ตั้งท้อง และการผสมเกสร ดังนั้นหากระยะนี้ข้าวขาดน้ำก็จะมีผลทำให้ ผลผลิตของข้าวลดลงได้ ในแต่ละประเทศจะมีการขังน้ำไว้ในนาข้าวที่มีระดับความลึกที่แตกต่างกัน โดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute - IRRI) จะขังน้ำไว้ที่ระดับ 0-15 ซม. ประเทศฟิลิปปินส์จะ

ขังน้ำที่ระดับ 0-25 ซม. และมาเลเซียขังน้ำที่ระดับ 0-20 ซม. (Sugimoto, 1971, Wickham, 1973) อย่างไรก็ตามการขังน้ำยังมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตของข้าวอีกด้วย

2.3.4 พันธุ์ข้าว

ข้อมูลจากรายงานการวิจัยของอรรณ ศรีรัตนพิริยะ และคณะ (2544) รายงานไว้ว่า การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ดินนั้นสามารถกระทำได้ 4 วิธีการที่สำคัญ ดังนี้

1. พันธุ์ข้าวที่ได้มาจากพันธุ์พื้นเมือง หรือคัดเลือกจากพันธุ์พื้นเมืองเดิม เช่น พันธุ์ขาวโป่งไคร้
2. พันธุ์ข้าวที่ได้มาจากการผสมพันธุ์ข้าว เพื่อรวบรวมลักษณะที่ดีไว้ในต้นเดียวกัน แล้วคัดเลือกหาต้นที่มีลักษณะที่ต้องการ เช่น ข้าวไม่ไวแสง
3. พันธุ์ข้าวที่ได้มาจากต่างประเทศโดยไม่ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์อีก เช่น ข้าวญี่ปุ่น
4. พันธุ์ข้าวที่ได้จากการนำเมล็ดข้าวไปอาบรังสี เพื่อทำให้กลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ กข 6 และ กข 15

การแบ่งชนิดของพันธุ์ข้าว มีหลายแบบ ดังนี้

1. การแบ่งพันธุ์ข้าวตามสภาพของน้ำในพื้นที่ซึ่งใช้ปลูกข้าว แบ่งเป็นข้าวไร่ ข้าวนาสวน และข้าวขึ้นน้ำหรือเขื่อนนาเมือง
2. การแบ่งพันธุ์ข้าวตามลักษณะการตอบสนองต่อช่วงแสง แบ่งเป็นข้าวไวแสง และข้าวไม่ไวแสง
3. การแบ่งพันธุ์ข้าวตามอายุการเก็บเกี่ยว แบ่งเป็นข้าวเบา ข้าวกลาง และข้าวหนัก
4. การแบ่งพันธุ์ข้าวตามรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร แบ่งเป็นข้าวเมล็ดสั้น ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง ข้าวเมล็ดยาว และข้าวเมล็ดยาวปานกลาง

5. การแบ่งพันธุ์ข้าวตามอายุการเก็บเกี่ยว แบ่งเป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

6. การแบ่งพันธุ์ข้าวตามฤดูปลูก แบ่งเป็นข้าวนาปีหรือข้าวนาน้ำฝน และข้าวนาปรัง

2.3.5 ข้อมูลพันธุ์ข้าวที่สำคัญในการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

1. พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 80 ข้าวเจ้า ไวต่อช่วงแสง อายุปานกลางเก็บเกี่ยวประมาณต้นเดือนธันวาคม ลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง คอรวงยาว รวงแน่นปานกลาง ความสูงเฉลี่ย 141 เซนติเมตร น้ำหนักข้าวเปลือก 10.6 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด มีน้ำหนัก 29.2 กรัม เป็นข้าวที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง เหมาะสำหรับนาพื้นที่ลุ่มในเขตภาคเหนือตอนล่าง และเกษตรกรที่ต้องการปลูกข้าวอายุปานกลาง (อภิชาติ และคณะ, 2551)
2. พันธุ์ข้าว กข 10 ข้าวเหนียว ไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย สูงประมาณ 115 เซนติเมตรเป็นพันธุ์ข้าว ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรังอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน ทรงกอตั้งตรง ลำต้นสีเขียวเข้ม

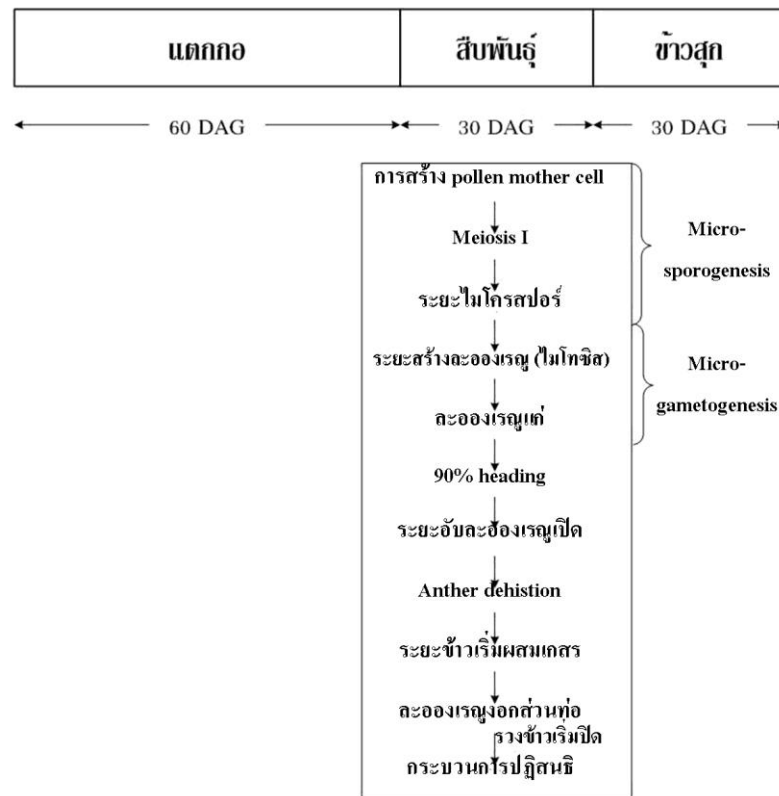
ใบ ก่อนข้างกว้าง รวงอยู่ใต้ใบระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์ เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ผลผลิตประมาณ 660 กิโลกรัมต่อไร่

3. พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีลักษณะกลั่นหอมคล้ายใบเตย เป็นข้าวที่มีคุณภาพดี และเป็นพันธุ์ข้าวที่ทำให้ข้าวไทยเป็นสินค้าส่งออกที่รู้จักไปทั่วโลก สูงประมาณ 140 เซนติเมตร ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 25 พฤศจิกายน ทนแล้งได้ดีพอสมควรเหมาะสมสำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนบน

2.3 อุณหภูมิ ภาวะแห้งแล้ง ภาวะที่มีน้ำท่วมขังและความชื้นที่มีผลต่อข้าว

ข้าวเป็นพืชอีกหนึ่งชนิดที่มีลักษณะเหมือนพืชทางการเกษตรอื่นๆ ที่การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลกจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว โดยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตข้าวจะต้องการช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเติบโต นั่นหมายความว่าหากอุณหภูมิโลกสูงหรือต่ำกว่านี้จะมีผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของข้าว และอาจจะ ทำให้การเจริญเติบโตของข้าวผิดปกติไป (Downton และ Slatyer, 1972) อุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้นมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงผลผลิตของข้าวตามหลักการ 2 เส้นทางด้วยกัน คือ เส้นทางแรกอุณหภูมิที่สูงขึ้นร่วมกับปริมาณความชื้นที่สูง มีผลทำให้รวงข้าวเป็นหมันและจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว เส้นทางที่สองนั้นก็คืออุณหภูมิช่วงกลางคืนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้การดูดซึม (Assimilated accumulation) ในกระบวนการทางชีววิทยาลดลง (Wassmann, 2009)

รูปแบบของการตอบสนองของข้าวในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตนั้น มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับช่วงของความทนทานต่ออุณหภูมิ (Temperature tolerance) ของข้าวในแต่ละระยะ ซึ่งช่วงของความทนทานต่ออุณหภูมิในแต่ละระยะของการเติบโต อาจจะไม่มีผลต่อความทนทานในช่วงระยะอื่นของการเจริญเติบโต โดยมีผลการวิจัยที่รายงานไว้ว่าข้าวที่มีช่วงความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำในช่วงแรกของการเติบโตนั้น จะไม่มีมีสัมพันธ์ต่อความทนทานในช่วงระยะข้าวออกดอกในข้าวสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง (High-yielding rice variety) (Goto และคณะ, 2008) อย่างไรก็ตามก็มีผลการวิจัยยืนยันว่าความร้อนของอากาศในระยะการพัฒนาลำต้น (Vegetative stage) ไม่มีผลต่อข้าวในระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) (Porter และ Semenov, 2005) โดยวงจรการเติบโตของข้าวมีการแบ่งออกได้ 3 ระยะ คือระยะการพัฒนาลำต้นหรือระยะแตกกอ (Vegetative stage) ระยะออกดอกหรือระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) และระยะข้าวสุก (Grain filling/Ripening phase) (ภาพที่ 2.1) ซึ่งในระยะออกดอกข้าวจะเป็นช่วงที่ข้าวมีการตอบสนองที่ค่อนข้างไวต่ออุณหภูมิมากที่สุด

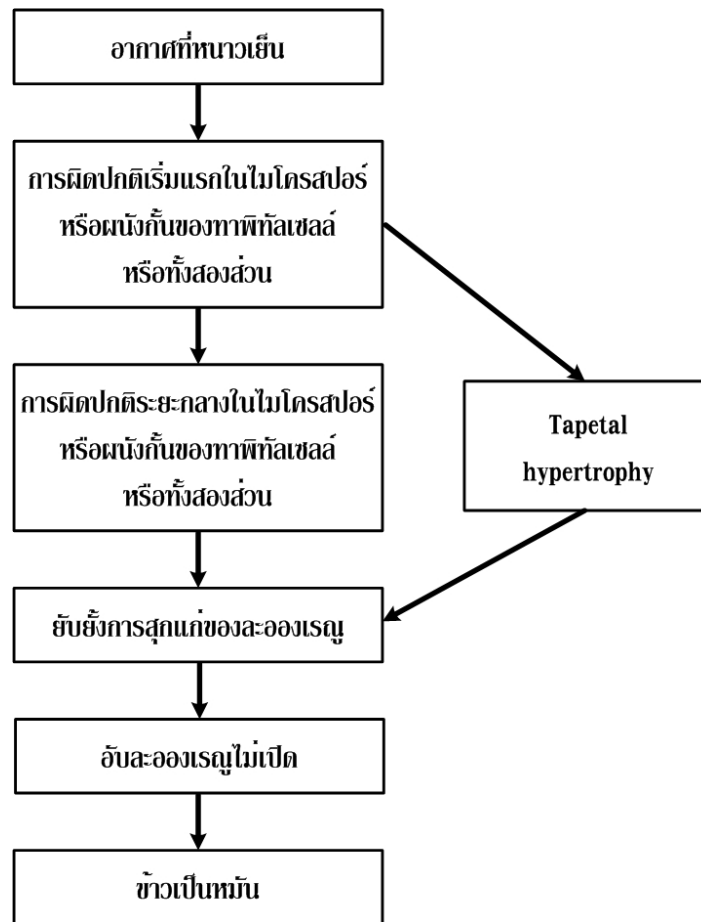


ภาพที่ 2.1 วงจรการเจริญเติบโตของข้าวสายพันธุ์ที่มีอายุประมาณ 120 วัน
ที่มา (ดัดแปลงมาจาก Wassmann, 2009)

ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อข้าวในระยะแตกกอ พบว่าข้าวในระยะนี้จะมีความทนทานต่ออุณหภูมิได้สูงประมาณ 35/25 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิช่วงกลางวัน/กลางคืน) ในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินช่วงค่าวิกฤตนี้จะมีผลกระทบต่อความสูงของข้าว (Plant height) การแตกหน่อใหม่ (Tiller number) และน้ำหนักรวม (Total dry weight) (Yoshida, Satake และ Mackill 1981) เมื่อมีการทดสอบโดยการปลูกข้าวในบริเวณที่มีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศรอบๆ ประมาณ 3.6-7.0 องศาเซลเซียส ในระยะข้าวการสร้างละอองเรณูถึงระยะกลางของระยะข้าวสุก ผลปรากฏว่าอัตรา การสังเคราะห์แสงมีปริมาณลดลงประมาณ 11.2-35.6% ตามลำดับ (Oh-e, Saitoh และ Kuroda, 2007) โดยที่การตรวจวัดอัตราการสังเคราะห์แสงบ่งบอกได้ว่าไทลาคอย (Thylakoids) จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้าง (Karim, Fracheboud และ Stamp, 1997) โดยจะเกี่ยวข้องกับการเสียหายของกรานา (Grana) ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ซึ่งออร์แกเนลล์นี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช มีรายงานผลการศึกษาว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้มีผลทำให้พลังงานจลน์ที่บริเวณเยื่อหุ้มของคลอโรพลาสต์เพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้มีการเคลื่อนไหวของฟอสโฟลิพิดที่เป็นโครงสร้างหลักของเยื่อหุ้มมากยิ่งขึ้นนั้น ส่งผลให้

สารละลายในออร์แกนอลล์ร่วไหลออกมาข้างนอก มีผลต่อการทำงานของเซลล์พืช ด้วยเช่นกัน (Savchenko และคณะ, 2002, Wahid และคณะ, 2007)

ระยะสืบพันธุ์เป็นระยะที่ข้าวมีความตอบสนอง ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะต่างๆ ของวงจรการเติบโตของข้าว โดยส่วนของอับละอองเรณูบนดอกข้าว จะเป็นอวัยวะที่มีการปรากฏของละอองเรณูที่จัดว่าเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ที่มีความสำคัญต่อการผสมเกสรของข้าว จะเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากละอองเรณูนี้ จะมีความไวต่อการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากที่สุด (Satake และ Yoshida, 1978, Yoshida, Satake และ Mackill, 1981, Nakagawa, Horie และ Matsui, 2002) ดังนั้นอวัยวะที่มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือละอองเรณูนี้ จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการที่รวงข้าวเป็นหมัน จากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือภาวะโลกร้อน โดยมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสภาพอากาศเย็นและความชื้นสูงจากหมอกและน้ำค้างจัดในฤดูหนาวเสนอไว้ว่า มีขั้นตอนที่ทำให้เกิดการเป็นหมันของข้าว โดยมีการศึกษาความผิดปกติอย่างเป็นขั้นตอน ในระยะดอกบานโดยมีการให้รับอุณหภูมิที่ต่ำเป็นเวลา 4-5 วัน เพื่อค้นหาสาเหตุเริ่มแรกของการเป็นหมัน พบว่าสาเหตุโดยตรงมาจากการที่อับเรณูไม่เปิดออกเนื่องจาก ละอองเรณูไม่สุกแก่ (Satake, 1976) ซึ่งพบความผิดปกติหลายประการด้วยกัน คือ ส่วนประกอบบางอย่างในอับเรณูมีปริมาณลดลง เช่น สารอาหารประเภทไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และกรดอะมิโน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โพรลีน (Proline) ซึ่งมีอยู่ในปริมาณร้อยละ 40 ของกรดอะมิโนทั้งหมด ในอับเรณูมีปริมาณลดลงอย่างมาก นอกจากนี้โปรตีนและกระบวนการหายใจก็ลดลงด้วย แต่ส่วนประกอบที่เพิ่มมากขึ้น คือ ปริมาณการรีดิวซ์น้ำตาล (Reducing sugar) ทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) ซึ่งคาดว่า การรีดิวซ์น้ำตาลนี้ที่สะสมมากผิดปกติส่งผลให้ไมโครสปอร์ (Microspore) ผิดปกติ และทำให้ผนังกันระหว่างทาพิทาลเซลล์ (Tapetal cells) ที่อยู่ในอับละอองเรณูแตกออก มีผลทำให้ละอองเรณูไม่สุกแก่ อับละอองเรณูไม่เปิด และมีผลทำให้ข้าวเป็นหมันในที่สุด (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 กลไกขั้นตอนในการเป็นหมันของข้าวที่เป็นผลจากอุณหภูมิที่หนาวเย็น
ที่มา (ดัดแปลงมาจาก Nishiyama, 1970)

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในของข้าว ที่ได้รับผลกระทบจากอากาศหนาวเย็น นอกจากปริมาณของน้ำตาลในเซลล์แล้วยังมีโปรตีนภายในเซลล์อีกด้วย มีผลการวิจัยพบว่าข้าวในระยะไมโครสปอร์ระยะแรก (Young microspore) ได้รับอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน แล้วสกัดโปรตีนจากอับละอองเรณูของ ข้าวทั้งพันธุ์ที่อ่อนแอและพันธุ์ที่ต้านทานอุณหภูมิที่ต่ำ พบว่าในเวลา 1, 2 และ 4 วันหลังจากการลดอุณหภูมิข้าวพันธุ์ที่อ่อนแอต่ออุณหภูมิต่ำมีโปรตีนในอับละอองเรณู 37 ชนิด ที่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่า 2 เท่า และพบโปรตีนชนิดใหม่ที่เรียกว่า *Oryza sativa* cold-induced anther protein (OsCIA) (Imin และคณะ, 2006) นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลกระทบของอากาศที่หนาวเย็นที่มีต่อผลผลิตของข้าวในประเทศไทย โดยทำการทดลองข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ที่สถานีวิจัยข้าวจังหวัดพิษณุโลก ผลการทดสอบ พบว่าปริมาณผลผลิตของข้าวลดลงถึง 54% โดยมีผลผลิตประมาณ 774 กก.ต่อไร่ อัตราการเป็นหมันเฉลี่ย 33% (ตารางที่ 2.2) (อัจฉราพร, 2551)

ตารางที่ 2.2 ผลการศึกษาผลกระทบจากอากาศที่หนาวเย็นต่ออัตราการผลิตข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 3

ข้อมูล	ค่าเฉลี่ยเมล็ด สมบูรณ์ (เมล็ด/รวง)	ค่าเฉลี่ยเมล็ด ลีบ (เมล็ด/รวง)	เปอร์เซ็นต์ เมล็ดสมบูรณ์	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต ทั้งหมด (กรัม/ตร.ม)
ทั้งหมด 10 ตร.ม	290.60	673.60	334.00	2,151.00	2,2310
ค่าเฉลี่ย	29.06	67.00	33.00	26.88	223.10
ผลผลิตจากการประเมิน (กก./ไร่)					356.96
ผลผลิตปกติ (กก./ไร่)					774.00
ผลผลิตที่ลดลง (%)					54.00

ที่มา (ดัดแปลงมาจากอรรถพร, 2551)

2.4 การทำเกษตรกรรมที่มีผลต่อแก๊สเรือนกระจก

การทำเกษตรกรรมมีบทบาทที่สำคัญต่อการเกิดภาวะโลกร้อน โดยกระบวนการทางชีวภาพทำให้ระบบนิเวศเกษตรกรรมเป็นทั้งแหล่งที่ปลดปล่อยคาร์บอน (Carbon source) และแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญ ในขณะที่เดียวกันก็ทำหน้าที่ในการเป็นแหล่งเก็บกักและสะสมคาร์บอน (Carbon sink) กิจกรรมที่เกิดขึ้นในภาคเกษตรกรรมส่งผลต่อการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกทั้งการปล่อยแก๊สมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากการทำนา การใช้ปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนสูง รวมทั้งการทำปศุสัตว์ ส่วนอีกบทบาทหนึ่งของภาคเกษตรกรรมที่มีผลต่อการเก็บสะสมคาร์บอนจะเกิดขึ้นทั้งในดินและมวลชีวภาพของพืช ซึ่งระยะเวลาในการเก็บกักคาร์บอนไว้ในระบบนิเวศเกษตรกรรมอาจจะมีความแตกต่างจากระบบนิเวศป่าไม้ แต่อย่างไรก็ดีความสามารถในการเก็บสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศเกษตรกรรมที่อาจจะดูเหมือนมีความยั่งยืนน้อยกว่าระบบนิเวศป่าไม้ แต่ก็เป็่วิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหาแก๊สเรือนกระจกที่สะสมเป็นปริมาณมากในชั้นบรรยากาศได้ ในปัจจุบันภาคการเกษตรก็ได้รับผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก เพราะว่า ามีภาวะฝนตกทั้งช่วงยาวนานมากขึ้น ปริมาณฝนตกน้อยลงในบางพื้นที่ หรือปริมาณฝนที่เพิ่มมากขึ้นในบางพื้นที่ ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตรที่ต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ภัทรา (2552) วิเคราะห์ไว้ในผลการวิจัยเรื่องการศึกษาติดตามการเจรจาในเวทีการเจรจาเรื่องโลกร้อนที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตร และนัยสำคัญต่อประเทศไทยว่าการเกษตรเป็นแหล่งปล่อยแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญแหล่งหนึ่ง เนื่องจากพื้นที่เกษตรทั่วโลกมีอาณาบริเวณที่ใหญ่ โดย

ค่าประมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกเหล่านี้ในปี ค.ศ.2005 คิดเป็น 5.1-6.1 GtCO₂-eq ต่อปี หรือ 10-12 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ทั่วโลก คิดเป็น มีเทนและไนตรัสออกไซด์ในปริมาณกว่า 3.3 และ 2.8 GtCO₂-eq ต่อปี ตามลำดับ หรือคิดเป็น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ของแก๊สมิเทนและไนตรัสออกไซด์ที่ปล่อยทั่วทั้งโลก ในขณะที่แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์มีการปลดปล่อยสุทธิเพียง 0.04-GtCO₂-eq-ปี โดยที่มาของปลดปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์มีแหล่งกำเนิดมาจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ หรือเกิดจากการ เผาเศษซากพืชและอินทรีย์วัตถุในดิน มีเทนเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในสภาวะที่มีออกซิเจน จำกัดจากการย่อยสลายของสัตว์ จากการหมักมูลสัตว์หรือเศษซากพืชและจากนาข้าวและไนตรัส ออกไซด์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินและมูลสัตว์ ซึ่งโดยมากจะเกิดจากการใส่ ไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินไปความต้องการของพืช โดยพบว่าภาคเกษตรกรรมมีบทบาทที่เพิ่มขึ้น ต่อการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก โดยข้อมูลการปล่อยแก๊สมิเทนและไนตรัสออกไซด์จาก การเกษตรระบุว่ามีการเพิ่มขึ้นของการปล่อยแก๊สนี้ในระหว่างปี ค .ศ.1990-2005 ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์

คาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว เพราะว่าเป็นปัจจัยสำคัญใน กระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้นอาจกล่าว ได้ว่านาข้าวอาจจะเป็นแหล่งดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์แหล่งใหญ่แหล่งหนึ่ง ซึ่งข้าวเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารในปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ในกรณีที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะมีผลทำให้มีการปลดปล่อยมีเทนมาก ส่วนในกรณีที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไป นาข้าวจะกลายเป็น แหล่งที่มีการปลดปล่อยไนตรัส ออกไซด์ ซึ่งมีผลการศึกษารายงานว่าการทำเกษตรกรรมทั่วโลก มีผลทำให้มีการปลดปล่อยไนตรัส ออกไซด์ประมาณ 10-30% ของปริมาณการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากแหล่งที่มนุษย์เข้าไป เกี่ยวข้อง (Ronen, Magaritz และ Almon, 1988) โดยแก๊สชนิดนี้มีความไวต่อการแผ่รังสีมากกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ถึง 300 เท่า และมีการประมาณว่าอัตราการเพิ่มของแก๊สชนิดนี้ประมาณ 3.7 Tg N ต่อปี

Liang และคณะ (2007) รายงานผลการประเมินการปลดปล่อยมีเทน ในไนตรัสออกไซด์ และ คาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงฤดูการพักดินระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม เพื่อดูผลของ การละลายของน้ำแข็งต่อปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก ผลการวิจัยพบว่าการปลดปล่อย มีเทนในพื้นที่วิจัยน้อยมาก ปริมาณการปลดปล่อยมีเทนในฤดูนี้ประมาณ 1% เมื่อเทียบกับอัตราการ ปลดปล่อยมีเทนในช่วงฤดูข้าวนาปี ในขณะที่การปลดปล่อย แก๊สเรือนกระจกพื้นที่วิจัยมีปริมาณ การปลดปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์อยู่ในช่วงระหว่าง 40-77 มก.ต่อตร.ม. หรือประมาณ 40-50% ของปริมาณไนตรัสออกไซด์ที่ปลดปล่อยตลอดทั้งปี

ผลการเจรจาในเวทีการเจรจาเรื่องโลกร้อน ในการผลักดันเข้าเป็นประเด็นเจรจาในการเป็นแหล่งลดแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญ ซึ่งหมายความว่า การลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในดินเกษตร โดยมีสาระดังนี้

1. ประเด็นการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกมุ่งเน้นการลดแก๊สเรือนกระจกในกลุ่ม non-CO₂ gas คือ มีเทนและไนตรัสออกไซด์ เพราะภาคเกษตรมีสัดส่วนสูงในการปล่อยแก๊สเรือนกระจกทั้งสองชนิดนี้

2. ประเด็นการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่เกษตร เน้นในการกักเก็บคาร์บอนในดินผ่านกิจกรรมทางการเกษตรต่าง เพื่อส่งเสริมการเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนในพื้นที่เกษตร

Cline (2007) จำลองผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตร และพบว่าประเทศไทยจะได้รับผลกระทบเชิงลบโดยผลผลิตทางการเกษตรจะลดลงมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ และอยู่ในช่วง 15-25 เปอร์เซ็นต์ ภายในปี ค.ศ.2080 สำหรับกรณีที่ไม่มีและมีผลของ Carbon fertilization

2.5 บทบาทของระบบนิเวศป่าไม้ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทอย่างมากต่อปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เกี่ยวข้องกับพื้นที่ป่าไม้ได้ถูกทำลายลงในอัตราที่รวดเร็ว ต้นไม้จำนวนมากถูกตัดเพื่อการค้า และเพื่อใช้ที่ดินสำหรับการเพาะปลูกหรือการเลี้ยงสัตว์ การทำลายระบบนิเวศป่าไม้โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นของโลกซึ่งพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่แล้วจะพบอยู่ในพื้นที่ของประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชากรและความยากจน ทำให้ประชาชนในพื้นที่ที่ไม่มีที่ดินสำหรับการเพาะปลูกดังนั้นแนวทางหนึ่งที่เกิดขึ้นก็คือ การบุกรุกถางป่าเพื่อการทำการเกษตร โดยผลจากการทำลายป่าไม้นั้นเป็นการเร่งให้ปรากฏการณ์เรือนกระจกรุนแรงมากขึ้น เพราะต้นไม้ถูกเผาอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพของต้นไม้จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ปลดปล่อยสู่บรรยากาศ ด้วยเหตุผลนี้นักวิชาการเชื่อว่าวิธีการที่ดีที่สุดในการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์หรือคาร์บอน ก็คือการยึดคาร์บอนไว้ในต้นไม้ที่มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว ต้นไม้และป่าไม้จึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ประมาณครึ่งหนึ่งของมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งของต้นไม้จะเป็นคาร์บอน เมื่อต้นไม้เติบโตมีผลทำให้คาร์บอนจึงถูกกักเก็บในราก ลำต้น กิ่งก้าน และใบ โดยผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้คาร์บอน สามารถยึดอยู่กับเนื้อเยื่อของต้นไม้และเนื้อไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน แต่อย่างไรก็ตามอัตราการยึดคาร์บอน (Carbon fixing) นั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายประการ เช่น ชนิดพืช อัตราการเติบโต อายุพืช พื้นที่ และตำแหน่งที่ตั้ง ปริมาณน้ำฝน และฤดูกาล โดยปริมาณการยึดคาร์บอนต่อปีของต้นไม้จะมีค่าสูงในช่วงแรกๆ ของการปลูก (Ciesla, 1995) มีรายงานการวิจัยที่สนับสนุนว่าการเพิ่มพูนของปริมาณการเก็บกักคาร์บอนนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นรายปี (Creedy and Wurzbacher, 2001) ซึ่งปริมาณ

การเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าไม้ที่เติบโตเต็มที่แล้ว ก็จะมี แนวโน้มที่ลดลง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของผลผลิตมวลรวมสุทธิ (Net primary production) ในทางตรงกันข้ามนั้นในภาคการเกษตรนั้นทั้งพืชเกษตร (Crops) และหญ้า (Grasses) ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการบริโภคของมนุษย์และสัตว์ ดังนั้น หากมองในระยะยาวแล้วอาจจะพบว่าพืช ในทางเกษตรมีศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนได้ไม่เท่ากับไม้ยืนต้น

ระบบนิเวศป่าไม้นั้นมีบทบาทที่สำคัญต่อวงจรคาร์บอนในโลกนี้ ในแต่ละปีระบบนิเวศป่า ไม้จะดูดซับคาร์บอนประมาณ 2.6 พันล้านตัน ในขณะที่ การทำลายป่าหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ ประโยชน์ที่ดินจะก่อให้เกิดการปล่อยแก๊สคาร์บอนประมาณ 1.6 พันล้านตัน (IPCC, 2007a) ในขณะที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ซึ่งจะมี การปลดปล่อยคาร์บอนประมาณ 6.4 พันล้านตันต่อปี เมื่อคิด จำนวนอัตราการปลดปล่อยคาร์บอน จากการทำลายป่าไม้สามารถคิดได้เป็นสัดส่วนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของการปลดปล่อยทั้งหมด (WRI, 2007) ดังนั้นจึงมีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่มีความเห็นในทำนองเดียวกันว่าการลดการ ปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการทำลายป่า เป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพและต้องดำเนินการ อย่างเร่งด่วน (Nabuurs และคณะ, 2007, Stern, 2007) โดยปัจจัยที่ก่อให้เกิดการทำลายระบบนิเวศ ป่าไม้ในเขตร้อนนั้นมีผลมาจากกิจกรรมมนุษย์ ซึ่งนโยบายและการดำเนินการเพื่อลดการทำลายป่า ย่อมทำให้ชุมชนท้องถิ่นต้องสูญเสียรายได้จากป่า และรัฐบาลต้องใช้ งบประมาณจำนวนมากในการ ป้องกันรักษาป่า ดังนั้นจึง ควรมีมาตรการในการสร้างแรงจูงใจเพื่อลดการปลดปล่อยแก๊สเรือน กระจกในภาพรวมของโลก เช่น การให้ค่าตอบแทนหรือเงินชดเชยแก่ประเทศที่ลดอัตราการทำลาย ป่า หรืออนุรักษ์พื้นที่ป่าธรรมชาติไม่ให้ลดลงหรือเสื่อมโทรมมากขึ้น (Geist และ Lambin, 2002, UNFCCC, 2006) แต่อย่างไรก็ตามมีการวิจัยพบว่าระบบนิเวศป่าไม้แต่ละชนิดก็มีศักยภาพในการ เก็บกักคาร์บอนแตกต่างกัน อาทิ เช่น การศึกษาอัตราการดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ ของป่าดิบแล้งสะแกราชมีอัตราการดูดซับที่สูงกว่าป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง โดยมีผลผลิตปฐม ภูมিরวมเท่ากับ 108.70 และ 88.66 ตัน CO_2 ต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือคิดเป็นปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 29.65 และ 24.18 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันเมื่อพิจารณาอัตราการ ปลดปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์พบว่าป่าดิบแล้งสะแกราช มีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ บรรยากาศมากกว่าป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลองด้วย โดยการปลดปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์จาก การหายใจของป่าทั้งสองชนิดมีค่าเท่ากับ 103.04 และ 87.93 ตัน CO_2 ต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือคิดเป็น ปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 28.11 และ 23.98 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งการสูญเสียคาร์บอนจาก การหายใจของระบบนิเวศป่าไม้ทั้งสองแห่งนี้เกือบครึ่งหนึ่งมาจากกิจกรรมของดิน ทั้งนี้ป่าดิบ แล้งที่สะแกราช มีศักยภาพในการเป็นแหล่งดูดซับคาร์บอนมากกว่าป่าเบญจพรรณที่อยู่ในบริเวณ ลุ่มน้ำแม่กลอง โดยป่าทั้งสองแห่งมีผลผลิตคาร์บอนสุทธิเท่ากับ 5.66 และ 0.73 ตัน CO_2 ต่อเฮกแตร์

ต่อปี หรือคิดเป็นปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 1.54 และ 0.20 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ (สาพิศ และ
คณะ, 2548)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

3.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับหลักการของงานวิจัย เพื่อเป็นฐานข้อมูลการวิเคราะห์และวางแผนการดำเนินงาน ทำการกำหนดขอบเขตการศึกษาร่วมกันระหว่างที่ปรึกษา และคณะกรรมการดำเนินงาน ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษานี้ประกอบด้วย

1. การแปลผลข้อมูลจากแผนที่ทางภูมิศาสตร์ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 ของอำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ลำดับชุด L7017 ระวัง 5242 IV ปี พ.ศ.2531
2. ข้อมูลสถิติภูมิที่เกี่ยวข้องกับสภาพดิน จากรายงานการสำรวจความเหมาะสมของดินของจังหวัดเพชรบูรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่ 205
3. แผนที่กลุ่มชุดดิน 1 : 50,000 แผนที่และรายงานการสำรวจดินจังหวัดเพชรบูรณ์ 1 : 100,000
4. ข้อมูลสถิติภูมิของสภาพภูมิอากาศ จากรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา ของอำเภอหล่มสัก อำเภอวิเชียรบุรี และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในภาคสนามประกอบด้วย

1. แผนที่ทางภูมิศาสตร์ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 ของอำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ลำดับชุด L7017 ระวัง 5242 IV ปี พ.ศ.2531
2. แผนที่กลุ่มชุดดินในจังหวัดเพชรบูรณ์ อัตราส่วน 1 : 50,000 และ 1 : 100,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน
3. เครื่องมือระบุตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Geographic Positioning System, GPS)
4. เข็มทิศ
5. เครื่องมือวัดอุณหภูมิดินและอากาศ (Soil and air thermometer)
6. เครื่องมือวัดความเข้มแสง (Lux/Light Meter)
7. เครื่องมือวัดความชื้นในดิน (Soil moisture meter)

3.2.2 วัสดุที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (Soil auger)
2. ถุงพลาสติก

3.2.3 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

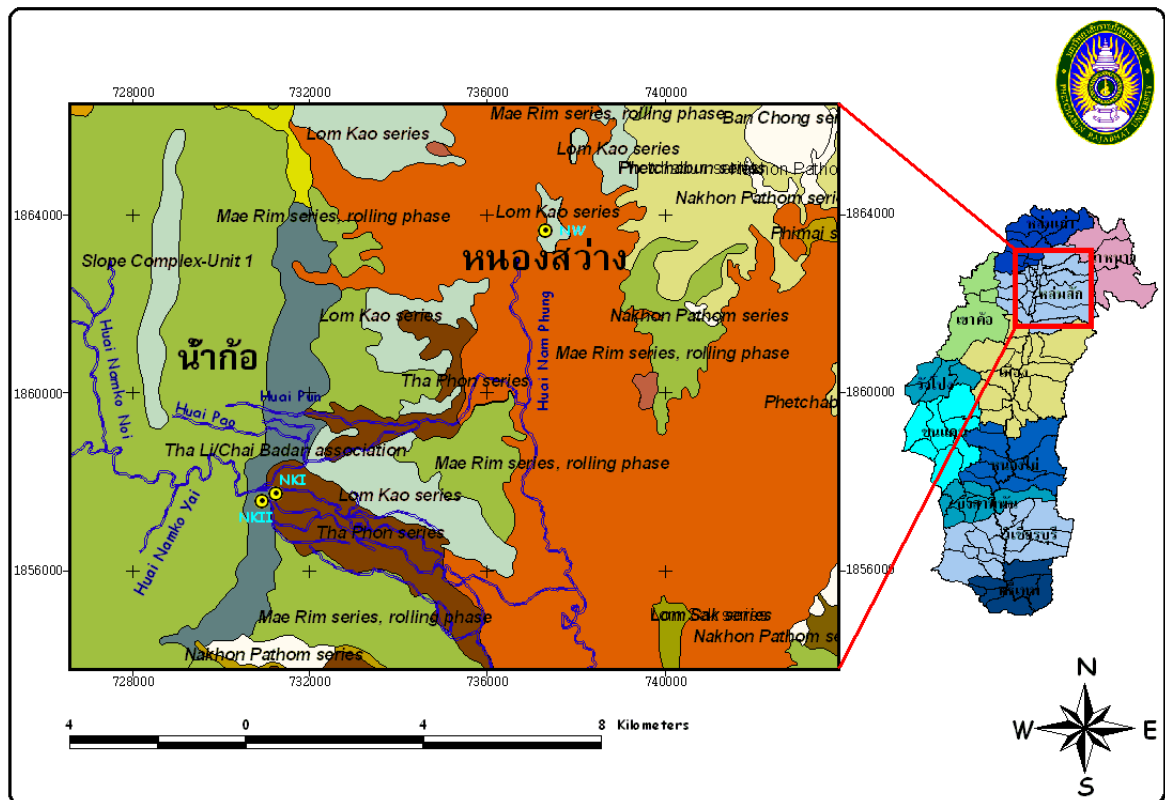
วิธีในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เก็บมาจากพื้นที่วิจัยได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ปัจจัยที่ทำการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
1. อินทรีย์คาร์บอนในมวลชีวภาพพืช (Organic carbon)	Walkley & Black Method (1947)
2. อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil organic matter)	Walkley & Black Method (1947)
3. เนื้อดิน (Texture)	Hydrometer
4. ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)	pH meter (ดิน : น้ำ = 1 : 1)
5. สีดิน (Soil color)	สมุดเทียบสีดิน Munsell

3.3 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ศึกษาใน 2 ตำบล คือ ตำบลน้ำก้อ และตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ (ภาพที่ 3.1) โดยในพื้นที่ตำบลน้ำก้อซึ่งเป็นพื้นที่วิจัยหลักได้มีการแบ่งแปลงทดลองย่อย 2 แปลง คือ แปลงทดลองที่เป็นพื้นที่ชุดดินท่าพล (NK I) และแปลงทดลองที่เป็นพื้นที่ชุดดินส่วนผสมระหว่างชุดดินท่าลี่และชัยบาดาล (NK II) ส่วนพื้นที่ศึกษาในตำบลหนองสว่างมีแปลงทดลองย่อย 1 แปลง เป็นแปลงทดลองที่เป็นพื้นที่ชุดดินหล่มเก่า (NW) โดยคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่วิจัยทั้ง 3 แห่งมีคุณลักษณะดังแสดงในตาราง 3.2



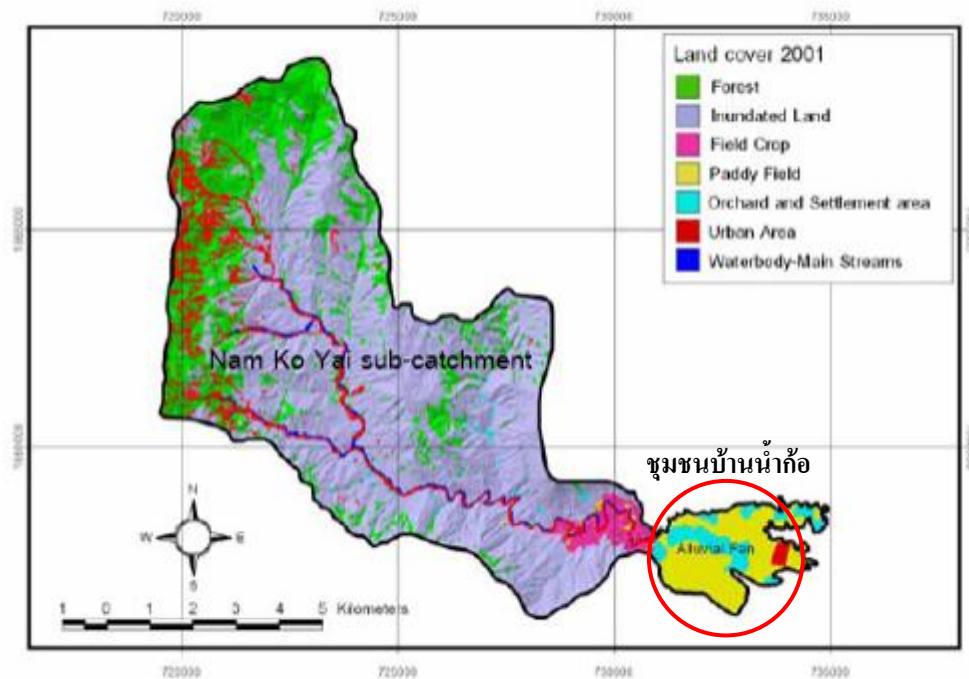
ภาพที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาในเขตตำบลน้ำก่อ (NKI และ NKII) และตำบลหนองสว่าง (NW)
อำเภอห้วยสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

คุณลักษณะ	พื้นที่ศึกษา		
	NK I	NK II	NW
สถานที่	ตำบลน้ำก้อ อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์	ตำบลน้ำก้อ อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์	ตำบลหนองสว่าง อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์
พิกัดทางภูมิศาสตร์	16°47'28.7" N 101°10'10.9" E	16°47'23.1" N 101°09'59.9" E	16°50'38.8" N 101°13'38.2" E
ระดับความสูง (m asl)	175	175	172
ชุดดิน	Tha phon series	Thali/Chaibadan association	Lom koa series

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่จัดเป็นสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical climate) มีฤดูกาลที่สำคัญ 3 ฤดู คือฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่จะมีปริมาณมากถึง 1,000 มม. สภาพอากาศมีลักษณะร้อนชื้น ในระหว่างช่วงฤดูฝน คือช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม อาจจะมีพายุโซนร้อนเกิดขึ้นอยู่เสมอ ช่วงฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และอุณหภูมิจะต่ำสุดในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม พื้นที่ด้านตะวันตกและด้านทิศเหนือของตำบลน้ำก้อ จะมีป่าไม้ปกคลุมอยู่ค่อนข้างหนาแน่นและเป็นพื้นที่ค่อนข้างเป็นที่สูงชัน ป่าที่พบเป็นป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้งที่มีพรรณไม้ผลัดใบร่วมอยู่ด้วย บางส่วนพบป่าไผ่ในบางพื้นที่เคยมีการบุกรุกเข้ามาทำการเกษตร แล้วมีการปล่อยให้กลายเป็นพื้นที่รกร้างเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่จนเกิดเป็นป่ารุ่นที่สอง (Secondary forest) พื้นที่บางแห่งอาจจะพบการพังทลาย (Erosion) ของดิน เนื่องจากสภาพที่สูงชันของพื้นที่

ลักษณะภูมิประเทศในตำบลน้ำก้อ เป็นพื้นที่ที่อยู่ฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของแม่น้ำป่าสักตอนบน ลักษณะเป็นพื้นที่ราบเชิงเขา ทิศตะวันตกเป็นเทือกเขาสูงชัน ซึ่งเป็นอาณาเขตติดต่อกับอุทยานแห่งชาติเขาค้อและภูหินร่องกล้า ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างจังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดพิษณุโลก ระดับความสูงของพื้นที่ 170-250 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พื้นที่ซึ่งมีความลาดชันจะค่อยๆ ลดน้อยลงจนกลายเป็นที่ราบเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan) ในบริเวณชุมชนบ้านน้ำก้อ (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ลักษณะพื้นที่ของบ้านน้ำก่อ ตำบลน้ำก่อ จังหวัดเพชรบูรณ์
ที่มา (ดัดแปลงมาจาก Yumuang, 2006)

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยนี้ โดยเน้นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง (Experimental research) เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อลักษณะทางชีวลักษณ์และผลผลิตของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ โดยพยายามควบคุมสภาพและเงื่อนไขของการศึกษาตลอดจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะมีการประชุมทีมงานวิจัย เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการ/ขั้นตอน/วางแผนการทำงาน/จัดบทบาทหน้าที่ร่วมกันศึกษารวบรวมข้อมูลพื้นฐาน/เอกสารที่เกี่ยวข้อง ประชุมชี้แจงโครงการและสำรวจสภาพพื้นที่เบื้องต้นในการดำเนินการวิจัย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สำรวจ สภาพทางกายภาพเบื้องต้น/ศึกษาข้อมูลชุมชนนำไปสู่ความร่วมมือวางแผนร่วมกัน โดยมีการกำหนดพื้นที่ศึกษา โดยเลือกพื้นที่ที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์และกายภาพที่แตกต่างกัน โดยเลือกพื้นที่เบื้องต้นจากแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50000 จากนั้นจึงมีการเข้าไปยังพื้นที่จริง แล้วทำการตัดสินใจเลือกพื้นที่ศึกษา พร้อมทั้งระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ ด้วยเครื่องมือวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS, Garmin etrex)

3.4.1 การวางแผนการทดลอง

ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะทำการวางแผนการทดลองเป็นแบบ (Complete Randomize Design, CRD) โดยแต่ละชุดการทดลอง (Treatment) จะมีจำนวนซ้ำ (Replication) ทั้งหมด 3 ซ้ำ ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะมีการสร้างชุดทดลองดังนี้

- พื้นที่ NK I เนื่องจากสภาพพื้นที่มีขนาดเล็ก จึงมีการวางแผนทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของชีพลักษ์ของข้าวพันธุ์ กข 10 เพียงอย่างเดียว พันธุ์ข้าวที่ใช้นำมาจากสถานีวิจัยข้าวพิษณุโลก โดยมีอัตราการงอกสูงกว่า 80% โดยมีชุดการทดลองในการวิจัยแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NK I

ที่	รหัส	สิ่งทดลอง
1	NK I-KK	การปลูกข้าวพันธุ์ กข 10

- พื้นที่ NK II มีการสร้างชุดทดลองเพื่อประเมินผลกระทบของสภาพที่อากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อพันธุ์ข้าวชนิดต่างๆ คือ กข 10 ที่จัดเป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ไม่ไวแสง พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 80 พันธุ์ข้าวเจ้าที่มีความไวแสง ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนล่าง และพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่มีความไวต่อแสง โดยมีชุดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NK II

ที่	รหัส	สิ่งทดลอง
1	NK II-KK	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว กข 10
2	NK II-PL	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 80
3	NK II-ML	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

- พื้นที่ NW มีการทดสอบปัจจัย คือ i) พันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือ กข 10 พิษณุโลก 80 และข้าวดอกมะลิ 105 และ ii) ปุ๋ย คือ มีการใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้งในระยะตกกล้า แรกออกและระยะออกรวง (F) และใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 2 ครั้ง (NF) เป็นการปลูกข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีในระยะตกกล้าและแตกกอเท่านั้น โดยมีชุดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ชุดการทดลองในการวิจัยของพื้นที่ NW

ที่	รหัส	สิ่งทดลอง
1	NWNF-KK	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว กข 10 และไม้ไผ่ปุยเคมี
2	NWF-KK	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 และไม้ไผ่ปุยเคมี
3	NWNF-PL	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว พิษณุโลก 80 และไม้ไผ่ปุยเคมี
4	NWF-PL	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 80 และไม้ไผ่ปุยเคมี
6	NWNF-ML	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าว กข 10 และไม้ไผ่ปุยเคมี
7	NWF-ML	การปลูกข้าวโดยพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 และไม้ไผ่ปุยเคมี

3.4.2 การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินจะทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยจะแบ่งวิธีการเก็บตัวอย่างดิน 2 วิธี คือ

1. การเก็บดินแบบไม่รบกวนดิน (Undisturbed soil sample) (ภาพที่ 3.3) ตัวอย่างดินที่เก็บนั้นจะทำการเก็บเฉพาะดินชั้นบน โดยใช้เทคนิค Core method สุ่มอย่างมีระบบในบริเวณที่จะทำการติดตั้งตู้ครอบ จำนวน 5 ตัวอย่าง จากนั้นจึงนำกลับมายังห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density, Bd) และความชื้นในดิน (Soil water content, SWC)

2. การเก็บดินแบบรบกวนดิน (Disturbed soil sample) (ภาพที่ 3.3) จะทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงตัวอย่างจะทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบน (Top-soil layer, 0-30 ซม.) และตัวอย่างดินชั้นล่าง (Sub-soil layer, 30-60 ซม.) โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างดินจะทำการเก็บไว้ในถุงพลาสติกทึบที่ เพื่อเตรียมนำกลับ ไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (Soil pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอนในดิน



ภาพที่ 3.3 การเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดิน (ซ้าย) และแบบไม่รบกวนดิน (ขวา)

3.4.3 การศึกษาลักษณะทางชีพลักษณ์ ผลผลิตของข้าว และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ศึกษาลักษณะทางชีพลักษณ์ โดยจะทำการบันทึกช่วงเวลาการ ตกกล้า ปักดำ ตั้งท้อง ออกดอก และ การเก็บเกี่ยวของข้าวแต่ละสายพันธุ์ โดยจะทำการสำรวจข้อมูลทางชีวภาพทุกสัปดาห์ ตั้งแต่ระยะแรกคือ ระยะการตกกล้าจนถึงระยะสุดท้ายคือ ระยะการเก็บเกี่ยว จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับพื้นที่ต่างๆ ทำการศึกษาปริมาณผลผลิตโดยวิธีการสุ่มรวงข้าวจำนวน 10 รวง ต่อ 1 ตร.ม. ในหนึ่งแปลงย่อยจะทำการสุ่ม 3 ตร.ม. โดยเทคนิคการสุ่มแบบมีระบบ (Systematic random sampling) แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ เมล็ดสม บูรณ์ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด และปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่

การตรวจวัดและบันทึกสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ ปริมาณความเข้มแสง และปริมาณความชื้นในดิน โดยจะทำการวัดค่าทุกสัปดาห์ในเวลา 11.00-13.00 น. ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลหัตถภูมิของข้อมูลทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากกรมอุตุนิยมวิทยา

การศึกษาความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพของข้าว ซึ่งจะทำโดยทำการสุ่มตัวอย่างข้าวในพื้นที่ต่างๆ แล้วคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืช โดยอาศัยเทคนิคการเก็บเกี่ยว (Harvest method) นำข้อมูลของปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักอยู่ในพืชในพื้นที่ต่างๆ โดยน้ำหนักคาร์บอนในมวลชีวภาพมีค่าเป็น

ครั้งหนึ่ง (50 เปอร์เซ็นต์) ของมวลชีวภาพ (Dixon และคณะ, 1994) จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชในระบบนิเวศป่าไม้

3.4.4 การปลูกข้าว

การวิจัยนี้ใช้วิธีการปลูกข้าวแบบนาดำ โดยมีการตกกล้าและการปักดำของข้าวแต่ละสายพันธุ์และแต่ละพื้นที่ดังแสดงในตารางที่ 3.6 ซึ่งการปักดำกล้าในแต่ละกอกำหนดให้ใช้กล้าประมาณ 2-3 ต้น โดยแต่ละกอมีระยะห่างประมาณ 25 x 25 เซนติเมตร ภายหลังจากการปลูกไปแล้วภายใน 7 วัน หากมีต้นกล้าตายจะทำการปลูกซ่อมแซม ตลอดระยะเวลาการปลูกจะมีการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ในระยะต้นกล้า ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่เมื่อต้นกล้ามีอายุ 15-20 วัน ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-18 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปักดำ 20 วัน ครั้งที่ 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนข้าวออกดอก (ยกเว้นในพื้นที่ที่จะมีการใส่ปุ๋ยเพียงสองครั้ง คือ NWNF)

ตารางที่ 3.6 ระยะเวลาในการตกกล้าและปักดำข้าวแต่ละสายพันธุ์ในแต่ละพื้นที่วิจัย

พื้นที่	สายพันธุ์ข้าว	ระยะเวลาดกกล้า	ระยะเวลาดปักดำ
NK I	กข 10	19 มิถุนายน 2552	18 กรกฎาคม 2552
NK II	กข 10	23 มิถุนายน 2552	18 กรกฎาคม 2552
	พิษณุโลก 80	23 มิถุนายน 2552	18 กรกฎาคม 2552
	หอมมะลิ 105	23 มิถุนายน 2552	18 กรกฎาคม 2552
NW	กข 10	25 มิถุนายน 2552	26 กรกฎาคม 2552
	พิษณุโลก 80	25 มิถุนายน 2552	26 กรกฎาคม 2552
	หอมมะลิ 105	25 มิถุนายน 2552	26 กรกฎาคม 2552

3.5 วิธีการเก็บข้อมูลวิจัยทางสังคมศาสตร์

การสำรวจข้อมูลทางสังคมศาสตร์ซึ่งจะมีผลต่อการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำไปใช้ เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดกิจกรรมรณรงค์การลดภาวะโลกร้อนในตำบลน้ำก้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการใช้เทคนิคการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายโดยมีการขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดพื้นที่วิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งตำบลน้ำก้อประกอบด้วย 13 หมู่บ้าน โดยที่กลุ่มเกษตรกรนั้นจะทำการสุ่มตัวอย่างในทุกหมู่บ้านละ 3 คน โดยมีกลุ่มประชากรที่ทำการสัมภาษณ์ทั้งหมด 39 คน

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์นั้น ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure) จำนวน 1 ชุด ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อมูลทั่วไป และส่วนที่สองเป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ที่ประกอบด้วยข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคม และเศรษฐกิจ

3.5.3 การดำเนินการวิจัย

1. ขั้นเตรียมการ การวิจัยด้านสังคมศาสตร์นี้จะมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจากข้อมูลทุติยภูมิที่เป็นเอกสารวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะปัญหาด้านภาวะโลกร้อน โดยแบบสัมภาษณ์ที่ได้สร้างขึ้นมาแล้วจะถูกนำไปตรวจสอบอีกครั้งจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิระศักดิ์ ฉายประสาท คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร รองศาสตราจารย์มณฑนา นวลเจริญ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และอาจารย์นุชจรินทร์ แก้วกล้า คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จากนั้นจะมีการทดสอบแบบสัมภาษณ์โดยการทดลองนำไปใช้จริง แล้วจึงนำเอาข้อสรุปที่ได้จากการทดลองแบบสัมภาษณ์มาใช้ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์อีกครั้งหนึ่ง

2. การฝึกอบรมผู้รวบรวมข้อมูล ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์กลุ่มประชากร จะต้องมีการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิคการสัมภาษณ์ การสังเกตพฤติกรรมของผู้ถูกสัมภาษณ์ รวมทั้งมีการสาธิตการสัมภาษณ์ การทดลองฝึกสัมภาษณ์ ตลอดจนปรับแก้ไขกระบวนการสัมภาษณ์ให้เป็นที่ยอมรับได้ทางวิชาการ

3. การดำเนินการสัมภาษณ์ ช่วงเวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์นั้น สำหรับประชากร ที่เป็นเกษตรกรคณะผู้วิจัยจะทำการเข้าไปสัมภาษณ์ในช่วงเวลา 18.00-20.00 น. เนื่องจากความสะดวกของผู้ถูกสัมภาษณ์

3.6 การวางแผนเพื่อส่งเสริมกิจกรรมลดภาวะโลกร้อนในชุมชนแบบมีส่วนร่วม

3.6.1 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีองค์การบริหารส่วนตำบลน้ำก้อเป็นกลุ่มผู้นำ หน่วยงานราชการในท้องถิ่น ผู้ใหญ่บ้าน และประชาชน นทั่วไป เพื่อร่วมกันหาแนวทางการลดภาวะโลกร้อนในชุมชน

3.6.2 นำเสนอแลกเปลี่ยนข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลในชุมชนร่วมกัน เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและหาข้อสรุปเพื่อเป็นแนวทาง และข้อเสนอแนะทางออกในการสร้างรูปแบบของกิจกรรมต่อไป

3.6.3 ส่งเสริม กิจกรรมลด ภาวะโลกร้อนให้แก่เยาวชนในพื้นที่ รวมทั้งดำเนินการ ประเมินผลการดำเนินกิจกรรม

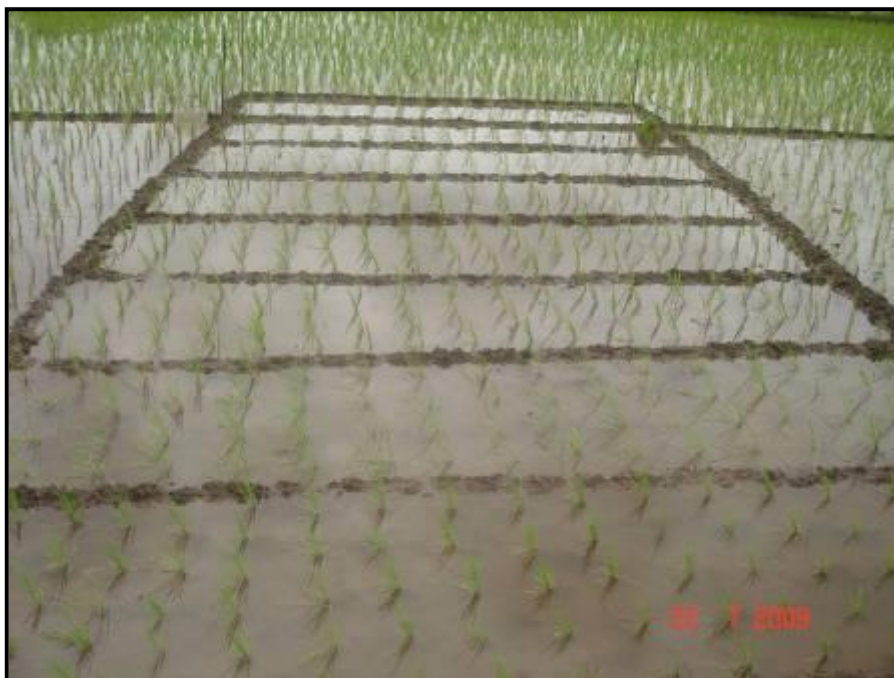
3.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ผลผลิตข้าว น้ำหนักของ ข้าว 1,000 เมล็ด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและ ค่าความเป็นกรดต่างของดิน จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ One-way Analysis of Variance (One-way ANOVA) และใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลการสัมภาษณ์ที่ได้จากการรวบรวมจากภาคสนาม จะ ถูกนำมาวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เป็นหลัก ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วย สถิติพรรณนา (Descriptive statistics)

3.8 สังเคราะห์ข้อมูล/ข้อเสนอแนะ

ทำการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งหมดในด้านวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และผลการดำเนิน กิจกรรม เพื่อวิเคราะห์ผลและ สังเคราะห์ผลการศึกษา พร้อมสรุปผลจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ส่ง สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช)



ภาพที่ 3.4 สภาพพื้นที่และการเตรียมแปลงทดลองขนาด 1.25 x 5 เมตร ที่บริเวณแปลงทดลอง NK II ตำบลน้ำก้อ อำเภอลำสัก จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 3.5 สภาพพื้นที่และแปลงทดลอง ในพื้นที่ NK I ตำบลน้ำก้อ อำเภอลำสัก จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 3.6 สภาพพื้นที่และการเตรียมแปลงทดลองขนาด 1.25 x 5 เมตร ที่บริเวณแปลงทดลอง NW ตำบลหนองสว่าง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 3.7 การวัดปัจจัยทางกายภาพในพื้นที่วิจัย



ภาพที่ 3.8 ข้าวสายพันธุ์ กข 10 ที่ปลูกในพื้นที่ NW ภายหลังจากการปักดำเป็นเวลา 1 เดือน



ภาพที่ 3.9 การเก็บเกี่ยวข้าวและศึกษาผลผลิตของข้าวในแปลงทดลอง



ภาพที่ 3.10 ข้าวสายพันธุ์ กข 10 ในแปลงทดลองที่เริ่มเข้าสู่ระยะข้าวสุก



ภาพที่ 3.11 ข้าวสายพันธุ์ กข 10 ในพื้นที่หนองสว่าง (NW) ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เริ่มเข้าสู่ระยะข้าวนํ้านม

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 คุณสมบัติดินและการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางกายภาพ

ข้อมูลการวิเคราะห์สภาพดินในพื้นที่ตำบลน้ำก้อและตำบลหนองสว่าง แสดงในตารางที่ 4.1-4.3 มีผลการวิจัยดังนี้ สภาพของสีดินในพื้นที่ศึกษาจะพบสีของดินชั้นบนเป็นกลุ่มสีน้ำตาลเข้ม (Very dark brown) และน้ำตาลเข้มปนเหลือง (Dark yellowish brown) จัดได้ว่าเป็นดินที่ค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ ในกรณีที่เกิดดินสีเหลืองอาจจะเป็นผลมาจากวัตถุต้นกำเนิดของดิน ส่วนเนื้อดินของดินชั้นบนในพื้นที่ตำบลน้ำก้อพื้นที่ NK I เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ส่วนพื้นที่ตำบลหนองสว่าง (NW) มีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่ง เป็นกลุ่มดินเนื้อปานกลางลักษณะเนื้อดินจะทำให้มีช่องว่างในดินขนาดปานกลางสามารถดูดซับน้ำและมีช่องระบายอากาศที่พอเหมาะ ดังนั้นการ ระบายน้ำและการซาบซึมของดินจึงไม่เร็วมากพืชสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำส่วนนี้ได้ง่าย ในขณะที่เนื้อดินในพื้นที่ NK II เป็นดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) จัดเป็นดินเนื้อละเอียดทำให้ดินมีช่องว่างในดินที่มีขนาดเล็กและมีปริมาณมาก การระบายของน้ำเกิดขึ้นได้ช้า ในขณะที่ดินชั้นล่างในพื้นที่ตำบลน้ำก้อพื้นที่ NK I และ NK II พบดินเหนียวปนทราย ส่วนดินชั้นล่างในพื้นที่ตำบลหนองสว่างพบดินร่วนเหนียวปนทราย

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน อินทรีย์คาร์บอน ในดิน ความเป็นกรดต่างของดิน และความหนาแน่นรวมในดินชั้นบนพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน อินทรีย์คาร์บอนในดิน ความเป็นกรดต่างของดิน และความหนาแน่นรวมของดินในทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อทำการวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.46-3.31% ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.43-1.92% ค่าความเป็นกรดต่างส่วนใหญ่ดินมีลักษณะค่อนข้างเป็นกลางหรือกรดเล็กน้อยโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.84-7.10 และค่าความหนาแน่นรวมของดินซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นไปถึงปริมาณของช่องว่างในดินอันจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.09-1.23 g.cm⁻³ ในขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอนในดินชั้นล่างในทุกพื้นที่นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าดินชั้นบน ในขณะที่ค่าความเป็นกรดต่างของดินชั้นล่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยพบว่าดินในพื้นที่ NK II มีค่าความเป็นกรดต่างเฉลี่ยสูงกว่าดินในพื้นที่ NK I และ NW แต่ก็ยังมีลักษณะที่ค่อนข้างเป็นกลางในทั้งสามพื้นที่

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

พารามิเตอร์	พื้นที่วิจัย		
	NK I	NK II	NW
สีของดิน : ชั้นบน	Very dark brown	Very dark brown	Dark yellowish brown
: ชั้นล่าง	Dark brown	Very dark brown	Dark yellowish brown
เนื้อดิน : ชั้นบน	Sandy clay loam	Sandy Clay	Sandy clay loam
: ชั้นล่าง	Sandy Clay	Sandy Clay	Sandy clay loam

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางเคมีของดินชั้นบน (ค่าเฉลี่ย±SD)

พารามิเตอร์	พื้นที่วิจัย		
	NK I	NK II	NW
อินทรีย์วัตถุในดิน (%)	3.17±0.66 ^a	3.31±0.78 ^a	2.46±0.71 ^a
อินทรีย์คาร์บอน (%)	1.84±0.38 ^a	1.92±0.45 ^a	1.43±0.41 ^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.10±0.35 ^a	7.06±0.28 ^a	6.84±0.09 ^a
ความหนาแน่นรวม (g.cm ⁻³)	1.09±0.09 ^a	1.20±0.10 ^a	1.23±0.09 ^a

สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<.05)

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางเคมีของดินชั้นล่าง (ค่าเฉลี่ย±SD)

พารามิเตอร์	พื้นที่วิจัย ($\bar{X} \pm SD$)		
	NK I	NK II	NW
อินทรีย์วัตถุในดิน (%)	2.64±0.94 ^a	2.34±0.96 ^a	2.05±0.93 ^a
อินทรีย์คาร์บอน (%)	1.53±0.54 ^a	1.36±0.56 ^a	1.19±0.54 ^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.59±0.07 ^{ab}	7.76±0.22 ^a	7.38±0.02 ^b

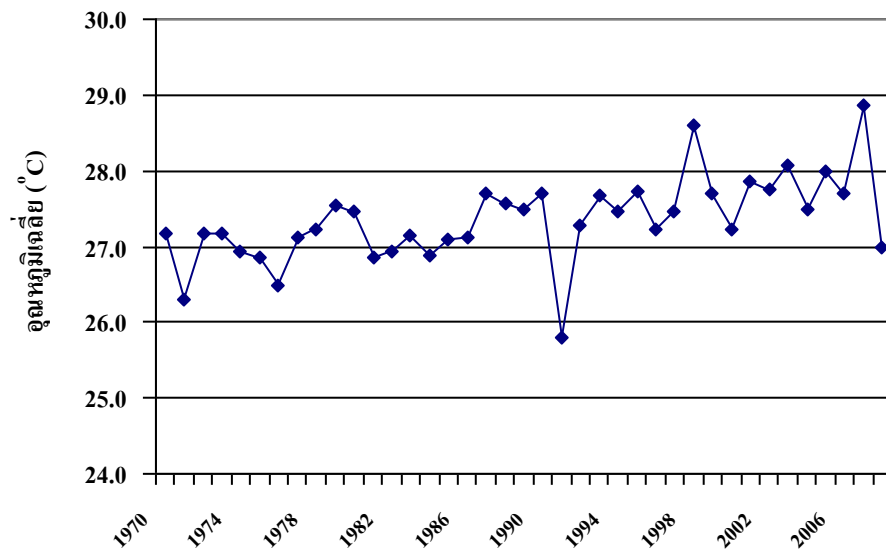
สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<.05)

ผลจากการศึกษาข้อมูลหุติภูมิจากสถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกหล่มสัก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 จนกระทั่งถึงปี ค.ศ.2008 เป็นระยะเวลา 38 ปี พบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายปี ของพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 4.1) ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมื่อ 10 ปีแรก จากที่มีข้อมูล (ค.ศ.1970-1979) ประมาณ 27.00 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของ 10 ปี หลังสุด (ค.ศ.1999-2008) มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.76 องศาเซลเซียส นั้นแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในพื้นที่อำเภอหล่มสักมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากในอดีตประมาณ 0.76 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดรายปีก็มีข้อมูลลักษณะเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 4.2-4.3) โดยในปี ค.ศ.1998 มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีสูงถึง 34.61 องศาเซลเซียส และในปี ค.ศ. 2007 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสักอุณหภูมิสูงสุดถึง 36.06 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีก็แสดงให้เห็นว่า ค่าอุณหภูมิมิมีความผันแปรไปในแต่ละปีตามสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ แต่ก็เห็นได้ว่าในบางปีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดมีค่าต่ำกว่าปีอื่นๆ เช่น ปี ค.ศ. 1971, 1976 และ 1991 โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.59, 20.77 และ 20.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนค่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีนั้น ก็มีความผันแปรค่อนข้างมาก โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย แต่ค่าเฉลี่ยโดยรวมแล้วไม่มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นหรือต่ำลง (ภาพที่ 4.4-4.5)

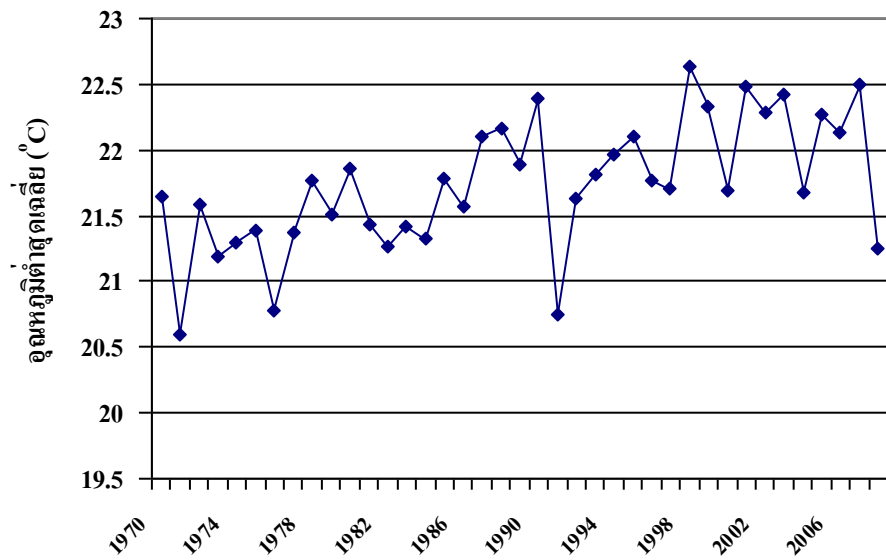
ผลจากการศึกษาข้อมูลหุติภูมิจากสถานีตรวจอากาศเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่แสดงข้อมูลย้อนหลังไป 57 ปี (ค.ศ.1950-2008) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกวิเชียรบุรี ที่แสดงข้อมูลย้อนหลังไป 38 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 จนกระทั่งถึงปี ค.ศ.2008 (ภาพที่ 4.6) พบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายปีของพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีแนวโน้ม ที่คล้ายกับพื้นที่อำเภอหล่มสักนั่นก็คือมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปีที่เพิ่มสูงขึ้น ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมื่อ 10 ปีแรก (ค.ศ.1951-1960) มีค่าประมาณ 22.92 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ช่วงเวลาเดียวกับสถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกหล่มสัก (ค.ศ.1970-1979) มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.46 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของ 10 ปีหลังสุด คือระหว่างปี ค.ศ.1999-2008 มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีประมาณ 27.81 องศาเซลเซียส นั้นแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีสูงขึ้นจากในอดีต เมื่อเทียบกับช่วงระหว่างปี ค.ศ.1951-1960เท่ากับ 0.89 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงระยะเวลาเมื่อปี ค.ศ.1970-1979 อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีแตกต่างกันประมาณ 0.36 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดรายปีแสดงข้อมูลลักษณะเดียวกัน (ภาพที่ 4.7-4.8) ส่วนค่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีนั้นก็มีความผันแปร แต่ค่าเฉลี่ยโดยรวมแล้วไม่มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นหรือต่ำลง (ภาพที่ 4.9-4.10) ส่วนพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีมีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 10 ปีแรก (ค.ศ.1970-1979) และ 10 ปีสุดท้าย (ค.ศ.1999-2008) มีค่าประมาณ 0.86 องศาเซลเซียส ซึ่งจากข้อมูลทั้งหมดนั้นแสดงให้เห็นว่า

อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอหล่มสักมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นค่อนข้างสูง (ภาพที่ 4.11) เมื่อเทียบกับพื้นที่ของอำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของจังหวัดเพชรบูรณ์มีค่าสูงขึ้นกว่าในอดีตประมาณ 0.36-0.89 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณา อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรีที่แสดงในภาพที่ 4.12-4.13 พบว่าค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเช่นเดียวกัน และปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนที่แสดงในภาพที่ 4.14-4.15 มีความผันแปรในแต่ละปี คล้ายกับพื้นที่อื่นๆ ถึงแม้ว่าในปี ค.ศ.2008 พื้นที่ของอำเภอวิเชียรบุรีจะมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงกว่าปีอื่นๆ ก็ตาม

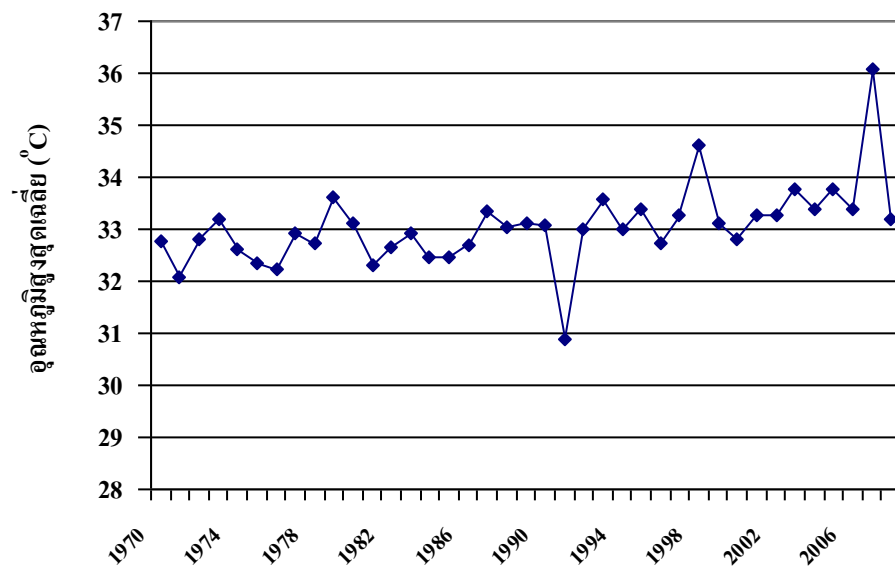
ผลการศึกษาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของจังหวัดเพชรบูรณ์ เห็นได้ค่อนข้างชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกที่รายงานไว้โดย IPCC (2007b) ระบุว่าจากการตรวจวัดอุณหภูมิที่ผิวโลกตั้งแต่ปี ค.ศ.1850 นั้นในช่วงระยะเวลาประมาณ 100 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ.1906-2005) อุณหภูมิผิวโลกเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยประมาณ 0.74 องศาเซลเซียส (0.56-0.92 องศาเซลเซียส) โดยในช่วงเวลา 50 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ.1956-2005) อุณหภูมิโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยเฉลี่ยประมาณ 0.13 (0.10-0.16 องศาเซลเซียส) องศาเซลเซียสต่อช่วงเวลา 10 ปี ซึ่งผลจากการศึกษาข้อมูลโดยองค์กรระดับโลกนี้ ยืนยันว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น หากยังไม่การวางแผนทางแก้ไขหรือป้องกันปัญหาใดๆ เลย ในแต่ละพื้นที่นั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ผิวโลกมีความแตกต่างกัน โดยบริเวณแถบอาร์กติกนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ผิวโลกนั้นสูงเกือบสองเท่า เมื่อเทียบกับอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ผิวโลกในบริเวณทั่วไป ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลที่สอดคล้องกันและเป็นการยืนยันได้ว่าสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น



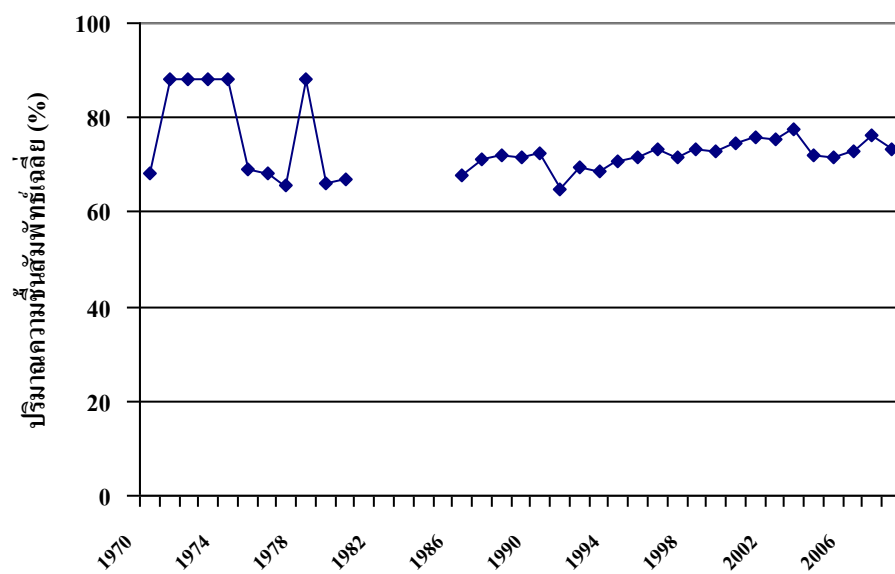
ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอห้วยสัก จังหวัดเพชรบูรณ์



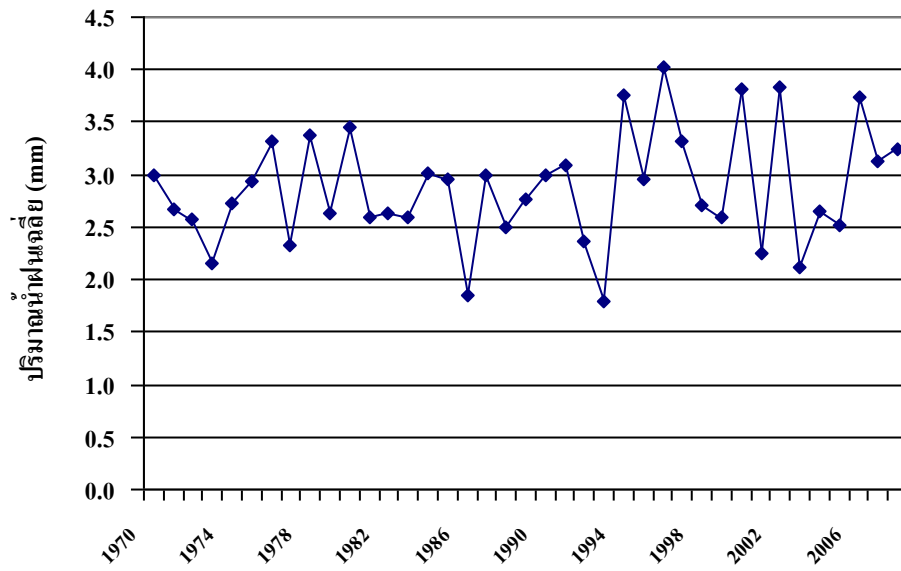
ภาพที่ 4.2 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอห้วยสัก
จังหวัดเพชรบูรณ์



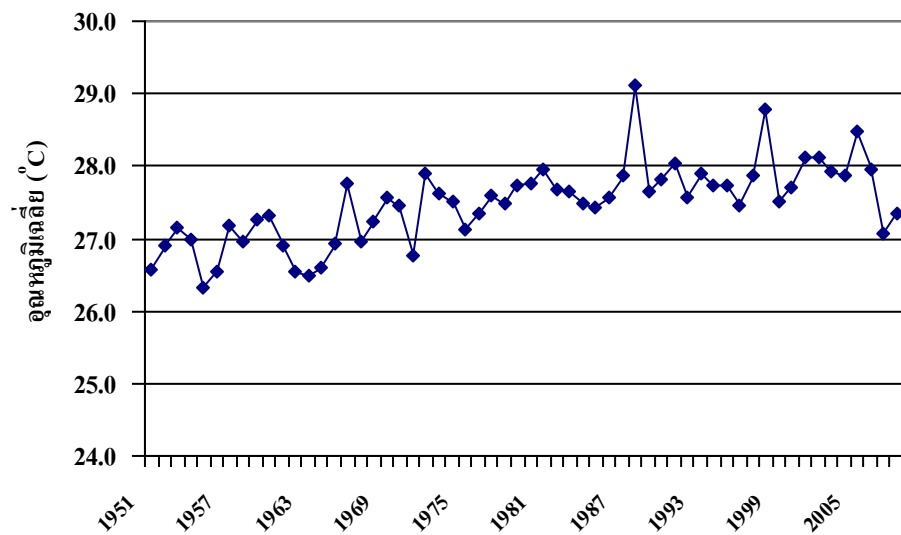
ภาพที่ 4.3 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอห่มสักร
จังหวัดเพชรบูรณ์



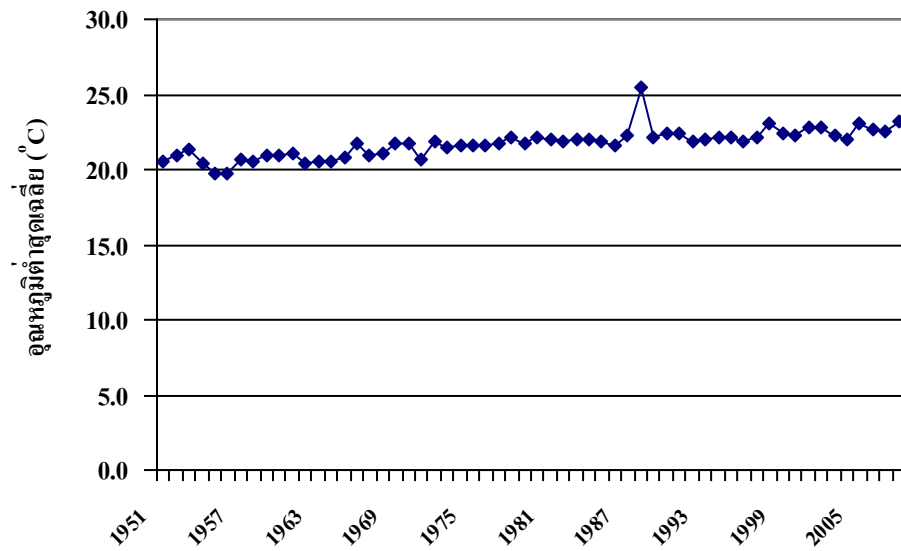
ภาพที่ 4.4 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอห่มสักร
จังหวัดเพชรบูรณ์



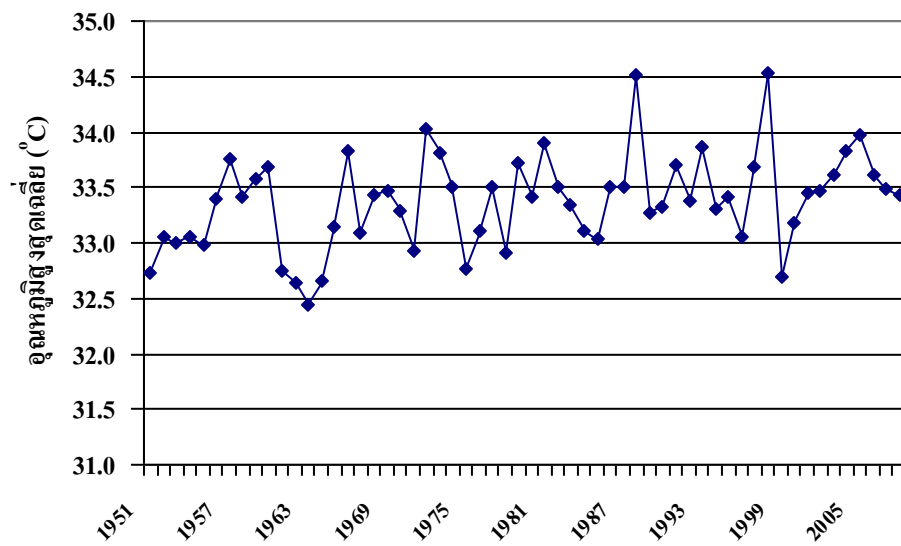
ภาพที่ 4.5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์



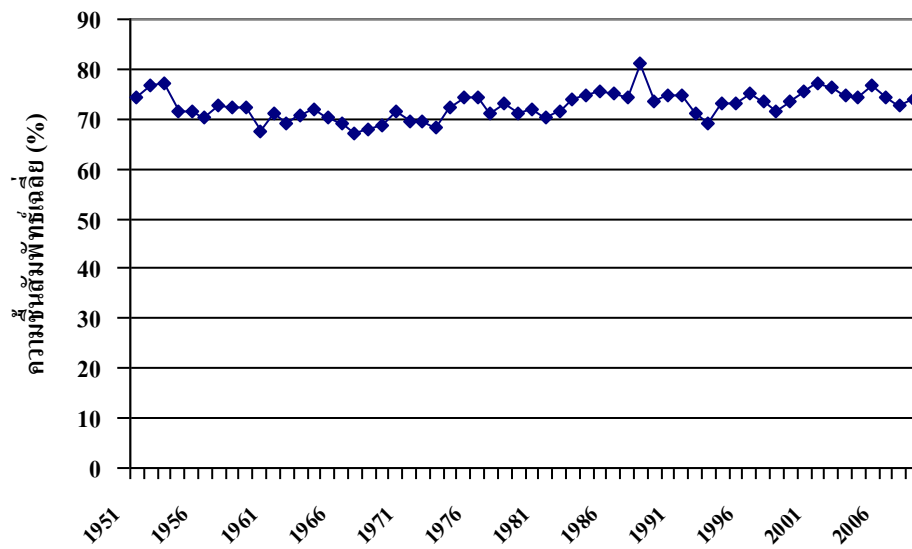
ภาพที่ 4.6 อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์



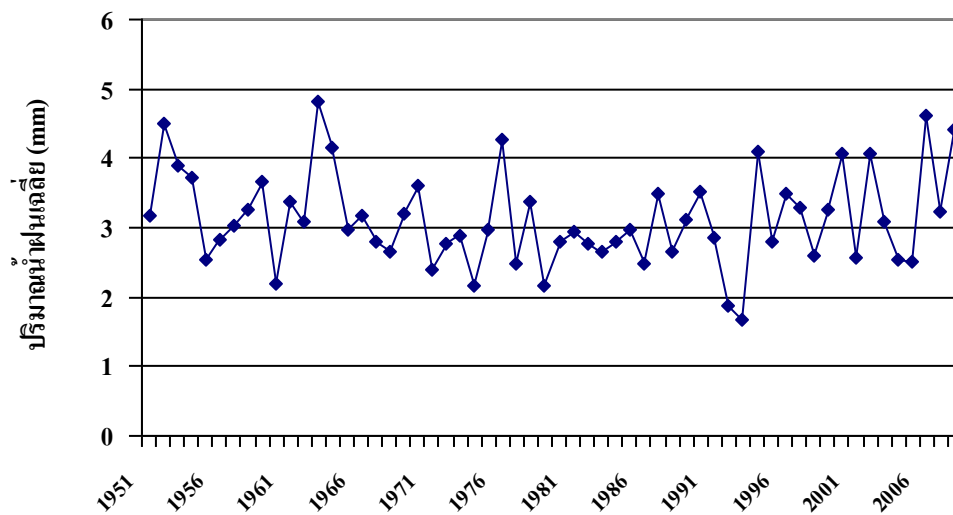
ภาพที่ 4.7 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์



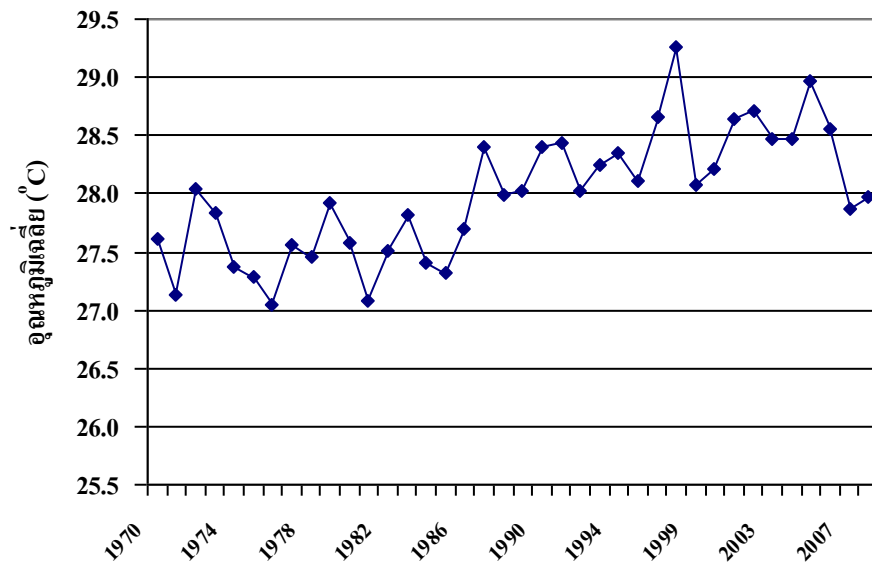
ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์



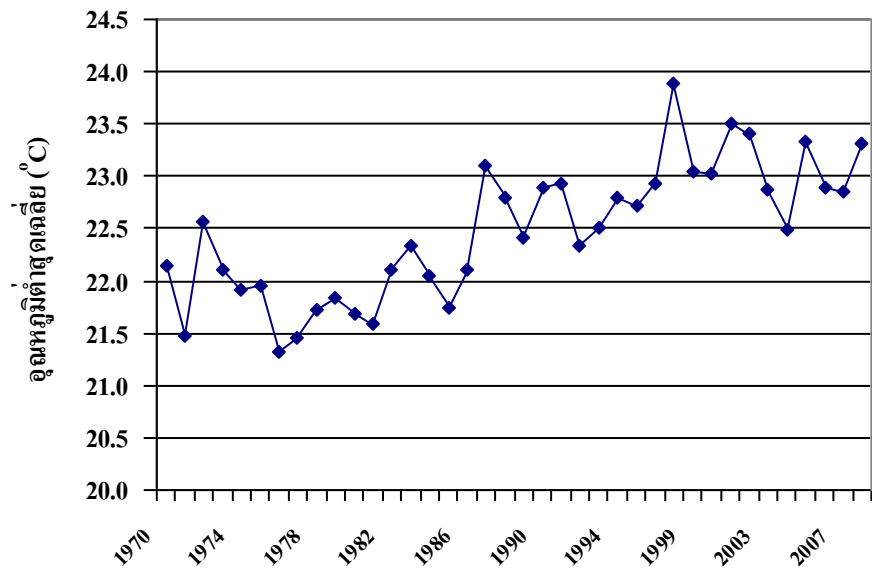
ภาพที่ 4.9 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์



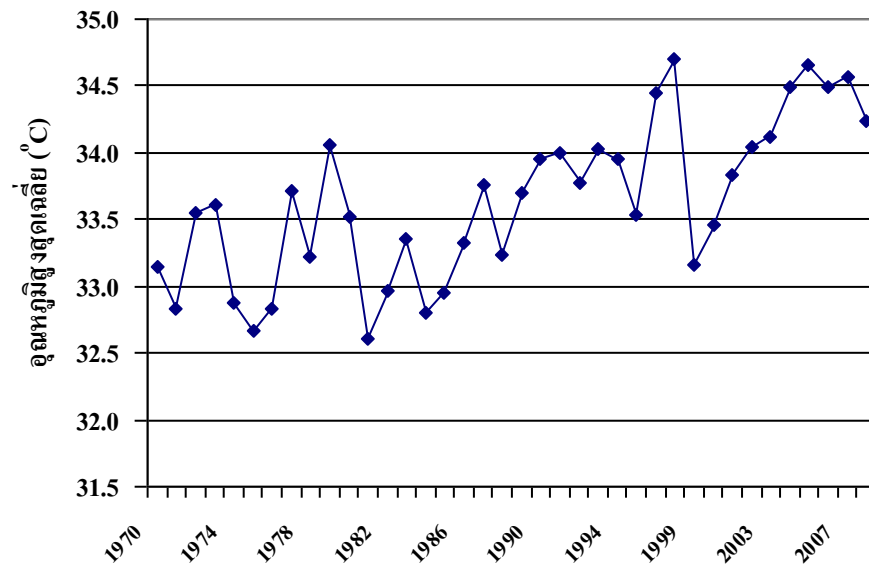
ภาพที่ 4.10 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์



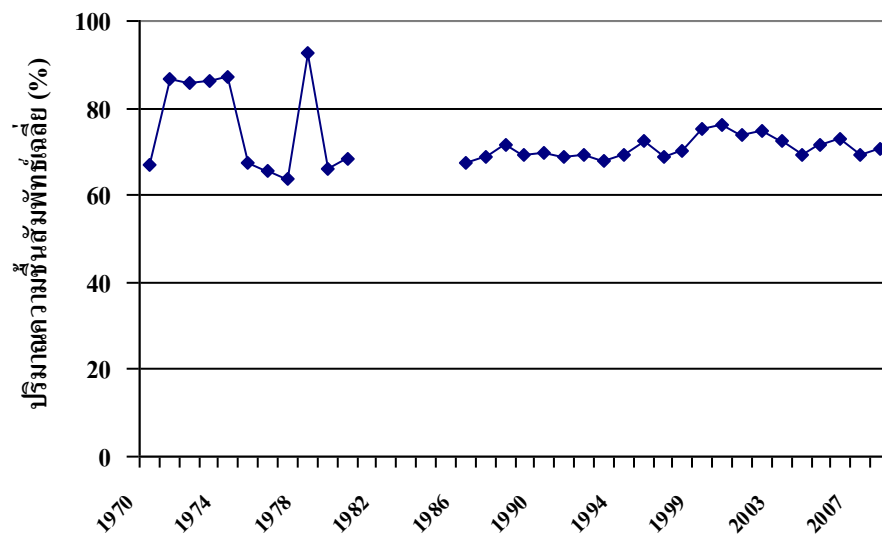
ภาพที่ 4.11 อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์



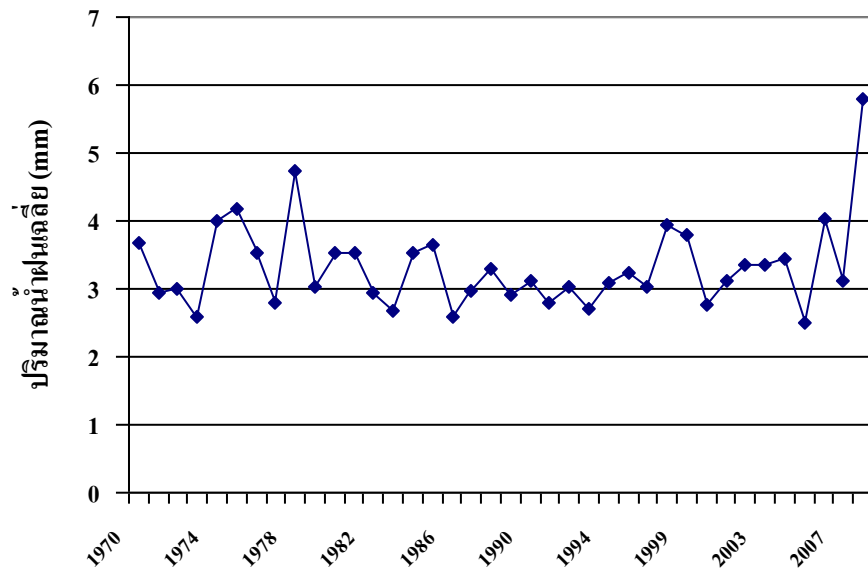
ภาพที่ 4.12 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 4.13 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 4.14 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 4.15 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2008 ในเขตพื้นที่อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา และสภาพภูมิอากาศของหลายพื้นที่ใน จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถสรุปได้ว่าในช่วงเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของ หลายพื้นที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น นั่นหมายความว่าหากจังหวัดเพชรบูรณ์ยังไม่มีการจัดการกับ ปัญหานี้ และอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกยังคงเท่าเดิม ในอนาคตอุณหภูมิเฉลี่ยอาจจะ เพิ่มขึ้นสูง ขึ้นมากกว่านี้ ได้ มีการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ย ในโลกนี้ว่าจะมีการ เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิประมาณ 1.5-4.5 องศาเซลเซียสในอีก 100 ปี ข้างหน้า (Houghton, Callander และ Varney, 1992) ส่วนผลการศึกษา ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนมี ความผันแปรอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจากข้อมูลนี้ ยังไม่สามารถยืนยันได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย ทั้งสองนี้ แต่อย่างไรก็ตามความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงไปของสภาพภูมิอากาศยังเป็นสิ่งที่ ไม่สามารถคาดเดาได้ ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในแต่ละภูมิภาคของประเทศก็จะมีแตกต่างกัน ไป เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ นั่นเอง ถึงแม้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิใน จังหวัดเพชรบูรณ์ยังไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินี้อาจจะมี ผลกระทบต่อวงจรชีวิตของพืชเกษตรกรรม รวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำก็จะมีผล ทำให้เกิดปัญหาโรคพืช วัชพืช แมลงศัตรูพืช และจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย (Ohta และ Kimura, 2007) เป็นที่ยืนยันแล้วจากรายงานการวิจัยหลายฉบับที่ระบุว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเป็นผลมาจาก ปัญหาของปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) ที่เป็นผลมาจากการปลดปล่อยแก๊ส เรือนกระจกทั้งหลาย ที่สำคัญก็จะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ (Matthews และคณะ, 1995) อีกประการหนึ่งก็จะเป็นผลมาจากการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ถึงแม้

จังหวัดเพชรบูรณ์นั้นมีอัตราการเติบโตทางด้าน เศรษฐกิจและ อุตสาหกรรมค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับหลายจังหวัดในประเทศไทย แต่จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัด ที่เคยมีพื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์มากที่สุดจังหวัดหนึ่งในอดีต ซึ่งปัจจุบันปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าในจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่รุนแรง ดังนั้นนี่น่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาภาวะโลกร้อนในจังหวัดเพชรบูรณ์ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศไม่สามารถถูกนำมาเก็บกักไว้ในมวลชีวภาพพืชและระบบบนนิเวศป่าไม้ได้นั่นเอง

4.2 ประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีลักษณะทางชีพลักษณ์และผลผลิตของข้าว

เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของเกือบทุกประเทศในแถบเอเชีย โดยเฉพาะประเทศไทย ในขณะที่เพชรบูรณ์ก็มีการผลิตข้าวเป็นพืชหลักอีกชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้นักวิชาการหันมาให้ความสนใจความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ที่จะมีผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว ตามที่ Wassmann (2009) ได้แบ่งช่วงการเจริญเติบโตของข้าวออกเป็น 3 ระยะที่สำคัญๆ คือ ระยะ การเจริญทางลำต้น (Vegetative phase) ระยะการเจริญการสืบพันธุ์ (Reproductive phase) และระยะรวงข้าวสุก (Ripening phase/Grain filling) ดังนั้นการประเมินผลการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในพื้นที่นี้ จึงให้ความสำคัญในระยะเวลาการเจริญการสืบพันธุ์ เน้นที่ระยะการตั้งท้องและผลิตช่อดอก ซึ่งเป็นระยะที่มีการตอบสนองไวมากที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Yoshida, Satake และ Mackill, 1981) ในช่วงที่ข้าวตั้งท้องนั้นจะมีการสร้างใบธง (ภาพที่ 4.16) ขึ้นมาเพื่อเตรียมรองรับส่วนของรวงข้าว ซึ่งในช่วงนี้ลำต้นของข้าวจะมีลักษณะอวบอ้วนกว่าระยะแรกที่มีเพียงการเจริญทางลำต้น จึงเรียกระยะนี้ว่าระยะข้าวตั้งท้อง (ภาพที่ 4.17) จากนั้นข้าวจะเข้าสู่ระยะการเจริญการสืบพันธุ์โดยมีการสร้างส่วนของอับละอองเรณูคือส่วนที่ยื่นออกมาด้านนอกของกาบบนและกาบล่าง (ภาพที่ 4.18) ภายในอับละอองเรณูจะมีละอองเรณูเมื่ออับละอองเรณูแตกออกละอองเรณู ก็จะปลิวไปผสมกับเซลล์ไข่ที่อยู่ในส่วนของรังไข่ภายในเมล็ดข้าว จากนั้นหากข้าวเกิดกระบวนการปฏิสนธิก็จะเกิดการพัฒนามันเป็นเอ็มบริโอที่จะพัฒนาเป็นเมล็ดข้าวที่อยู่ภายในเปลือกข้าวตามลำดับ โดยผลจากการศึกษาลักษณะทางชีพลักษณ์ของข้าวแสดงในภาพที่ 4.19-4.21 โดยพบว่าข้าวพันธุ์ กข 10 จะตั้งท้องในช่วงเวลาประมาณ 8 สัปดาห์หลังจากการปักดำ (วันที่ 16 กรกฎาคม 2552) ในทุกพื้นที่ที่ศึกษา จากนั้นประมาณสัปดาห์ที่ 10 ข้าวพันธุ์ กข 10 จะเกิดช่อดอกพร้อมที่จะผลิตเมล็ดข้าว และเมล็ดข้าวแก่เต็มที่จะพร้อมที่จะทำการเก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 25 ตุลาคม 2552 ซึ่งลักษณะทางชีพลักษณ์ของข้าวพันธุ์ กข 10 ในทุกพื้นที่ที่ศึกษาไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยและอุณหภูมิดินเฉลี่ยพบว่าช่วงที่ข้าวตั้งท้องจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ จากนั้นเมื่อข้าว าวผลิตช่อดอกอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นโดยมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย

ประมาณ 32-33 องศาเซลเซียส ปริมาณแสงที่ข้าวได้รับในช่วงนี้มีค่าประมาณ 400×10^3 - 600×10^3 ลักซ์

สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะตั้งท้องและผลิตช่อดอกในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 ตามลำดับในทุกพื้นที่ศึกษา โดยข้าวจะเข้าสู่ระยะเมล็ดข้าวสุก วันที่ 11 พฤศจิกายน 2552 ซึ่งลักษณะทางสัณฐานของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ก็ไม่ได้รับผลกระทบในด้านการยืดอายุการผลิตรายการออกผลจากสภาพอากาศจากการมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 ที่ตั้งท้องและผลิตช่อดอกในสัปดาห์ที่ 11 และ 14 ตามลำดับ ระยะข้าวสุกพบประมาณวันที่ 25 พฤศจิกายน 2552 โดยอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยและอุณหภูมิดินเฉลี่ยในช่วงที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพิษณุโลก 80 ตั้งท้องนั้นมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยประมาณ 31-36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิดินเฉลี่ยประมาณ 23-28 องศาเซลเซียส

แต่เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ที่ส่วนหนึ่งเป็นผลกระทบมาจากอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ถูกยับยั้ง ทำให้ไม่สามารถผลิตละอองเรณูได้ (Nakagawa, Horie และ Matsui, 2002) ผลการวิจัยพบว่าข้าวพันธุ์ กข 10 เป็นพันธุ์ที่ได้รับผลกระทบจากสภาพอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงถึง 40% ในพื้นที่ตำบลหนองสว่าง (ตารางที่ 4.4) ส่วนข้าวสายพันธุ์ที่ได้รับผลกระทบที่ทำให้เกิดเมล็ดลีบสูงลำดับรองลงมาคือ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบอยู่ระหว่าง 24.89-33.80% ส่วนข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีอัตราการเกิดเมล็ดลีบน้อยที่สุด ประมาณ 19.89-25.78% (ตารางที่ 4.5-4.6) ในขณะที่ผลผลิตของข้าวที่ได้จากการศึกษามีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่ามาตรฐาน อาจจะเป็นความคลาดเคลื่อนจากการชั่งน้ำหนักเมล็ดสด การนับจำนวนรวง หรือจำนวนกอในพื้นที่สุ่มนับตัวอย่าง แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าข้าว ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตที่สูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์พิษณุโลก 80 และ กข 10 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 10 อาจจะได้รับผลกระทบจากเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบจึงส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตต่ำ อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับลักษณะของสายพันธุ์ข้าวด้วย

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยให้แก่ข้าว ในพื้นที่ทดลองตำบลหนองสว่าง พบว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวในระยะแตกกอ (NWNF) จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเกิดเมล็ดลีบน้อยกว่าข้าวที่มีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง (NWF) แต่สำหรับปริมาณผลผลิตในชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้งและชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวนั้น มีปริมาณผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ (ตารางที่ 4.4-4.6)

ลักษณะของใบธงที่สร้างขึ้นมา
เพื่อรองรับช่อดอก

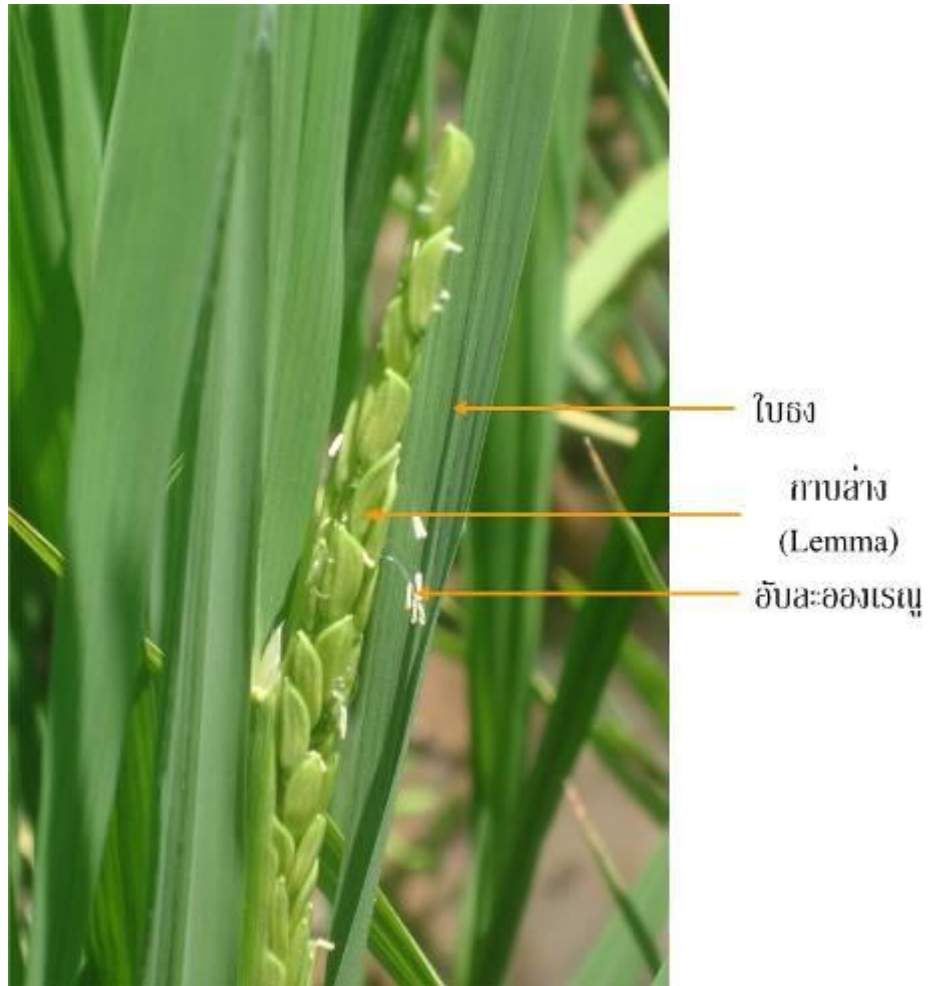


ภาพที่ 4.16 ลักษณะของใบธงที่สร้างขึ้นมาเพื่อรองรับช่อดอกของข้าว

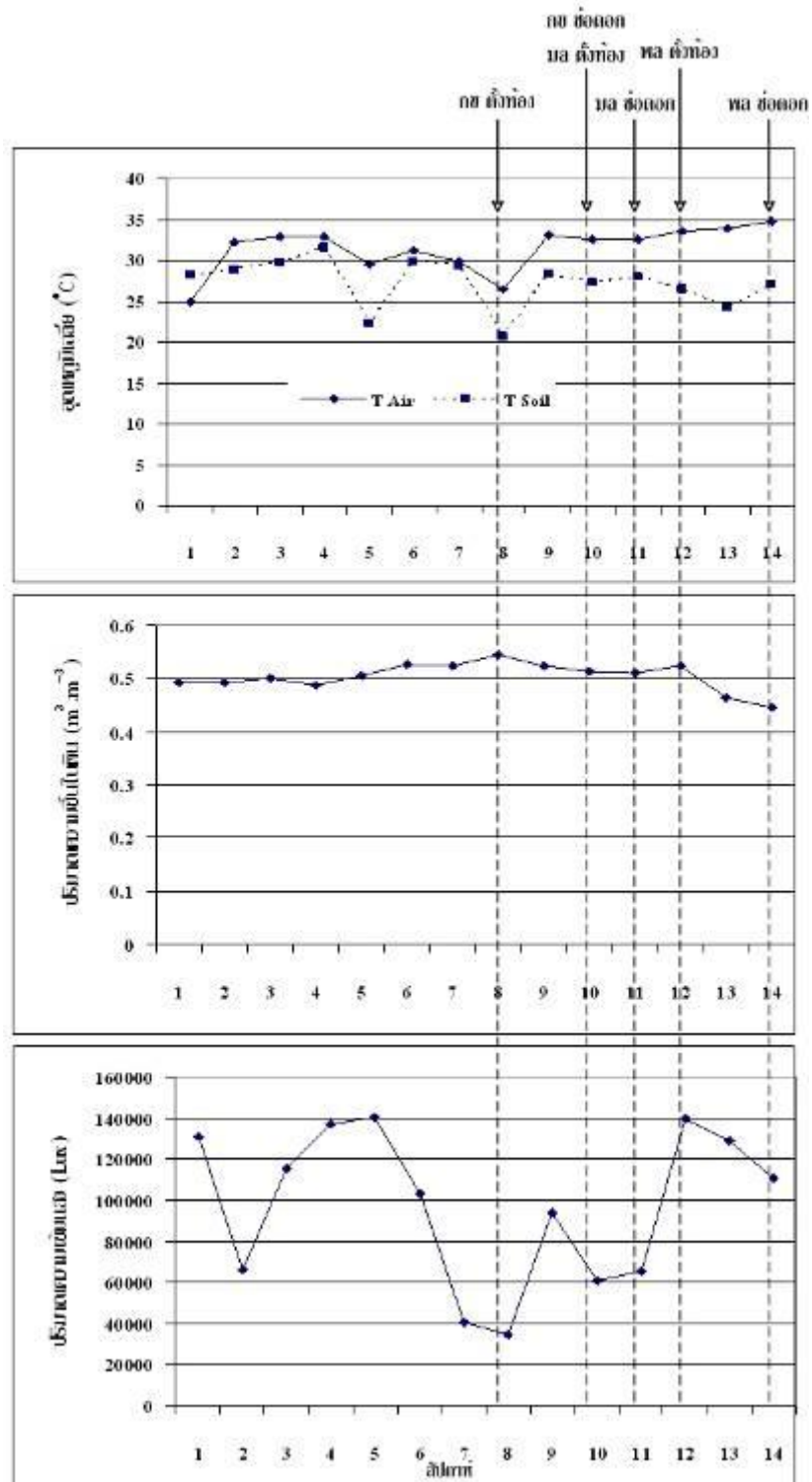
ลักษณะของข้าวที่กำลัง
ตั้งท้อง



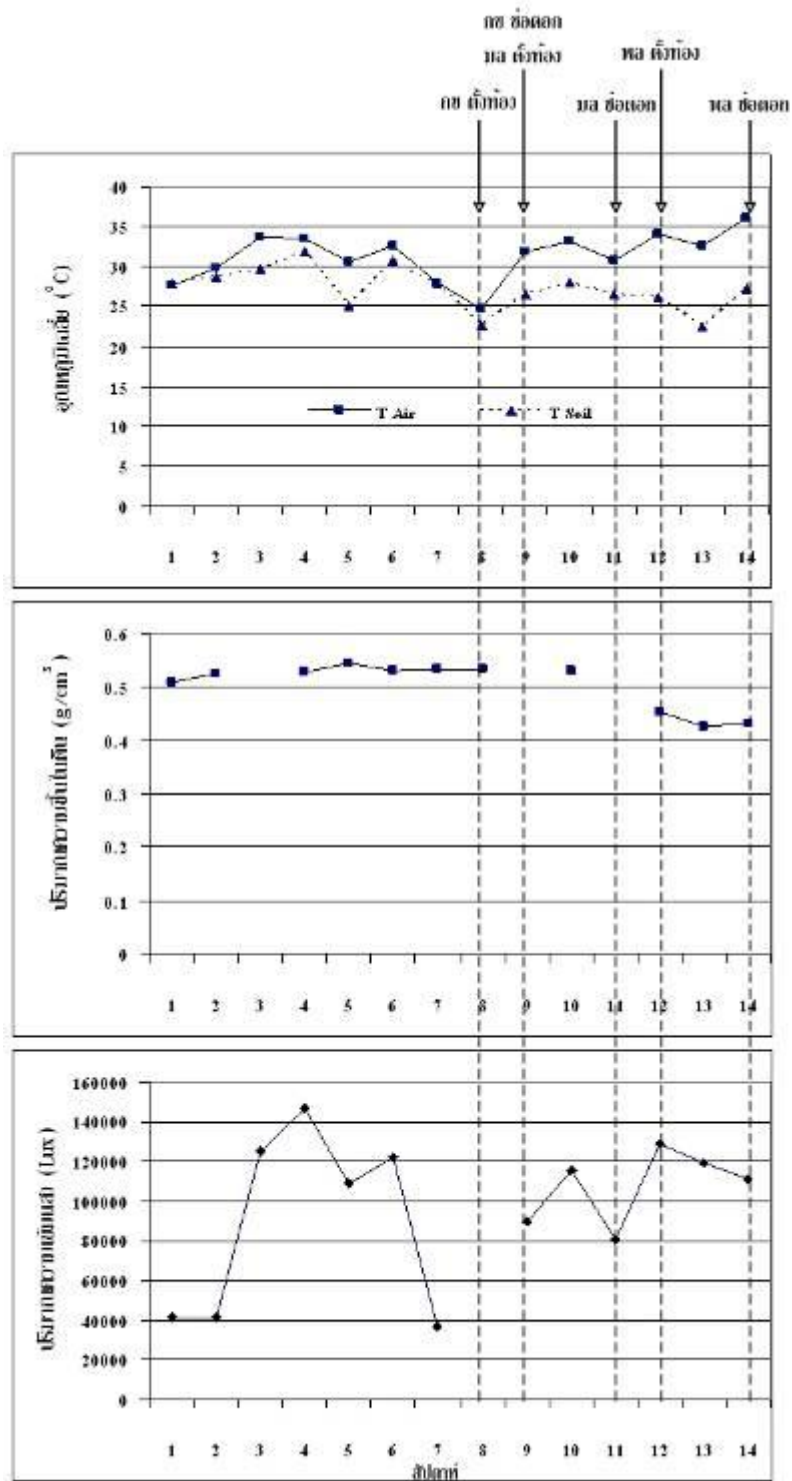
ภาพที่ 4.17 ระยะที่ข้าวกำลังตั้งท้อง โดยพบว่าส่วนของลำต้นมีลักษณะที่อวบขึ้น



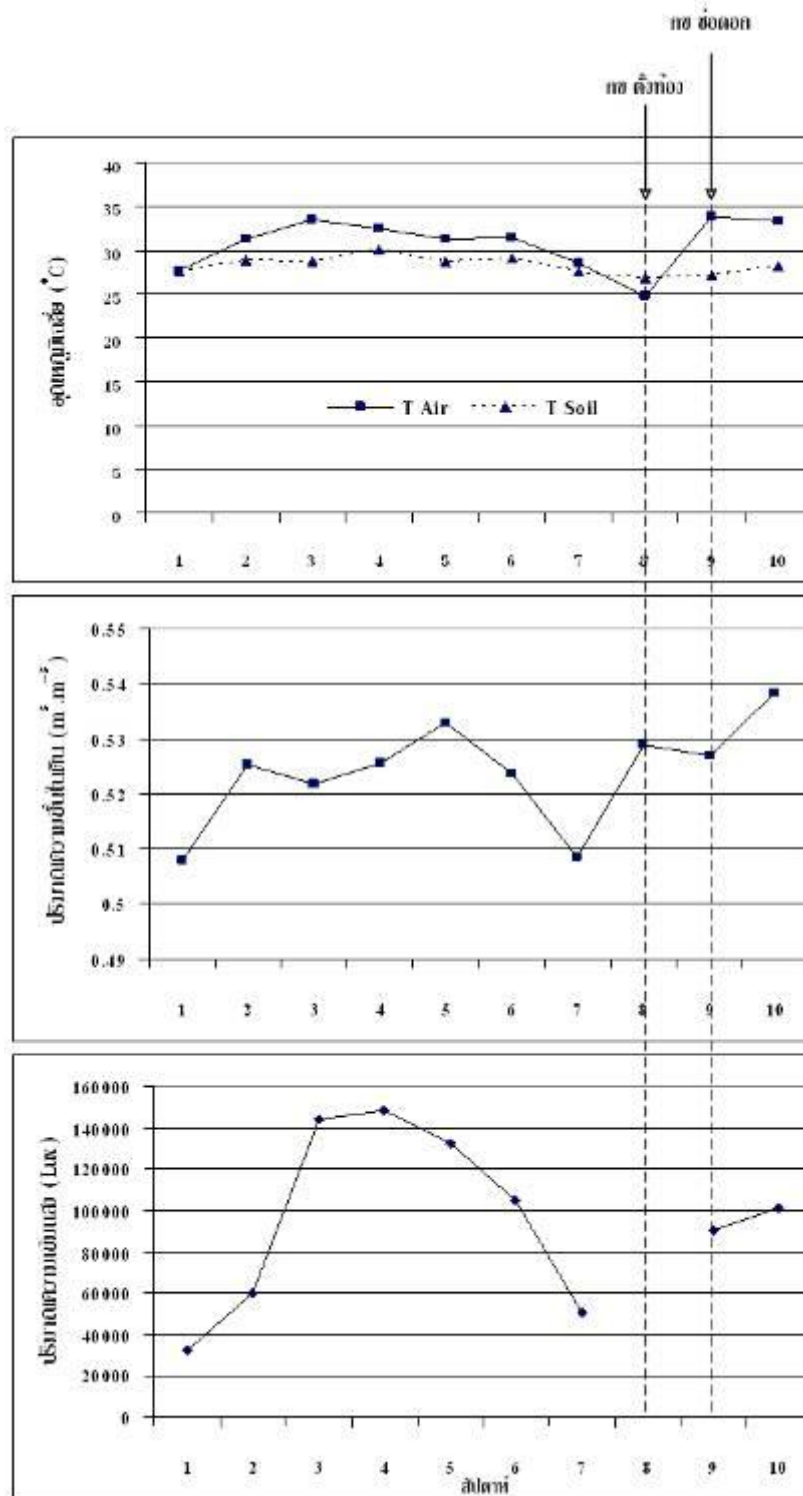
ภาพที่ 4.18 ลักษณะของอับละอองเรณูของข้าวในระหว่างการสืบพันธุ์



ภาพที่ 4.19 ลักษณะทางชีพลักษณ์ที่สำคัญของข้าวสายพันธุ์ กข 10, ขาวดอกมะลิ 105 (มล) และพิษณุโลก 80 (พล) ในพื้นที่ตำบลหนองสว่าง (NW)



ภาพที่ 4.20 ลักษณะทางชีวพลักษณ์ที่สำคัญของข้าวสายพันธุ์ กข 10, ขาวดอกมะลิ 105 (มล) และ พิชญ์โลก 80 (พล) ในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ (NK II)



ภาพที่ 4.21 ลักษณะทางชีวลักษณะที่สำคัญของข้าวสายพันธุ์ กข 10 ในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ (NK I)

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตของข้าว กข 10 ในพื้นที่วิจัย

พื้นที่	เมล็ดลีบ (%)	น้ำหนักเมล็ดต่อ รวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก.ต่อไร่)
NWNF	35.08±4.85 ^{ab}	2.48±0.37 ^a	35.26±1.60 ^a	563.01±78.23 ^a
NWF	40.71±11.49 ^a	2.73±0.76 ^a	36.63±0.75 ^{ab}	654.26±97.76 ^a
NK I	26.71±6.51 ^c	4.02±0.84 ^b	37.22±0.51 ^b	1190.69±192.33 ^b
NK II	30.87±5.51 ^{bc}	4.00±0.67 ^b	37.58±0.52 ^b	1099.02±67.67 ^b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan ($p < .05$)

ตารางที่ 4.5 ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่วิจัย

พื้นที่	เมล็ดลีบ (%)	น้ำหนักเมล็ดต่อ รวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก.ต่อไร่)
NWNF	19.89±5.58 ^a	3.09±0.44 ^a	31.00±.45 ^a	962.66±139.22 ^a
NWF	25.78±10.44 ^a	2.99±0.47 ^a	29.49±2.34 ^a	940.30±236.88 ^a
NK II	23.22±5.13 ^a	4.36±0.48 ^b	31.89±2.13 ^a	1115.83±93.00 ^a

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan ($p < .05$)

ตารางที่ 4.6 ผลผลิตของข้าวพิษณุโลก 80 ในพื้นที่วิจัย

พื้นที่	เมล็ดลีบ (%)	น้ำหนักเมล็ดต่อ รวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก.ต่อไร่)
NWNF	24.89±3.80 ^a	3.14±0.29 ^a	31.48±.306 ^a	924.09±44.16 ^a
NWF	33.80±3.43 ^b	2.99±0.89 ^a	30.14±1.08 ^{ab}	809.92±59.77 ^a
NK II	27.74±9.28 ^a	3.89±0.59 ^b	29.93±0.46 ^b	754.27±134.93 ^a

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan ($p < .05$)

แนวทางหนึ่งที่นักวิชาการใช้ในการคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภาวะโลกร้อน ที่มีต่อผลผลิตของข้าว ก็คือการใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์หรือหาแนวทางการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่สามารถใช้อ้างอิงได้ถึงผลการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ อาทิเช่น การใช้แบบจำลองโดยอาศัยข้อมูลทางด้านอุณหภูมิตามฤดูกาลและภูมิศาสตร์ เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว โดยอาศัยข้อมูลในช่วงปี ค.ศ.1971-2000 เป็นข้อมูลอ้างอิง มีการคาดการณ์ว่าผลจากภาวะโลกร้อนในประเทศไทยปีต่อไปจะมีผลทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้นอีกประมาณ 1.6-2.0 องศาเซลเซียส ในช่วงปี ค.ศ.2081-2100 ซึ่งผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนี้ จะส่งผลให้ช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวจะยาวนานขึ้นกว่าเดิมประมาณ 25-30 วัน (Ohta และ Kimura, 2007) นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยที่เชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยมีผลกระทบต่อข้าว อาจจะทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวลดลงมากถึง 15-30% เนื่องมาจากการเป็นหมันของข้าวที่เกิดขึ้นในระยะข้าวออกดอก (Horie และคณะ, 1995) มีผลการวิจัยที่สอดคล้องกันระบุว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดสภาพอากาศหนาวเย็นในช่วงการปลูกข้าวฤดูนาปรัง ในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยที่มีการปลูกพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3 ซึ่งสภาพอากาศที่หนาวเย็นนี้จะมีผลต่อการเป็นหมันของข้าว โดยอุณหภูมิต่ำในตอนกลางคืนถึงเช้าในระยะวิกฤติ คือระยะ Young microspore และในระยะการสะสมแป้งทำให้เมล็ดข้าวเกิดการเป็นหมันสูงถึง 67% อายุการเก็บเกี่ยวยืดออกไปอีก 13 วัน และผลผลิตลดลงประมาณ 56% ช่วงที่เป็นระยะวิกฤติมีการประเมินว่าเป็นช่วง 8.5-10 วัน ก่อนข้าวออกรวง (อัคราพร, 2551)

การนำเสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีต่อผลผลิตของข้าว รวมไปถึงความเป็นไปได้ในการหาแนวทางเลือกใหม่เพื่อแก้ปัญหานี้ มีผลการวิจัยที่ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในโลกนี้ มีผลทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น แล้วส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวใน 2 แนวทางด้วยกันคือ การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่วมกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นนั้นมีผลกระทบต่อ การเป็นหมันของข้าว อันจะเป็นผลกระทบต่อเนื่องถึงปริมาณผลผลิตของข้าวด้วย ประการที่สองนั้นการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิในช่วงกลางคืนจะมีผลต่อกระบวนการของแอซซิมิเลชันหรือการดูดซึมสะสม (Assimilate accumulation) ที่เกิดขึ้นภายในต้นข้าว ซึ่งแน่นอนว่าจะมีผลให้ผลผลิตข้าวลดลงได้ (Wassmann, 2009) โดยผลการวิจัยในครั้งนี้ก็มีแนวทางที่สอดคล้องกันโดยพบว่าพันธุ์ข้าว กข 10 อาจจะมีผลกระทบจากการมีอุณหภูมิสูงขึ้นในพื้นที่มากที่สุด โดยกระบวนการในการสร้างละอองเรณูที่มีการตอบสนองไวที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินั้นก็คือ กระบวนการสร้างเกสรเพศผู้หรือละอองเรณูที่เกิดขึ้นภายในอับละอองเรณู โดยกระบวนการที่มีผลกระทบมากที่สุดคือกระบวนการที่เกิดขึ้นในระยะออกดอกที่เรียกว่า ระยะแอนทีซีส (Anthesis) รองลงมาคือกระบวนการไมโครแกเมตโทเจเนซิส (Microgametogenesis) ทั้งสองกระบวนการเป็นขั้นตอน

ที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือละอองเรณูของข้าว เพื่อใช้ในกระบวนการปฏิสนธิที่ทำให้เกิดเมล็ดข้าวนั่นเอง ดังนั้นเมื่อกระบวนการเหล่านี้ถูกยับยั้งโดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงมีผลทำให้เกสรเพศเมียไม่ได้รับการผสมพันธุ์จึงมีผลทำให้เกิดข้าวเมล็ดลีบ โดยมีรายงานวิจัยที่ยืนยันได้ชัดเจนว่า ส่วนที่ได้รับผลกระทบอย่างมากต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ รวมไปถึงภาวะแห้งแล้ง (Drought) และความเครียดที่เกิดขึ้นจากอากาศหนาวเย็น (Cold stress) นั่นก็คือละอองเรณู (Wassmann, 2009, Sheoran และ Saini, 1996, Imin และคณะ, 2004) โดยมีขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ที่เป็นขั้นตอนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้รับผลกระทบสูงสุด ซึ่งระดับอุณหภูมิที่เริ่มมีผลกระทบต่อกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ก็คือ 35 องศาเซลเซียส ที่จะมีผลทำให้เกิดปัญหาลดความสมบูรณ์พันธุ์ของข้าวลงถึง 34% (Wassmann, 2009) แต่อย่างไรก็ตามไม่เพียงแต่ความสูงของอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวที่มีผลต่อการเป็นหมันของข้าวเท่านั้น อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดเมล็ดข้าวลีบก็คือ ปริมาณความชื้นในบรรยากาศ (Relative humidity) โดยมีรายงานการวิจัยหลายงานที่ระบุว่าอุณหภูมิที่สัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในบรรยากาศมีผลต่อการเพิ่ม และลดอัตราการเป็นหมันของเมล็ดข้าว (Abeyasiriwardena, Ohba และ Maruyama, 2002, Jagadish, 2007, Jagadish, Craufurd และ Wheeler, 2007, Weerakoon, Maruyama และ Ohba, 2008)

แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่ในอีกแนวทางหนึ่งนั้น มีความเป็นไปได้ที่การเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวได้เช่นกัน เนื่องจากว่า ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวจากกระบวนการสังเคราะห์แสงก็คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ มีรายงานการวิจัย ที่สามารถสนับสนุนแนวความคิดนี้ ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำข้าวที่มีน้ำท่วม และไม่มีน้ำท่วมในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าผลจากการศึกษาข้อมูลในระยะสั้นนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศ ดิน และพืช มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ทั้งสองแบบ ดังนั้นความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณน้ำนี้ น่าจะมีผลต่อผลผลิตของข้าวด้วย (Alberto และคณะ, 2009) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยถึงปริมาณการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวเพื่อพัฒนาการเพิ่มผลผลิตข้าวให้มีมากที่สุด เมื่อปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น (Ziska และ Teramura, 1992) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ มีผลต่ออัตราการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งส่งผลต่อการเก็บกักคาร์บอนในดินสูงขึ้น (Ziska, 1998) ซึ่งอย่างไรก็ตามงานวิจัยในครั้งนี้ ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อผลผลิตของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์หรือไม่ อีกหนึ่งผลการวิจัยที่มีการวิเคราะห์ผลที่สนับสนุนแนวความคิดนี้ก็คือ การประเมินความ อ่อนแอของข้าวที่เป็นผลจากสภาพอากาศที่กำลังจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตในภาคอินเดีย โดยการ

วิเคราะห์ด้วยแบบจำลองพบว่าปริมาณผลผลิตของข้าวจะเพิ่มขึ้นประมาณ 15% หากสภาพจะ แวดล้อมของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามนั้นอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ประมาณ 2 องศาเซลเซียสกลับมีผลยับยั้งสถานการณ์ที่เป็นบวกจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ เพิ่มขึ้นนี้ด้วยเช่นกัน (Lal และคณะ, 1998) ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นหนึ่งในแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ เรือนกระจกนี้ จะมีผลทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มสูงขึ้นได้ แต่ก็ยังมีผลต่อข้าวน้อยกว่าอิทธิพลของ อุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้น จึงสรุปได้ว่าผลผลิตของข้าวจะได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิ มีผลให้ ผลผลิต อัตราการเป็นหมันของข้าวเพิ่มมากขึ้น หากสถานการณ์ของภาวะโลกร้อนยังคงเป็น เช่นเดิม

สำหรับผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า จากการประเมินผลกระทบที่เกิดจากภาวะ โลกร้อนจากการที่มีอุณหภูมิอากาศสูงขึ้นในพื้นที่ตำบลห่มสั๊ก พบว่าข้าวพันธุ์ กข 10 ซึ่งเป็นพันธุ์ ข้าวเหนียวที่ประชาชนในพื้นที่นิยมปลูกได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน โดยมีอัตราการเกิด เมล็ดลีบสูงที่สุด ในขณะที่ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่ได้รับผลกระทบน้อยที่สุดจากการ เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ

4.3 ความสามารถในการกักเก็บปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของข้าว

ผลการประเมินประสิทธิภาพในการเก็บกักคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพเหนือผิวดิน (Carbon in above ground biomass) ของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ใน 3 พื้นที่ศึกษาพบว่าข้าวสายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีศักยภาพในการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนไว้ได้สูงที่สุด (ตารางที่ 4.7) เมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้าวสายพันธุ์ กข 10 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ประชาชนในเขตอำเภอห่มสั๊กถนัดนิยมปลูก และ พันธุ์พิษณุโลก 80 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวไร่แสงพันธุ์ใหม่ที่ได้มีการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความเหมาะสมกับ พื้นที่ในภาคเหนือตอนล่าง เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ คาร์บอนที่พบในมวลชีวภาพของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ (NK II) มี ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุด (719.98 ± 57.24 กรัมต่อตร.ม.) ลำดับรองลงมาคือข้าวพันธุ์ พิษณุโลก 80 ที่ปลูกในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ (NK II) และข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในพื้นที่ ตำบลหนองสว่าง (NWF-ML) โดยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 625.54 ± 133.98 และ 623.19 ± 107.66 กรัมต่อ ตร.ม. ตามลำดับ พันธุ์ข้าวที่มีการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนไว้ในมวล ชีวภาพได้น้อยที่สุดก็คือ ข้าวพันธุ์ กข 10 แต่หากพิจารณาในส่วนต่างๆ ของข้าวแล้วจะเห็นได้ว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนใหญ่จะถูกสะสมไว้ในส่วนของเมล็ดข้าว รองลงมาคือ ลำต้น ใบ และก้าน ตามลำดับ ดังนั้นหากเกษตรกรทำการเผาฟางข้าวซึ่งก็คือส่วนของลำต้น และใบ เป็น ส่วนใหญ่ ก็ จะเป็นการปลดปล่อยคาร์บอนในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศเป็น การเพิ่มปัญหาภาวะโลกร้อนในพื้นที่อีกทางหนึ่งเช่นกัน

ตารางที่ 4.7 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของข้าวสาลีพันธุ์ กข 10, ข้าวคอกมะลิ 105 และพืชคลุม 80

หน่วย : กรัมต่อตร.ม.

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน				
	ใบ	กิ่งก้าน	ลำต้น	เมล็ด	รวมทั้งหมด
NK II-KK	159.37±35.13 ^{bc}	15.16±0.52 ^{ab}	181.02±39.45 ^{bc}	217.13±16.02 ^a	572.69±59.71 ^b
NK II-ML	226.93±25.00 ^a	17.37±1.45 ^a	214.37±18.69 ^{ab}	261.31±17.65 ^a	719.98±57.24 ^a
NK II-PL	249.54±74.29 ^a	14.80±7.06 ^{ab}	163.33±22.61 ^c	197.84±84.52 ^{ab}	625.54±133.98 ^{ab}
NK I-KK	124.19±9.71 ^c	15.89±0.89 ^{ab}	175.75±13.19 ^{bc}	258.39±22.58 ^a	574.23±35.21 ^b
NWNF-KK	43.31±6.25 ^d	8.68±0.57 ^{bc}	80.54±5.16 ^d	119.06±6.50 ^{ab}	251.60±9.67 ^c
NWF-KK	64.51±10.64 ^d	11.56±1.82 ^c	108.57±18.75 ^d	182.53±25.35 ^c	367.16±54.24 ^c
NWNF-ML	139.00±10.10 ^c	13.01±2.09 ^{abc}	149.59±9.27 ^c	210.60±33.17 ^a	512.21±50.16 ^b
NWF-ML	156.06±16.41 ^{bc}	14.67±3.68 ^{ab}	247.35±23.11 ^a	205.11±76.59 ^a	623.19±107.66 ^{ab}
NWNF-PL	198.51±31.25 ^{ab}	14.53±1.81 ^{ab}	161.51±15.08 ^c	195.40±10.98 ^{ab}	569.94±55.41 ^b
NWF-PL	161.52±24.51 ^{bc}	16.19±2.08 ^{ab}	176.99±26.33 ^{bc}	197.50±44.16 ^{ab}	552.21±51.80 ^b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan (p<.05)

4.4 ประเมินการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพของข้าว ป่าไม้ และดิน

เมื่อทำการเปรียบเทียบศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศระหว่างข้าวกับไม้ยืนต้น ในระบบนิเวศป่าไม้แล้ว จะเห็นได้ว่าป่า ไม้เบญจพรรณมีศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพได้สูงกว่าข้าวประมาณ 5-17 เท่า ในขณะที่ป่าดิบแล้งสามารถเก็บกักคาร์บอนได้สูงกว่าข้าวถึง 30 เท่า (ตารางที่ 4.8) ส่วนปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดินชั้นบนของพื้นที่วิจัยทั้งสามแห่ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชั้นล่างก็มีผล การวิเคราะห์ทางสถิติ เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4.9) โดยกล่าวได้ว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนใหญ่จะพบในดินชั้นบน เมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้นกลับมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลง นั่นอาจจะกล่าวได้ว่าดินเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ดังนั้นหากมีการจัดการที่เหมาะสมก็จะใช่อีกทางหนึ่งในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้

ในขณะที่สภาพความเป็นกรดของดินในพื้นที่ NK I, NK II และ NW พบว่าดินมีลักษณะค่อนข้างเป็นกลางทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความเป็นกรดของดินชั้นล่างในพื้นที่ NK II มีค่าสูงกว่าพื้นที่ NW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นในดินนั้นไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 พื้นที่ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง $1.09-1.23 \text{ g.cm}^{-3}$ และ $0.26-0.31 \text{ g.g}^{-1}$ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของข้าวและไม้ยืนต้นในป่าไม้

ระบบนิเวศ	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ตัน/เฮกแตร์)	ที่มา
นาข้าว(NK II-KK)	5.73	โครงการวิจัยนี้
นาข้าว(NK II-ML)	7.20	โครงการวิจัยนี้
นาข้าว(NK II-PL)	6.26	โครงการวิจัยนี้
นาข้าว(NK I-KK)	5.74	โครงการวิจัยนี้
นาข้าว(NW-KK)	2.52-3.67	โครงการวิจัยนี้
นาข้าว(NW-ML)	5.12-6.23	โครงการวิจัยนี้
นาข้าว(NW-PL)	5.52-5.70	โครงการวิจัยนี้
ป่าเบญจพรรณทุติยภูมิ	24.79	พวงผกา และคณ(2552)
ป่าเบญจพรรณปฐมภูมิ	50.58	พวงผกา และคณ(2552)
ป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง	86.17	สาพิศ และคณ(2548)
ป่าดิบแล้งสะแกราช	152.15	สาพิศ และคณ(2548)

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่	OC-T (%)	OC-S (%)	PH-T	PH-S	BD (g.cm ⁻³)	SWC (g.g ⁻¹)
NK I	1.84±.544 ^a	1.53±.544 ^a	7.10±.350 ^a	7.59±.065 ^{ab}	1.09±.085 ^a	0.31±.028 ^a
NK II	1.91±.454 ^a	1.36±.556 ^a	7.05±.278 ^a	7.76±.220 ^a	1.20±.100 ^a	0.26±.040 ^a
NW	1.43±.410 ^a	1.19±.543 ^a	6.83±.091 ^a	7.58±.202 ^b	1.23±.087 ^a	0.28±.032 ^a

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ Duncan (p<.05)

หมายเหตุ	OC-T	หมายถึง	อินทรีย์คาร์บอนในดินชั้นบน
	OC-S	หมายถึง	อินทรีย์คาร์บอนในดินชั้นล่าง
	PH-T	หมายถึง	ค่าความเป็นกรดต่างในดินชั้นบน
	PH-S	หมายถึง	ค่าความเป็นกรดต่างในดินชั้นล่าง
	BD	หมายถึง	ความหนาแน่นรวมของดิน
	SWC	หมายถึง	ปริมาณความชื้นในดิน

จากผลการวิจัยที่แสดงว่าไม้ยืนต้นในระบบนิเวศป่าไม้ มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของพืชค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันให้เห็นถึงศักยภาพของระบบนิเวศป่าไม้ในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน ที่เกิดขึ้นจากการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ แต่อย่างไรก็ดีจากสถานการณ์ในปัจจุบันที่ทั่วโลกกำลังประสบกับปัญหาการบุกรุกป่าไม้ ถักลอบตัดไม้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์หรือการเผาพื้นที่ทำเกษตรกรรม ทำให้พื้นที่ป่าไม้ที่จะรองรับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีน้อยลงและไม่เพียงพอ ในขณะที่ พื้นที่ป่าไม้ในเขตตำบลน้ำก้อที่มีพื้นที่ป่าครอบคลุมพื้นที่มากถึง 65 ตร.กม. อีกทั้งยังเป็นพื้นที่เชื่อมต่อกับป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาค้อและภูหินร่องกล้า แต่พื้นที่ป่าไม้ในอดีตได้ถูกบุกรุกและตัดฟันไม้ยืนต้น มีผลทำให้พื้นที่และสภาพป่าไม้เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงมีผลทำให้ศักยภาพในการช่วยลดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยป่าไม้เหล่านี้ลดลงด้วย ในขณะที่การแก้ปัญหาโดยการปลูกไม้ยืนต้นนั้นต้องใช้เวลาค่อนข้างนานที่จะทำให้ไม้ยืนต้นมีประสิทธิภาพสูงสุดในการดูดซับแก๊ส ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้นาข้าวนาที่จะเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ โดยทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ถูกเก็บกักไว้ในมวลชีวภาพของข้าวและในดิน เนื่องจากเหตุผลที่ว่าประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกข้าวเป็นพืชหลัก พื้นที่ปลูกข้าวของประเทศมีมากถึง 61 ล้านไร่ ในขณะที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ปลูก ข้าวประมาณ 1.12 ล้านไร่ ดังนั้นหากพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่าในพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์เพียงจังหวัดเดียว สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์มาเก็บกักไว้ในมวลชีวภาพของข้าวมากกว่า 1 ล้านตัน ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ใน

จังหวัดเพชรบูรณ์มีเพียง 3,616.16 ตร.กม. (กรมป่าไม้, 2550) หากคิดเป็นปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพไม้ยืนต้นมีประมาณ 180,000 ตันเท่านั้น นั่นจึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าหากมีการมุ่งเน้นที่จะลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน การส่งเสริมการปลูกข้าวจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวางแผนการจัดการที่ดี ไม่เช่นนั้นจะกลายเป็นการเพิ่มปัญหาในการเพิ่มอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่น ทั้งมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ทั้งจากภาวะการมีน้ำขัง การไถพรวนด้วยเครื่องจักร และการใช้สารเคมี ยังมีรายงานที่มีผลการวิเคราะห์ที่สาม ารถสนับสนุนแนวความคิดนี้เสนอกว่าพื้นที่เกษตรกรรมทั่วโลกมีขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินและพืชได้ด้วย และสามารถช่วยลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้อีกทางหนึ่ง ในขณะที่ภาคการผลิตของอุตสาหกรรมยังไม่สามารถลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้ ดังนั้นการใช้พื้นที่เกษตรกรรมในการเป็นแหล่งสะสมคาร์บอน และลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจึงมีศักยภาพที่สูงและน่าสนใจ โดยเฉพาะประเทศไทยที่มีพื้นที่เกษตรกรรมมากกว่า 170 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2549-2550 (ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน อ้างถึงใน ภัทธา , 2552) แต่ข้อจำกัดประการหนึ่งของข้าวก็คือ ข้าวเป็นพืชที่มีอายุสั้นจะต้องเก็บเกี่ยวภายในระยะ 4-5 เดือน ดังนั้นความยั่งยืนในการเก็บรักษาคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพก็ถูกจำกัดไปด้วยเช่นกัน

แต่หากทำการพิจารณาถึงระดับของสายพันธุ์ข้าวแล้ว การส่งเสริมการปลูกข้าว ข้าวดอกมะลิไม่เพียงเป็นการเพิ่มอัตราการเก็บกักคาร์บอนไว้ได้มากที่สุดแล้ว ยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรเนื่องจากข้าวขาวดอกมะลิเป็นพันธุ์ข้าวที่ให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง แต่อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวในแต่ละพื้นที่ยังมีความเกี่ยวข้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของประชาชนในแต่ละภูมิภาคด้วย

อีกประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับการลดปัญหาภาวะโลกร้อน จากการที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศสูงมากเกินไป นั้นมีรายงานการวิจัยที่ระบุว่าดินเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่เป็นแหล่งใหญ่แหล่งหนึ่ง นอกเหนือจากการเก็บกักไว้ในมวลชีวภาพของพืชแล้ว ดังนั้นรูปแบบของการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่ดี ก็จะมีผลในการช่วยลดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ Lal (2004) รายงานผลการวิจัยว่าในสหรัฐอเมริกา มีการส่งเสริมการใช้พื้นที่การเกษตรเพื่อเป็นแหล่งสะสมคาร์บอน โดยเริ่มซื้อขายคาร์บอนจากพื้นที่เกษตรที่ดำเนินการไม่ไถพรวน หรือลดการไถพรวน และการใช้พื้นที่เกษตรปลูกหญ้า ทั้งนี้เพราะว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพดี ต้นทุนต่ำ และสามารถดำเนินการได้ทันที ในขณะที่กิจกรรมทางการเกษตรของเกษตรกรเกษตรกรในพื้นที่มีการไถพรวนเศษซากพืชสดลงสู่ดิน ก็ถือเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุลงสู่ดิน ซึ่งดินนั้นถือเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง หากพิจารณาถึงประเด็นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในบรรยากาศที่กำลังเป็นประเด็นปัญหาอยู่ในปัจจุบันนี้ หากพิจารณาเฉพาะในแง่ของการเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนในดินแล้ว พบว่าระบบนิเวศเกษตรกรรมก็มีศักยภาพสูงในการเก็บกักคาร์บอนออกไซด์จากชั้นบรรยากาศให้อยู่ในรูปของอินทรีย์คาร์บอนสะสมไว้ในดิน ซึ่งเป็น

แนวทางหนึ่งในการลดปริมาณ CO₂ ที่จัดเป็นหนึ่งในแก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gao และ Erda (2001) ที่รายงานว่าดินในพื้นที่นาข้าวของประเทศจีน สามารถสะสมอินทรีย์คาร์บอนไว้ในดินสูงกว่าพื้นที่ดิน (Upland soil) มากถึง 12-58% แต่ในทางตรงกันข้าวก็นพบว่านาข้าวยังคงเป็นแหล่งปลดปล่อยมีเทน ที่เป็นแก๊สเรือนกระจกอีกชนิดหนึ่งที่มีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเช่นกัน ดังนั้นจากที่กล่าวมาทั้งหมดในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนที่กำลังมีผลกระทบต่อวงจรชีวิตของข้าวนั้น จะต้องวางแผนการจัดการทั้งในส่วนของการเลือกสายพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม มีศักยภาพช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดี เช่น พันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 รวมไปถึงการจัดการน้ำและดิน ลดการไถพรวนเพื่อเพิ่มความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพพืชและดิน

4.5 ผลการสำรวจข้อมูลด้านสังคมและการส่งเสริมกิจกรรมการลดการเกิดปัญหาภาวะโลกร้อน

ผลการศึกษาปฏิทินกิจกรรมของประชาชนในเขต ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัด เพชรบูรณ์ พบว่าการทำเกษตรกรรมของประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่จะมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันทั้งชุมชน โดยสามารถแบ่งช่วงระยะเวลาการปลูกพืชออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรกประมาณเดือน ธันวาคมถึงมีนาคมประชาชนจะเริ่มจากการปลูกยาสูบ โดยส่วนใหญ่จะมีการปลูกยาสูบพันธุ์อีด้าที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ในขณะที่ประชาชนบางส่วนมีการปลูกยาสูบพันธุ์เบอร์เลย์ หอมแดง และ กระเทียม ช่วงที่สองประมาณเดือนเมษายนถึงมิถุนายนประชาชนจะปลูกข้าวโพด ซึ่งส่วนใหญ่เป็น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ซื้อพันธุ์ข้าวโพดมาจากบริษัทต่างๆ หรือปลูกพืชผัก และช่วง ที่สามเดือน กรกฎาคมถึงพฤศจิกายนประชาชนจะทำการปลูกข้าว ประชาชนในพื้นที่ตำบลน้ำก้อนิยมปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ กข 10 ที่จัดได้ว่าเป็นข้าวพันธุ์เบาที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายในเวลา 4-5 เดือน

การสัมภาษณ์ประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายและเป็นผู้ให้ข้อมูลในตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าประชากรที่ ให้ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยมีจำนวนถึงร้อยละ 69.2 โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 33.3 และรองลงมาคือ อายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 23.1 และอายุ 31-40 ปี คิดเป็นจำนวนร้อยละ 20.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10-4.11) ในขณะที่ประชากรที่ทำการสุ่มตัวอย่างนั้นมีระดับการศึกษาสูงที่สุดเพียงมัธยมศึกษา และ ประชากรส่วนใหญ่จบการศึกษาเพียงระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 71.8 (ตารางที่ 4.12) การทำเกษตรกรรมที่เป็นอาชีพหลัก เกษตรกรจะทำการปลูกข้าวเป็นพืชหลัก คิดเป็นร้อยละ 84.6 โดยส่วนใหญ่แล้วก็จะมีการปลูกข้าวทุกปี คิดเป็นร้อยละ 76.9 พืชหลักชนิดรองลงมาคือ ยาสูบ (ร้อยละ 71.8) ข้าวโพด (ร้อยละ 38.5) และผัก (ร้อยละ 25.6) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13) เมื่อทำการสอบถามถึงความเข้าใจถึงแก๊สเรือนกระจก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อนนั้น ประชาชนส่วนใหญ่จะไม่รู้จักหรือเข้าใจถึงกลไกรวมถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่ ประชาชนเคยได้ยินปัญหาของภาวะโลกร้อน (ตารางที่ 4.14) แหล่งพลังงานในชุมชนส่วนใหญ่ยังมี

การใช้ฟันและถ่าน (ตารางที่ 4.15) โดยยังไม่พบการใช้พลังงานทดแทนในชุมชน นอกจากนี้ผลจากการสัมภาษณ์ประชาชนในพื้นที่ยังพบว่า ประชาชนยังไม่มีการรวมกลุ่มมีเครือข่ายหรือผู้นำที่เข้มแข็งในการปกป้อง อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพฤติกรรมของประชาชนก็พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ยังคงมีการสืบทอดภูมิปัญญาชาวบ้านในการเลือกใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในชุมชนพร้อมๆ กับการอนุรักษ์ทรัพยากรไว้ เพื่อใช้ต่อไปในอนาคตด้วย ปัญหาการเผาป่ายังคงมีเกิดขึ้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากประชาชนจะเข้าป่าเพื่อล่าสัตว์ ดังนั้นประเด็นนี้จึงต้องเร่งสร้างความเข้าใจถึงผลกระทบจากการเผาป่าที่จะมีต่อทรัพยากรป่าไม้ และการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกให้ประชาชนทราบ

ตารางที่ 4.10 เพศของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	27	69.2
หญิง	12	30.8

ตารางที่ 4.11 อายุของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์

อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 20 ปี	0	0
20-30 ปี	6	15.4
31-40 ปี	8	20.5
41-50 ปี	13	33.3
51-60 ปี	9	23.1
มากกว่า 60 ปี ขึ้นไป	6	15.4

ตารางที่ 4.12 ระดับการศึกษาของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์

ระดับการศึกษา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เรียนหนังสือ	1	2.6
ประถมศึกษา	28	71.8
มัธยมศึกษา	10	25.6
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	0	0
อนุปริญญา หรือ ปวส.	0	0
ปริญญาตรี	0	0
สูงกว่าปริญญาตรี	0	0

ตารางที่ 4.13 ชนิดพืชหลักที่เกษตรกรเพาะปลูกของประชากร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ชนิดพืชหลัก	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มันสำปะหลัง	0	0
ข้าวโพด	15	38.5
ข้าว	33	84.6
ยาสูบ	28	71.8
ผัก	10	25.6
ถั่วลิสง	0	0
ถั่วเขียว	0	0
อื่นๆ	3	7.7

ตารางที่ 4.14 ปัญหาเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและแก๊สเรือนกระจก

ปัญหา	ทราบ	ไม่ทราบ
ภาวะโลกร้อน	31 (79.5%)	7 (17.9%)
แก๊สเรือนกระจก	10 (25.6%)	28 (71.8%)

ตารางที่ 4.15 แหล่งพลังงานที่ใช้ในครัวเรือนของประชากรที่ทำการสัมภาษณ์

พลังงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ถ่าน	29	74.4
ฟืน	32	82.1
ตะเกียง	5	12.8
แก๊ส	30	76.9
ไฟฟ้า	39	100
เครื่องปั่นไฟ	0	0
การใช้พลังงานทดแทน	0	0

จากการร่วมประชุมเพื่อเสนอข้อมูลทางด้านวิชาการจากการวิจัย ข้อมูลด้านสังคมและเศรษฐกิจ ร่วมกับการแสดงความคิดเห็นจากภาคีที่เข้ามามีส่วนร่วมตัดสินใจและการทำเวทีประชาคม เพื่อแสดงถึงแผนกิจกรรมสำหรับชุมชน พบว่าจากการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอกของชุมชนเกี่ยวกับปัญหาภาวะโลกร้อน ดังแสดงในตารางที่ 4.16 ซึ่งผลจากการประชุมระดมความคิดเห็น สามารถมองเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนถึงความเข้มแข็งขององค์กรในท้องถิ่น คือ คณะครูอาจารย์โรงเรียนบ้านน้ำก้อ ที่มีกิจกรรมบ่มเพาะการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้แก่เยาวชน ซึ่งได้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว อีกทั้งมีการเสนอความคิดเห็นร่วมกันว่า พระสงฆ์สามารถที่จะมีบทบาทสำคัญในการร่วมกันปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน และหากมีการปลูกป่าแล้วในพื้นที่วัดจัดเป็นแหล่งที่คาดว่าจะการปลูกป่าจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นกิจกรรมการส่งเสริมการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนและการรณรงค์การลดภาวะโลกร้อนในท้องถิ่น จึงได้มุ่งเน้นไปยังองค์กรดังที่กล่าวมาแล้วให้เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมของโครงการ โดยมีองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นเป็นผู้นำ และคณะวิจัยเป็นผู้ให้องค์ความรู้แก่ประชาชนและเยาวชนที่เข้าร่วมการดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วย การปลูกต้นไม้ การประชาสัมพันธ์ด้วยโปสเตอร์ การรณรงค์การใช้ถุงผ้าลดโลกร้อน และการปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์ธรรมชาติให้แก่ประชาชนและเยาวชน ดังแสดงในภาพที่ 4.22-4.24

ทั้งนี้ผลจากการจัดกิจกรรมเพื่อลดภาวะโลกร้อนในชุมชน และการดำเนินการตามแผนที่ได้ร่วมกันกำหนดขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนและเยาวชนในท้องถิ่นตระหนัก และเข้าใจถึงกลไกการเกิดภาวะโลกร้อนในชุมชน ได้รับความร่วมมือจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น วัด โรงเรียน ประชาชน และเยาวชนเป็นอย่างดี จึงถึงได้ว่าผลการดำเนินการในระยะสั้นนั้นถือได้ว่าเป็นการกระตุ้นได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งผลการประเมินการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการ (ตารางที่ 4.17)

เป็นการบ่งชี้ให้เห็นถึงความพึงพอใจในการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดภาวะโลกร้อนในชุมชน แต่อย่างไรก็ตามการดำเนินการในระยะยาวนั้น จะต้องอาศัยองค์กรในท้องถิ่นเป็นฝ่ายปฏิบัติ ซึ่งน่าจะมีความเป็นไปได้ หากเพราะองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นมีมาตรการที่ได้ถูกกำหนดไว้ในกลยุทธ์ขององค์กรเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในขณะที่โรงเรียนและวัดก็เป็นอีกองค์กรหนึ่งในท้องถิ่นที่จะช่วยปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดภาวะโลกร้อนในท้องถิ่น

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอกของปัญหาภาวะโลกร้อนในชุมชน

ปัจจัยภายในชุมชน	จุดแข็ง (Strengths; S) - องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในมีบทบาทในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - จัดทำเขตป่าอนุรักษ์ ในแต่ละหมู่บ้าน มีกฎกติกาของชุมชน ยึดถือภูมิปัญญาท้องถิ่น - โรงเรียนในชุมชนมีการจัดโครงการอนุรักษ์ทรัพยากรภายในโรงเรียนโดยการใช้หลักธรรม มีการบวชป่าอย่างต่อเนื่อง - ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนยังคงความอุดมสมบูรณ์สูง - หน่วยงานภาครัฐให้ความสำคัญกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - ไม่มีการเผาเศษซากพืชหรือฟางในท้องที่	จุดอ่อน (Weaknesses; W) - ประชาชนไม่มีความเข้าใจการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ มีปัญหาในการกำจัดขยะและสถานที่ในการกำจัดใช้วิธีการเผาขยะ - ประชาชนไม่ยอมรับผลที่ได้จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ - ประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีที่ดินทำกินเป็นของตนเองใช้วิธีการเช่าที่ทำกินจึงนิยมใช้ปุ๋ยเคมี - บุคลากรภาครัฐของชุมชนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความสามารถ - ประชาชนขาดความตระหนักและช่วยกันดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชน - องค์กรการศึกษาขาดสื่อในการรณรงค์สิ่งแวดล้อมเนื่องจากขาดงบประมาณ
ปัจจัยภายนอกชุมชน	โอกาส (Opportunities; O) - แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 10 มีความชัดเจนด้านการขับเคลื่อนระดับพื้นที่ - นโยบาย มาตรการและแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน พ.ศ.2551-2555 - ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด มีการจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม - ยุทธศาสตร์อยู่ดีมีสุขเอื้อให้จังหวัดสามารถนำไปปรับใช้ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	อุปสรรค (Threats; T) - ไม่มีการดำเนินการทางกฎหมายในเรื่องป่าชุมชน - หน่วยงานกลางยังเน้นการพัฒนาแบบ Top Dow - ขาดการบูรณาการของหน่วยงานกลางและหน่วยงานในท้องถิ่น



ภาพที่ 4.22 ประชาชนและเยาวชนที่เข้าร่วมกิจกรรมลดภาวะโลกร้อนในชุมชนตำบลน้ำก้อ



ภาพที่ 4.23 อาจารย์ ผู้ใหญ่บ้าน บุคลากรจากองค์การบริหารส่วนตำบลน้ำก้อ และนักวิชาการป่าไม้ ร่วมกันปลูกต้นไม้ในเขตโรงเรียนบ้านน้ำก้อเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนในชุมชน



ภาพที่ 4.24 นักเรียนและนักศึกษาร่วมกันปลูกต้นไม้ในเขตโรงเรียนบ้านน้ำก้อเพื่อลดปัญหาภาวะ
โลกร้อนในชุมชน

ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินกิจกรรมในโครงการลดโลกร้อนและส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน

รายการ	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)
ด้านกิจกรรม	
ความเหมาะสมของกิจกรรม	4.80 $\pm$.41
ความเหมาะสมและประโยชน์ของฐานการเรียนรู้	4.50 $\pm$.57
ความเหมาะสมของการกำหนดกิจกรรมและระยะเวลา	4.10 $\pm$.84
การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.63 $\pm$.61
กิจกรรมมีเนื้อหาที่ทันสมัย	4.16 $\pm$.87
ด้านวิทยากร	
การบรรยายชัดเจนเข้าใจง่าย	4.23 $\pm$.73
เทคนิควิธีการเหมาะสมกับเนื้อหา	4.36 $\pm$.76
การสร้างบรรยากาศในการจัดกิจกรรม	4.33 $\pm$.71
ตอบคำถามและข้อซักถามได้ชัดเจน	4.20 $\pm$.85
มีการสรุปเนื้อหาได้อย่างชัดเจน	4.13 $\pm$.78
ด้านวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก	
ความเหมาะสมของสถานที่และสิ่งแวดล้อม	4.13 $\pm$.81
ความเพียงพอของเอกสารและอุปกรณ์จัดกิจกรรม	4.33 $\pm$.71
ความเหมาะสมของอาหาร/อาหารว่าง	4.73 $\pm$.58
การอำนวยความสะดวกในกิจกรรมต่างๆ	4.46 $\pm$.68
ความเหมาะสมของสื่อ โสตทัศนูปกรณ์	4.20 $\pm$.76

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากผลการศึกษาโครงการวิจัยเรื่อง การประเมินผลกระทบจากภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อลักษณะทางชีวลักษณะของพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่คือข้าว ในเขตอำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ ผลการศึกษาข้อมูลทางด้านอุตุนิยมหาวิทยาลัยสรุปได้อย่างชัดเจนว่าพื้นที่อำเภอห่มสัก อำเภอเมือง เพชรบูรณ์ และอำเภอวิเชียรบุรี มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นประมาณ 0.36-0.86 องศาเซลเซียส ซึ่งสภาพภูมิอากาศที่กำลังเปลี่ยนแปลงนี้มีผลทำให้เกิดภาวะข้าวมีเมล็ดลีบเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์ข้าวเหนียว กข 10 เป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ส่วนในกรณีของการประเมินศักยภาพของการสะสมคาร์บอนไว้ในชีวภาพของข้าว สรุปได้ว่าข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพสูงสุด โดยส่วนใหญ่แล้ว คาร์บอนจะถูกสะสมไว้ในส่วนของเมล็ด ลำต้น และใบของข้าว อย่างไรก็ตามหากมีการจัดการที่เหมาะสมแล้วมีความเป็นไปได้ที่การทำนาข้าว จะมีผลในการช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในบรรยากาศ โดยการดูดซับไว้ในมวลชีวภาพผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ในกรณีที่ปริมาณการสร้างแก๊สเรือนกระจกยังคงมีสูงและพื้นที่ของป่าไม้ในประเทศลดลง ในแง่ของกิจกรรมการส่งเสริมและสร้างความตระหนักให้แก่เยาวชนและประชาชนในชุมชน ให้เล็งเห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้ และร่วมกันลดปัญหาโลกร้อนด้วยการปลูกต้นไม้ในชุมชนและการใช้ถุงผ้าลดโลกร้อนนั้น อันเป็นผลต่อเนื่องมาจากผลการระดมความคิดเห็นอย่างมีส่วนร่วมขององค์กรในท้องถิ่น พบว่าวัดและโรงเรียนเป็นองค์กรในท้องถิ่นที่มีความเข้มแข็งจึงได้มีการผลักดันให้เกิดกิจกรรม โดยเน้นวัดและโรงเรียนเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินกิจกรรมภายใต้การนำขององค์กรบริหารส่วนตำบลในการดำเนินกิจกรรม ผลจากการดำเนินกิจกรรมลดภาวะโลกร้อนของชุมชนมีการดำเนินการเป็นไปได้ด้วยดี ผลจากการประเมินความพึงพอใจของกิจกรรมพบว่าประชาชนและเยาวชนส่วนใหญ่เห็นว่าผลการดำเนินกิจกรรมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการหาแนวทางในการลดกิจกรรม ที่มีผลต่อการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการทำนาข้าว เพื่อเป็นการลดปัญหาภาวะโลกร้อน
2. ควรมีการศึกษาอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากนาข้าวทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ รวมถึงการทำเกษตรกรรมอื่นๆในพื้นที่
3. ควรหาแนวทางลดปัญหาการเกิดภาวะเมล็ดข้าวลีบ ทั้งการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่มีความทนทานต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น หรือการหาวิธีการจัดการที่เหมาะสม
4. ควรมีการศึกษาแบบจำลองที่สร้างความเป็นไปได้จากสถานการณ์จำลองของปัญหาโลกร้อนในจังหวัดเพชรบูรณ์
5. ควรมีการ ประเมินติดตามผลของปัญหาภาวะโลกร้อนในระยะยาวเพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2550. *สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย*. กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2529. *การเกษตรชลประทานของประเทศไทย*. กองแผนงานและโครงการพิเศษ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 194 หน้า.
- ปัทมา ดำรงผล. 2549. ความหลากหลายทางชีวภาพและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. *วารสารธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย*. 4: 14-17.
- ปองทิพย์ ภูวเจริญ. 2549. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปแล้วเราควรทำอย่างไร. *วารสารธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย*. 3: 14-17.
- พวงผกา แก้วกรม นุชจรินทร์ แก้วกล้า สุริย์พร ธรรมิกพงษ์ และสุรางค์รัตน์ พันแสง. 2552. *การประเมินคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพและการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้บริเวณห้วยน้ำก้อ*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- ภัทรา เพ็งธรรมกิติ. 2552. *การศึกษาติดตามการเจรจาในเวทีการเจรจาเรื่องโลกร้อนที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตรและนัยสำคัญต่อประเทศไทย*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ลดาวัดย์ พวงจิตร. 2552. *การศึกษาการติดตามการเจรจาเรื่อง REDD ในเวทีการเจรจาเรื่องโลกร้อนและนัยสำคัญต่อประเทศไทย*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วิสุทธิ์ ใบไม้. 2547. ความหลากหลายทางชีวภาพ วัฒนธรรม และสังคมไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ* 1: 1-17.
- สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2536. ป่าเขตร้อน: คุณค่าความหลากหลายของสรรพชีวิต. *นิตยสารสารคดี* (พฤษภาคม): 76-100.
- สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ ธิดิ วิสารตัน สำเร้ง ปานอุทัย ภาณุมาศ ลาดปาละ สิริรัตน์ จันทรมหเสถียร และสุรรัตน์ สำราญ . 2548. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง. *รายงานการประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต*. โรงแรมมารวย การ์เด็น กรุงเทพฯ วันที่ 4-5 สิงหาคม 2548.
- อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ . 2551. สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง : ผลกระทบของอากาศหนาวเย็นต่อผลผลิตของข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง. *วารสารวิชาการข้าว* 2(1): 82-92.

อภิชาติ เนินพลับ สมเดช อิ่มมาก สุรเดช ปาละวิสุทธิ์ สุรีย์ ศรีวันทนิยกุล อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ เพชรหทัย ปฎิรูปานุสร ธวัช ปฎิรูปานุสร นลินี เจียงวรรณนะ สุพัตรา สุวรรณธาดา สออง ไชยรินทร์ ดวงอร อริยพฤษย์ ชูติวัฒน์ วรรณสาย วิไล ปาละวิสุทธิ์ พงศา สุขเสริมชนะ ศรีสมภาร พรทิพย์ นวลศิริ สมบูรณ์ ทองเสน สุมาลี สุทธายศ จิตติชัย อนาวงษ์ ภัมร ปัตตาวะตัง พิษณุ หินตั้ง เจตน์ คชฤกษ์ พรสุรี กาญจนา สถาพร กาญจนพันธ์์ สมพงษ์ เฉยพันธ์ เสน่ห์ คชรรัตน์ ภิไธย รื่นถวิล จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ มาลีวรรณ สุวรรณแทน พากเพียร อรัญนารถ จินตนา ทยาธรรม นิภา จันทศรีสมหมาย คารา เจตนะจิตร นงรัตน์ นิลพานิชย์ วิชชุดา รัตนากาญจน์ วันชัย โรจนหัสดิน และชัยลักษณ์ อารยพันธ์. 2551. ข้าวเจ้าพันธุ์ พิษณุโลก 80. *วารสารวิชาการข้าว* 2(1): 59-70.

อรรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ ทวี คุปต์กาญจนากุล ศิริพร ซึ่งสนธิพร บุญมี เณรยอด สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต และสถาพร กาญจนพันธ์ . 2544. *ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

อารีย์ วัฒนา ทุมมาเกิด . 2548. พิธีสารเกียวโต ภาวะหยุดภาวะโลกร้อน . *วารสารธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย* 2: 50-51.

Abeysiriwardena, D.S.D.Z., Ohba, K. and Maruyama, M. 2002. Influence of Temperature and Relative humidity on grain sterility. *J. Natl. Sci. Found. Sri Lanka* 30: 33-41.

Achard, F., Eva, H.D., Mayaux, P., Stibig, J. and Belward, A. 2004. Improved estimated of Net carbon emission from land cover change in the Tropics for the 1990s. *Global Biogeochemical Cycles* 18: GB2008.

Alberto, C.R., Wassmann, R., Hirano, T., Miyata, A., Kumar, A., Padre, A. and Amante, M. 2009. CO₂/heat fluxes in rice fields: Comparative assessment of flooded and non-flooded fields in the Philippines. *Agricultural and Forest Meteorology* 149: 1737-1750.

Borell, A., Garside, A. and Fukai, S. 1997. Improving efficiency of Water use for Irrigated rice in a Semi-arid tropical environment. *Field Crops Res.* 52: 231-248.

Ciesla, W. 1995. *Climate change, Forests and Forest management*. FAO forest paper. Food and Agriculture Organization.

Cline, W.R. 2007. *Global warming and Agricultural: Impact estimates by Country*. Washington: Center for Global and Development and Peterson Institute for International Economics.

Creedy, J. and Wurzbacher, A.D. 2001. The Economic value of a Forest catchment with timber, Water and Carbon sequestration benefits. *Ecological Economics* 38: 71-83.

- DeFries, R.S., Houghton, R.A., Hansen, M.C., Field, C.B., Skole, D. and Townshend, J. 2002. *Carbon emissions from Tropical deforestation and Regrowth based on Satellite Observations for The 19802 and 90s*. Proceedings of the National Academy of Sciences 99: 14256-14261.
- Dixon, R. K., Brown, S., Solomon, R. A., Trexler, M. C. and Wisniewski, J. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystem. *Science* 263: 185-190.
- Downton, J. and Slatyer, R.O. 1972. Temperature dependence of photosynthesis in cotton. *Plant Physiol.* 50: 518-522.
- Fearnside, P.M. 2000. Global warming and tropical land-use change : Greenhouse gas emission from biomass burning, Decomposition and soils in forest conversion, Shifting cultivation and secondary vegetation. *Climate change* 46: 115.
- Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* 52(2): 143-150.
- Global Environment Outlook. 2000. *UNEP's millennium report on the environment*. Earthscan Publications Ltd., London, UK.
- Goto, A., Sasahara, H., Shigemune, A. and Miura, K. 2008. Estimation of Cool tolerance at the Booting and flowering stages in Indica rice varieties. *Jpn. J. Crop Sci.* 77: 167-173.
- Guo, L. and Erda, L. 2001. Carbon sink in cropland soils and the emission of greenhouse gases from paddy soils: a review of work in China. *Chemosphere-Global Change Science*. 3: 413-418.
- Horie, T., Nakagawa, H., Ohnishi, M. and Nakano, J. 1995. Rice production in Japan under current and future climate. In: Matthews, R.B., Kropff, M.J., Bachelet, D., van Laar, H.H. (Eds.), *Modelling the impact of climate change on rice production in Asia*. CAB International, Oxon, UK pp. 143-164.
- Houghton, J.T., Callander, B.A. and Varney, S.K. 1992. *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPPC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Houghton, R.A. 2003. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus* 55: 378-390.
- <http://chm-thai.onep.go.th/hotspots/index.html> [online], สืบค้นวันที่ 15 สิงหาคม 2550
- <http://www.onep.go.th/CDM/cmc.html> [online], สืบค้นวันที่ 9 สิงหาคม 2550
- http://www.onep.go.th/CDM/cmc_agriculture.html [online], สืบค้นวันที่ 9 สิงหาคม 2550

<http://www.forest.go.th/stat/stat50/TAB2.htm> ,สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2552

- Imin, M., Tursun, K., Weinman and Rolfe, B.G. 2006. Low temperature treatment at the young microspore stage induces protein changes in rice anthers. *Molecular & Cellular Proteomics* 5: 274-292.
- Imin, N., Kerim, T., Rolfe, B.G. and Weinman, J.J. 2004. *Effect of early cold stress on the maturation of rice anthers*. *Proteomics* 4: 1873-1882.
- IPCC. 2007a. *Climate change 2007: The Physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC. 2007b. *Climate change 2007: Synthesis report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jagadish, S.V.K. 2007. *Molecular and physiological dissection of heat tolerance during anthesis in rice (Oryza sativa L.)* Thesis, The University of Reading, UK.
- Jagadish, S.V.K., Craufurd, P.Q. and Wheeler, T.R. 2007. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.* 58: 1627-1635.
- Karim, M.A., Fracheboud, Y. and Stamp, P. 1997. Heat tolerance of maize with reference of some physiological characteristics. *Ann. Bangladesh Agri.* 7: 27-33.
- Keeling, C.D. and Whorf, T.P. 1998. *Atmospheric CO₂ records from sites in SIO air sampling Network, in Trends. A Compendium of Data on Global Change, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn.*
- Lal, M., Singh, K.K., Rathore, L.S., Srinivasan, G. and Saseendran, S.A. 1998. Vulnerability of rice and wheat yields in NW India to future changes in climate. *Agricultural and Forest Meteorology* 89: 101-114.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304: 1623-1627.
- Liang, W., Shi, Y., Zhang, H., Yue, J. and Huang, G.H. 2007. Greenhouse gas emissions from northeast China rice fields in fallow season. *Pedosphere* 17(5): 630-638.
- Maclean, J.L., Dawe, D., Hardy, B. and Hettel, G.P. 2002. *Rice Almanac*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. P. 253.
- Malhi, Y. and Grace, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 332-337.

- Matthews, R.B., Horie, T., Kroff, M.J., Bachelet, D., Centeno., H.G., Shin, J.C., Mohandass, S., Singh, S., Defeng, Z. and Lee, M.H. 1995. A regional evaluation of the effect of future climate change on rice production in Asia. *In: Matthews, R.B., Kroff, M.J., Bachelet, D., Van Laar, H.H. (Eds.), Modeling the impact of climate change on rice production in Asia*. CAB International, Oxon, UK, pp. 95-139.
- Mishra, H.S., Rathore, T.R. and Pant, R.C. 1997. Root growth, water potential, and yield of irrigated rice. *Irrig. Sci.* 17: 69-75.
- Nabuurs, G.J., Masera, O., Andrasko, K., Benetiz-Ponce, P., Boer, R., Dutschke, M., Elsiddig, E., Ford-Robertson, J., Frumhoff, P., Karjalainen, T., Krankina, O., Kurz, W.A., Matsumoto, M., Oyhantcabal, W., Ravindranath, N.H., Sanz Sanchez, M.J. and Zhang, X. 2007. *Forestry, Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, New York.
- Nakagawa, H., Horie, T. and Matsui, T. 2002. Effects of climate change on rice production and adaptive technologies. *In: T.W. Mew, D.S. Brar, S. Peng, D. Dawe and B. Hardy (eds.), "Rice Science: Innovations and Impact for Livelihood". pp. 635-657*. International Rice Research Institute, China.
- Nishiyama, I. 1970. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. VII Electron microscopical observations on tapetal cells dilated by the cooling treatment. *Proceeding of Crop Science Society, Japan* 39: 480-486.
- Oh-e, I., Saitoh, K. and Kuroda, T. 2007. Effects of high temperature on growth, yield and dry-matter production of rice grown in the paddy field. *Plant Prod. Sci.* 10: 412-422.
- Ohta, S. and Kimura, A. 2007. Impacts of climate changes on the temperature of paddy waters and suitable land for rice cultivation in Japan. *Agricultural and Forest Meteorology* 147: 186-198.
- Parris, K. M. and Hazell, D. L. 2005. Biotic effects of climate change in urban environments: The case of the grey-headed flying-fox (*Pteropus poliocephalus*) in Melbourne, Australia. *Biological Conservation* 124(2): 267-276.
- Porter, J.R. and Semenov, M.A. 2005. Crop responses to climatic variation. *Philos. Trans. Roy. Soc. B Biol. Sci.* 360: 2021-2035.
- Ramasamy, S., Berge, H.F.M.A. and Purushothaman, S. 1997. Yield formation in rice in response to drainage and nitrogen application. *Field Crops Res.* 51: 65-82.

- Ronen, D., Magaritz, M. and Almon, E. 1988. Contaminated aquifers are a forgotten component of the global N₂O budget. *Nature* 335: 57-59.
- Satake, T. 1976. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. *In: Proceedings of the Symposium on Climate & Rice*. pp. 281-300. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Satake, T. and Yoshida, S. 1978. High temperature-induced sterility in indica rice at flowering. *Jpn. J. Crop. Sci.* 47: 6-17.
- Savchenko, G.E., Klyuchareva, E.A., Abrabchik, L. M. and Serdyuchenko, E.V. 2002. Effect of periodic heat shock on the membrane system of etioplasts. *Russ. J. Plant Physiol.* 49: 349-359.
- Schulze, E.D., Beck, E. and Muller-Hohenstein, K. 2005. *Plant Ecology*. Berlin: Springer.
- Sheoran, I.S. and Saini, H.S. 1996. Drought-induced male sterility in rice: changes in carbohydrate levels and enzyme activities associated with the inhibition of starch accumulation in pollen. *Sexual Plant Reprod.* 9: 161-169.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, UK.
- Sugamoto, K. 1971. Plant-water Relationship of Indica rice in Malaysia. Tropical Agricultural Research Center, Ministry of Agriculture and Forestry, Tokyo, Japan. *Tech. Bull.* 1: 80 pp.
- UNFCCC. 2006. *Background paper for the workshop on reducing emissions from deforestation in developing countries*. Working Paper No. 1(a) and 1 (b).
- USDA Foreign Agricultural Service. 2002. *Rice consumption and production*.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. *Environ. Exp. Bot.* 61: 199-223.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil-effect of variation in digestions and of inorganic soil constituents. *Soil Sci.* 63: 251-263.
- Wassmann, R. 2009. Impacts of climate change on rice production and possible adaptation options. *In: AAAS annual meeting "Our Planet and its life: origins and futures". Symposium, Protecting our planet against food riots in the future*. February 15, 2009.
- Weerakoon, W.M.W., Maruyama, A., and Ohba, K. 2008. Impact of Humidity on temperature-induced grain sterility in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 194: 135-140.

- Wickham, T. 1973. *Some soil-plant-water research finding useful to irrigation design and management*. FAO/Malaysia National Water Management Seminar. 24 pp.
- WRI. 2007. *CAIT: Climate analysis indicators tool*. World Resources Institute.
- Yoshida, S., Satake, T. and Mackill, D. 1981. High temperature stress. *IRRI Res. Pap.* 67: 1-15.
- Yumuang, S. 2006. 2001 debris flow and debris flood in Nam Ko area, Phetchabun province, central Thailand. *Environ. Geol.* 51: 545-564.
- Willson, E.O. 1992. *The diversity of life*. Harvard Univ. Press, Cambridge, M.A., U.S.A.
- Zisha, L.H. and Teramura, A.H. 1992. Intra-specific Variation in the response of rice (*Oryza sativa*) to increased CO₂-photosynthetic, biomass and reproductive characteristics. *Plant Physio.* 84: 269-276.
- Ziska, L.H. 1998. Long-term growth at elevated carbon dioxide stimulates methane emission in tropical paddy rice. *Global Change Bio.* 4: 657-665.

ภาพผนวก

ภาคผนวก ก

1. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืช

เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Walkley-Black (1947) โดยมีวิธีการดังนี้

สารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล (1N $K_2Cr_2O_7$) โดยการละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (อบที่อุณหภูมิ $105^\circ C$) น้ำหนัก 49.04 กรัม ในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 98%

3. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มอล [$0.5\text{ N } Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$] โดยชั่งเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วเติมซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มล. ทำให้เย็นปรับปริมาตรด้วยน้ำ จนได้ปริมาตร 1 ลิตร

4. ออร์โทโรฟิแนนโทรอลีน (O-phenanthroline ferrous sulfate indicator 0.025 M) โดยใช้ออร์โทโรฟิแนนโทรอลีน 14.85 กรัม และเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 6.95 กรัม ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช 100 มก. ลงในฟลาสขนาด 250 มล. เติม 1 นอร์มอลโพแทสเซียมไดโครเมต 25 มล. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มล. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ค้างคืน

2. การไทเทรต เติมน้ำกลั่น 100 มล. ลงในฟลาสทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมอินดิเคเตอร์ 0.5 มล. ไทเทรตกับเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนจุดยุติเปลี่ยนสีฟ้าเป็นสีน้ำตาลแดง นำปริมาตรของตัวไทเทรตที่ได้มาคำนวณด้วยสมการต่อไปนี้

$$\%OC = \frac{[N_1 V_1 K_2 Cr_2 O_7 - N_2 V_2 Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O] \times 0.003 \times 100 \times 1}{W}$$

เมื่อ

N_1	=	นอร์มอลของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท
V_1	=	มล. ของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท
N_2	=	นอร์มอลของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
V_2	=	มล. ของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
F	=	correction factor = 1.3
W	=	น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

ภาคผนวก ข

1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวสายพันธุ์กข 10

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
UNFER	Between Groups	965.824	3	321.941	5.637	.003
	Within Groups	1827.446	32	57.108		
	Total	2793.270	35			
UNF_PANI	Between Groups	17.941	3	5.980	12.886	.000
	Within Groups	14.850	32	.464		
	Total	32.791	35			

2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวสายพันธุ์หอมมะลิ 105

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
UNFERT	Between Groups	157.250	2	78.625	1.418	.262
	Within Groups	1331.143	24	55.464		
	Total	1488.392	26			
W_PANICL	Between Groups	10.623	2	5.311	24.884	.000
	Within Groups	5.123	24	.213		
	Total	15.746	26			

3. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวสายพันธุ์พิษณุโลก 80

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
UNFER	Between Groups	372.610	2	186.305	4.979	.016
	Within Groups	897.992	24	37.416		
	Total	1270.602	26			
SEED_PAN	Between Groups	4.170	2	2.085	5.085	.014
	Within Groups	9.841	24	.410		
	Total	14.011	26			

4. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวสายพันธุ์กข 10

ANOVA\

THOUS_SE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.344	3	3.115	3.414	.073
Within Groups	7.300	8	.912		
Total	16.644	11			

5. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวสายพันธุ์หอมมะลิ 105

ANOVA

THOUS_SE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.832	2	4.416	1.293	.341
Within Groups	20.489	6	3.415		
Total	29.322	8			

6. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวสายพันธุ์พิษณุโลก 80

ANOVA

THOUS_SE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.192	2	2.096	4.280	.070
Within Groups	2.938	6	.490		
Total	7.130	8			

7. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของผลผลิตข้าวของข้าวสายพันธุ์กข 10

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	887679.872	3	295893.291	20.675	.000
Within Groups	114494.272	8	14311.784		
Total	1002174.144	11			

8. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของผลผลิตข้าวของข้าวสายพันธุ์หอมมะลิ 105

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54773.991	2	27386.995	.976	.429
Within Groups	168280.743	6	28046.791		
Total	223054.734	8			

9. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของผลผลิตข้าวของข้าวสายพันธุ์พิษณุโลก 80

ANOVA

PROD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44972.437	2	22486.219	2.843	.135
Within Groups	47454.768	6	7909.128		
Total	92427.205	8			

10. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
OMT	Between Groups	1.240	2	.620	1.202	.364
	Within Groups	3.094	6	.516		
	Total	4.334	8			
OMS	Between Groups	.534	2	.267	.300	.751
	Within Groups	5.341	6	.890		
	Total	5.875	8			

11. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของปริมาณอินทรีย์วัตถุในส่วนต่างๆ ของมวลชีวภาพพืช

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
OCL	Between Groups	113584.250	9	12620.472	13.184	.000
	Within Groups	19145.461	20	957.273		
	Total	132729.712	29			
OCB	Between Groups	172.099	9	19.122	2.329	.055
	Within Groups	164.223	20	8.211		
	Total	336.323	29			
OCS	Between Groups	60892.946	9	6765.883	15.004	.000
	Within Groups	9018.894	20	450.945		
	Total	69911.840	29			
OCSEED	Between Groups	42861.995	9	4762.444	2.654	.033
	Within Groups	35888.269	20	1794.413		
	Total	78750.264	29			
TOTALOC	Between Groups	490917.035	9	54546.337	11.148	.000
	Within Groups	97861.686	20	4893.084		
	Total	588778.722	29			

12. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคุณสมบัติดิน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
OCS	Between Groups	.180	2	.090	.300	.751
	Within Groups	1.800	6	.300		
	Total	1.980	8			
OCT	Between Groups	.420	2	.210	1.212	.361
	Within Groups	1.041	6	.173		
	Total	1.461	8			
PHT	Between Groups	.123	2	.062	.891	.458
	Within Groups	.416	6	.069		
	Total	.539	8			
PHS	Between Groups	.220	2	.110	6.181	.035
	Within Groups	.107	6	.018		
	Total	.326	8			
BD	Between Groups	.035	2	.018	2.139	.199
	Within Groups	.050	6	.008		
	Total	.085	8			

2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

Year	rain	avgrh	meantemp	mintmpT	maxtmpT	Year	rain	avgrh	meantemp	mintmpT	maxtmpT
1970	2.999885	68.30534	27.1806	21.64321	32.77152	1995	2.959686	71.73311	27.71903	22.09842	33.39143
1971	2.670942	88.05525	26.30282	20.58962	32.06465	1996	4.029546	73.33245	27.22372	21.76136	32.73608
1972	2.576647	87.95173	27.18432	21.58484	32.82283	1997	3.324805	71.77127	27.45898	21.71004	33.25582
1973	2.147759	87.99114	27.16739	21.18531	33.18982	1998	2.714901	73.48979	28.60097	22.64073	34.6116
1974	2.733649	88.25107	26.93922	21.29662	32.62437	1999	2.596129	72.87218	27.69746	22.33329	33.11366
1975	2.938816	68.96389	26.84418	21.38782	32.34375	2000	3.806628	74.37618	27.22272	21.69466	32.8053
1976	3.32725	68.16747	26.48449	20.77344	32.23681	2001	2.243342	75.79627	27.8496	22.47823	33.26697
1977	2.326514	65.70664	27.12496	21.37039	32.91832	2002	3.833081	75.49637	27.76148	22.2909	33.27275
1978	3.383952	88.31436	27.23109	21.77444	32.73345	2003	2.10823	77.69656	28.07582	22.42768	33.77432
1979	2.627364	65.94343	27.54001	21.50135	33.61547	2004	2.657052	71.84221	27.50209	21.67554	33.3737
1980	3.45413	66.97161	27.47222	21.86552	33.12157	2005	2.517213	71.56648	27.98366	22.26439	33.75398
1981	2.584347		26.85196	21.43173	32.31229	2006	3.730444	72.78246	27.7132	22.13913	33.3911
1982	2.628727		26.94443	21.26797	32.66249	2007	3.125621	76.09577	28.8577	22.49615	36.05946
1983	2.587124		27.14019	21.41901	32.90555	2008	3.249787	73.28676	26.97985	21.24768	33.17459
1984	3.003705		26.86865	21.33361	32.44806						
1985	2.95446		27.09647	21.78316	32.45428						
1986	1.84857	67.84105	27.10923	21.56873	32.6967						
1987	2.996882	71.35933	27.7084	22.09909	33.36464						
1988	2.498204	72.18495	27.57865	22.16048	33.04627						
1989	2.766721	71.56021	27.49123	21.89605	33.13025						
1990	2.996647	72.41733	27.70555	22.38396	33.07825						
1991	3.088575	65.03057	25.79721	20.75352	30.88546						
1992	2.37224	69.6429	27.28945	21.63803	32.98788						
1993	1.790636	68.67152	27.67423	21.80901	33.58901						
1994	3.754979	70.77877	27.46513	21.96453	33.01299						

3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

Year	rain	avgrh	meantemp	maxtmpT	mintmpT	Year	rain	avgrh	meantemp	maxtmpT	mintmpT
1951	3.159146	74.17837	26.57328	32.7234	20.47012	1980	2.80229	71.91442	27.75149	33.42076	22.12203
1952	4.492354	76.63866	26.89174	33.048	20.92813	1981	2.935595	70.23452	27.94827	33.90474	22.03716
1953	3.894351	76.96227	27.13901	32.99544	21.33221	1982	2.771983	71.32627	27.69066	33.49883	21.92529
1954	3.720095	71.63645	26.98461	33.05193	20.45805	1983	2.652303	73.78283	27.6416	33.33408	21.9986
1955	2.526848	71.43662	26.31717	32.98523	19.69961	1984	2.810626	74.74358	27.49583	33.09927	21.94292
1956	2.831605	70.30822	26.55048	33.38882	19.74448	1985	2.975606	75.46336	27.42723	33.03612	21.86882
1957	3.031999	72.8845	27.16689	33.75607	20.6231	1986	2.486185	75.15665	27.55448	33.50828	21.64933
1958	3.266823	72.29937	26.95019	33.42137	20.52801	1987	3.483337	74.17945	27.87221	33.51233	22.28076
1959	3.674727	72.31644	27.26271	33.57153	20.99887	1988	2.653488	81.05768	29.10466	34.50545	25.49034
1960	2.1951	67.6828	27.31819	33.68965	20.99322	1989	3.123656	73.58669	27.66067	33.26931	22.09919
1961	3.385248	71.20129	26.90808	32.73971	21.12635	1990	3.517252	74.74539	27.81867	33.32076	22.3637
1962	3.081649	69.04199	26.54233	32.64676	20.39135	1991	2.865308	74.56604	28.03324	33.69711	22.41674
1963	4.825671	70.54687	26.49207	32.44338	20.58903	1992	1.875205	71.28875	27.56502	33.37525	21.80977
1964	4.142537	71.8861	26.59013	32.65219	20.57586	1993	1.664946	69.16121	27.90545	33.8581	22.00254
1965	2.982494	70.23516	26.93852	33.13852	20.78493	1994	4.085784	73.20151	27.72579	33.307	22.19554
1966	3.174556	69.05026	27.75081	33.82547	21.72297	1995	2.804319	72.96327	27.74328	33.42305	22.11432
1967	2.805483	67.15269	26.96216	33.08599	20.88679	1996	3.493764	75.13924	27.44584	33.05265	21.88501
1968	2.661461	67.79959	27.24398	33.44025	21.0974	1997	3.291301	73.46971	27.86196	33.68549	22.08636
1969	3.215887	68.8751	27.57851	33.46016	21.75038	1998	2.606224	71.43429	28.78619	34.53411	23.08959
1970	3.61935	71.56535	27.46037	33.29016	21.68228	1999	3.266667	73.52178	27.51828	32.6935	22.38927
1971	2.394256	69.47679	26.77047	32.93138	20.65883	2000	4.077363	75.62666	27.70459	33.18863	22.26759
1972	2.759434	69.35098	27.90305	34.02506	21.82969	2001	2.556317	77.09361	28.10854	33.44946	22.81822
1973	2.874266	68.48733	27.61852	33.80569	21.47954	2002	4.06706	76.30561	28.11587	33.46848	22.81601
1974	2.162773	72.3389	27.52067	33.4969	21.59654	2003	3.09573	74.7602	27.9372	33.60371	22.32091
1975	2.978054	74.48329	27.13107	32.76181	21.54949	2004	2.550459	74.21956	27.87588	33.83699	21.96724

3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (ต่อ)

Year	rain	avgrh	meantemp	maxtmpT	mintmpT	Year	rain	avgrh	meantemp	maxtmpT	mintmpT
1976	4.281726	74.13957	27.33969	33.10846	21.62278	2005	2.514579	76.75679	28.48786	33.97757	23.04739
1977	2.477294	71.30489	27.59711	33.49752	21.74436	2006	4.602213	74.30858	27.96162	33.61918	22.64919
1978	3.375492	73.27295	27.49325	32.90645	22.12904	2007	3.217219	72.82665	27.06254	33.49206	22.52778
1979	2.165052	71.11279	27.73338	33.71899	21.79643	2008	4.406717	73.98945	27.34937	33.42889	23.21222

4. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของอำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

Year	rain	meantemp	maxtmpT	mintmpT	avgrh	Year	rain	meantemp	maxtmpT	mintmpT	avgrh
1970	3.673119	27.61925	33.14144	22.15007	67.13899	1996	3.223729	28.10886	33.53499	22.72704	72.43167
1971	2.942468	27.12975	32.83411	21.4755	86.88105	1997	3.037823	28.66355	34.43946	22.93497	68.97311
1972	3.004417	28.03282	33.5554	22.56194	85.7326	1998	3.940997	29.26364	34.69364	23.87834	70.37913
1973	2.593799	27.8345	33.60474	22.11494	86.20769	1999	3.791959	28.07442	33.15613	23.03781	75.32418
1974	3.991117	27.3693	32.87826	21.90662	87.08893	2000	2.769363	28.21278	33.45489	23.01692	76.24613
1975	4.171937	27.28789	32.6708	21.95447	67.56488	2001	3.118244	28.63978	33.82973	23.49794	73.96775
1976	3.531749	27.05026	32.82436	21.32119	65.51696	2002	3.365152	28.70399	34.04584	23.40792	74.67732
1977	2.787679	27.56431	33.7183	21.45463	63.70571	2003	3.341757	28.47235	34.11568	22.87399	72.24837
1978	4.746355	27.45009	33.22452	21.72237	92.59165	2004	3.450776	28.47033	34.49679	22.48925	69.18842
1979	3.031087	27.92172	34.06043	21.82988	66.11895	2005	2.504597	28.96674	34.65132	23.33083	71.64423
1980	3.529831	27.57671	33.52538	21.6775	68.40408	2006	4.038098	28.55686	34.49033	22.88772	72.90394
1981	3.534105	27.07853	32.61266	21.59393	-	2007	3.119213	27.86685	34.56304	22.85267	69.26609
1982	2.951864	27.51192	32.96398	22.11108	-	2008	5.788531	27.97463	34.24436	23.31975	70.70254
1983	2.668262	27.82261	33.35152	22.34385	-						
1984	3.521208	27.4006	32.80454	22.04729	-						
1985	3.658504	27.31625	32.94943	21.73868	-						
1986	2.587518	27.69627	33.32768	22.1136	67.25393						

4. ข้อมูลคุณสมบัติวิทยาชองอำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ (ต่อ)

1987	2.9583	28.40452	33.75883	23.10011	68.72741						
1988	3.301158	27.99055	33.24128	22.79097	71.70914						
1989	2.906962	28.03202	33.69794	22.41718	69.40844						
1990	3.120197	28.39774	33.95381	22.89333	69.86011						
1991	2.796398	28.4366	33.99421	22.93373	68.85977						
1992	3.030522	28.02819	33.77727	22.3332	69.24338						
1993	2.712312	28.24441	34.02907	22.51246	67.9847						
1994	3.079041	28.34158	33.94678	22.79017	69.33814						

