# การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตข้าวและข้าวโพด บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง

# Climate Change Effect on Rice and Maize Production in Lower Mekong Basin

ยุทธศาสตร์ อนุรักติพันธุ์ (ผู้เชี่ยวชาญด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ)
Yuthasart Anuluxtipun (Expert of Soil and Water Conservation)
*กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*
*Land Development Department, Ministry of Agriculture and Co-operatives, Thailand.*

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อคาดการณ์ผลผลิตข้าวและข้าวโพดล่วงหน้าในปี ค.ศ.2030 และ ค.ศ.2060 โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศในปี ค.ศ.1980-2008 เป็นปีฐาน ลักษณะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 3 รูปแบบ ได้แก่ สภาพอากาศแบบ Wet Condition สภาพอากาศแบบ Dry Condition และสภาพอากาศแบบ Extreme Wet and Dry Condition โดยการใช้แบบจำลอง AquaCrop 5 ในแบบจำลองนี้ประกอบด้วยค่าความเข้มข้น ของคาร์บอนไดออกไซด์ 4 ระดับ เพื่อทำนายผลผลิต 3 ปี ทำการศึกษาทั้งหมด 1,008 การจำลอง พื้นที่ศึกษาใน 21 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ (เชียงราย) ที่เชื่อมโยงกับลุ่มน้ำโขง

ผลของแบบจำลองพบว่า ผลผลิตข้าวในสภาพภูมิอากาศแบบ Wet Condition 2030 และ 2060 เพิ่มขึ้นร้อยละ 23.07 (2.32 ton/ha) และร้อยละ 29.96 (2.45 ton/ha) ตามลำดับจากปีฐาน (1.89 ton/ha) สภาพภูมิอากาศแบบ Dry Condition 2030 และ 2060 เพิ่มขึ้นร้อยละ 24.19 (2.38 ton/ha) และร้อยละ 34.57 (2.58 ton/ha) ตามลำดับจากปีฐาน (1.92 ton/ha) ส่วนในสภาพภูมิอากาศแบบ Extreme Wet and Dry Condition พบว่า ปี ค.ศ.2030 ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ร้อยละ 4.34 (1.95 ton/ha) และลดลงร้อยละ 3.53 ในปี ค.ศ.2060 เมื่อเทียบกับปีฐาน (1.87 ton/ha)

ผลผลิตข้าวโพดมีทิศทางการเพิ่มขึ้นคล้ายกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว คือ ในสภาพภูมิอากาศแบบ Wet Condition 2030 และ 2060 เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.99 (3.59 ton/ha) และร้อยละ 8.32 (3.63 ton/ha) ตามลำดับจากปีฐาน (3.35 ton/ha) และสภาพภูมิอากาศแบบ Dry Condition 2030 และ 2060 เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.65 (3.43 ton/ha) และร้อยละ 8.93 (3.44 ton/ha) ตามลำดับจากปีฐาน (3.16 ton/ha) แต่ในสภาพภูมิอากาศแบบ Extreme Wet and Dry Condition ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นทั้งในปี ค.ศ.2030 และ ค.ศ.2060 ร้อยละ 9.82 (2.61 ton/ha) และร้อยละ 9.61 (2.60 ton/ha) ตามลำดับจากปีฐาน (2.37 ton/ha) สรุปได้ว่า ผลผลิตข้าวและข้าวโพด ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อาจมีการเพิ่มขึ้นมากกว่าลดลง ถ้าไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากภัยแล้ง น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม การระบาดของโรคแมลง อิทธิพลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการเปลี่ยนแปลงการใช้

* Corresponding author : E-mail : ayuthasart@gmail.com

ประโยชน์ที่ดิน

**คำสำคัญ:** สภาพภูมิอากาศ, ผลผลิตข้าวและข้าวโพด, ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

**Abstract**

The purpose of this study is to projection dry yield of rice and maize on three extreme climate change condition in 2030, 2060 and baseline years (1980-2008) such as wet condition, dry condition and extreme wet and dry condition. The crop model simulation is AquaCrop version 5 that is a tool to forecast rice and maize production. The experimental units are 1,008 which are the combinations factors such as three years, three climate conditions, four representative concentration pathways and twenty-eight sites of paddy rice and Corn Belt. Thailand consists of 21 provinces such as the northeast and the north region (Chiang rai) which connect the lower Mekong River Basin.

The results show that Rice yield production increases 23.07% (2.32 ton/ha) and 29.96% (2.45 ton/ha) from the baseline yielding (1.89 ton/ha) in wet condition 2030, 2060 respectively. In the dry condition, rice yield production increases 24.19% (2.38 ton/ha) and 34.57% (2.58 ton/ha) from the baseline yielding (1.92 ton/ha) in 2030, 2060 respectively. In the extreme wet and dry condition, rice yield production slightly increases 4.34% (1.95 ton/ha) in 2030 and slightly decreases 3.53% (1.80 ton/ha) in 2060 from the baseline yielding (1.87 ton/ha).

Maize yield production as the same direction of rice yield production shows that increases 6.99% (3.59 ton/ha) and 8.32% (3.63 ton/ha) from the baseline yielding (3.35 ton/ha) in wet condition 2030, 2060 respectively. In the dry condition, maize yield production increases 8.65% (3.43 ton/ha) and 8.93% (3.44 ton/ha) from the baseline yielding (3.16 ton/ha) in 2030, 2060 respectively. In the extreme wet and dry condition, maize yield production increases 9.82% (2.61 ton/ha) in 2030 and increases 9.61% (2.60 ton/ha) in 2060 from the baseline yielding (2.37 ton/ha). The conclusion that Rice and Maize production in the North and Northeast of Thailand may have increased yielding more decreased yielding level if they are not lost the production from drought, flood, landslide, disease and insect break through, seasonal shifting and land use change.

**Keywords:** Climate change, Rice and Maize Produce, Lower Mekong Basin

## 1. บทนำ

ตามที่คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กล่าวว่าปัจจุบันระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ มีความเข้มข้น 384 $\mu mol\ l^{-1}$ (800 GT) คาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นอีกเป็น 1,000 GT ในปี ค.ศ. 2050 การทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น มีการคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2100 อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1.4 หรือมากกว่า 5 องศาเซลเซียส การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกส่งผลให้ปริมาณฝนและความชื้นในดินลดลงร้อยละ 20 ต่อปี (IPCC, 2001, 2007)

โดยภาพจำลองภูมิอากาศอาจจะมีทั้งการเปลี่ยนแปลงตามแบบ SRES A2 , B2 หรือแบบอื่น ๆ (IPCC, 2001) โดยหลักการภาพฉายอนาคตหลายแบบจำลองหลายสถานการณ์ จะยิ่งเป็นผลดีเนื่องจากทำให้มองเห็นภาพกว้าง ๆ ที่ครอบคลุมความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของภูมิอากาศในอนาคตได้มากขึ้น การประเมินความเสี่ยงหรือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น การทำแบบจำลองด้านการเกษตรต่อการทำนายผลผลิตพืช (Crop Model) มีความสำคัญเพื่อจะได้ประเมินขอบเขตการปลูกพืชเพื่อเลี่ยงหรือเสี่ยงต่อการลดลงหรือเพิ่มของผลผลิตทางการเกษตร ผลผลิตลดหรือเพิ่มมีผลต่อระบบการค้าทั้งภายในและนอกประเทศเป็นอย่างมาก

ประเทศไทยมีเหตุการณ์ที่รุนแรงมากมาย เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และลมมรสุม ความแปรปรวนของภูมิอากาศที่รุนแรงมากจะเป็นปัญหาต่อการเพิ่มหรือลดลงของน้ำ การบูรณาการร่วมกันระหว่างแบบจำลองภูมิอากาศและเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลกระทบสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จำเป็นต้องเชื่อมโยงกันระหว่างวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจเพื่อที่จะลดความเสี่ยงนั้น จึงมีการทำนายผลผลิตพืชในอนาคตเพื่อดูผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของผลผลิต โดยนำข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคตจากผลการประเมินโดยแบบจำลองภูมิอากาศ SimCLIM พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของ AR5 ซึ่งแบ่งเป็น สถานการณ์จำลอง 4 รูปแบบ คือ RCP (Representative Concentration Pathways) แสดงถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาในแต่ละปีในอนาคต ได้แก่ RCP2.6, RCP4.5, RCP6, RCP8.5 มาใช้ร่วมกับโปรแกรม AquaCrop ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะปริมาณน้ำซึ่งเป็นปัจจัยตัวหนึ่งที่สำคัญ โดยทำนายผลผลิตของข้าว และข้าวโพด ซึ่งเป็นพืชไร่ที่สำคัญ ในปี พ.ศ.2573 และ ปี พ.ศ.2603 ของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับตัวและแก้ไขในการทำเกษตรกรรมในอนาคตของเกษตรกรเพื่อให้มีชีวิตดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

อุณหภูมิและปริมาณฝนส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืช 22 ชนิด โดยใช้สภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก HadCM3 GCM ตามแนวทางการเพิ่มก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 ในปี ค.ศ. 2050 พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อจำนวนสายพันธุ์ของพืชอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ คือ ผลการศึกษาพบว่า พืช 10 ชนิด จาก 22 ชนิด อาจสูญเสียสภาพแวดล้อม สำหรับ 12 ชนิด จะมีสิ่งแวดล้อมที่ดีเพิ่มขึ้น โดยไม้ผลัดใบจะมีการขยายแหล่งกระจายพันธุ์พืช (Distribution Range) ไปทางตะวันตกและบริเวณตอนบนของภาคเหนือ (Trisurat *et al.*, 2009)

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวจังหวัดเชียงราย สกลนคร และสระแก้ว โดย DSSAT version 4.0 (Hoogenboom *et al.*, 1999) และใช้ข้อมูลอากาศรายวันในอนาคตจาก CCAM คำนวณ ผลผลิตข้าวในอนาคต 3 แบบจำลองที่ 360 ppm CO2e โดยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ภายใต้ภูมิอากาศอนาคตที่ 540 ppm และ 720 ppm CO2e ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยไม่แสดงความชัดเจนทางสถิติ (Buddhaboon et al., 2005) การจำลองผลผลิตข้าวจังหวัดอุบลราชธานี โดย DSSAT และข้อมูล

ภูมิอากาศ CCAM แสดงให้เห็นว่า ผลผลิตจากข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.48 ถึงร้อยละ 15.29 และในบางพื้นที่ผลผลิตจะสูงถึงร้อยละ 10-15 (Southeast Asia START Regional Center, 2006) (Chinvanno *et al.*, 2008) ผลผลิตข้าวหอมมะลิ KDML 105 ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ได้ผลดี (วิเชียร เกิดสุข และคณะ, 2547) ผลผลิตทางการเกษตรพืชไร่ในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง มีผลผลิตเพิ่มขึ้น ยกเว้นมันสำปะหลัง ผลผลิตข้าว KDML 105 จะเพิ่มร้อยละ 8.7 และสายพันธุ์ RD6 จะเพิ่มร้อยละ 17.5 สาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง ได้แก่ ธาตุอาหารในดิน และการกระจายตัวของฝน ส่วนสาเหตุที่ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของดินและปริมาณน้ำฝน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในบริเวณภาคเหนือตอนล่าง ผลผลิตข้าวโพดลดลง เนื่องจากขาดน้ำในระยะออกดอก โดยเฉพาะในช่วงข้าวโพดออกไหมและช่วงที่ปรากฏช่อเกสรตัวผู้ (เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

### 1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว และข้าวโพด โดยใช้โปรแกรม AquaCrop ทำนายผลผลิต

### 1.2 ขอบเขตการศึกษา

ทำนายผลผลิตข้าว และข้าวโพด จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิต ปี ค.ศ. 2030 และ ค.ศ. 2603 บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงของประเทศไทย

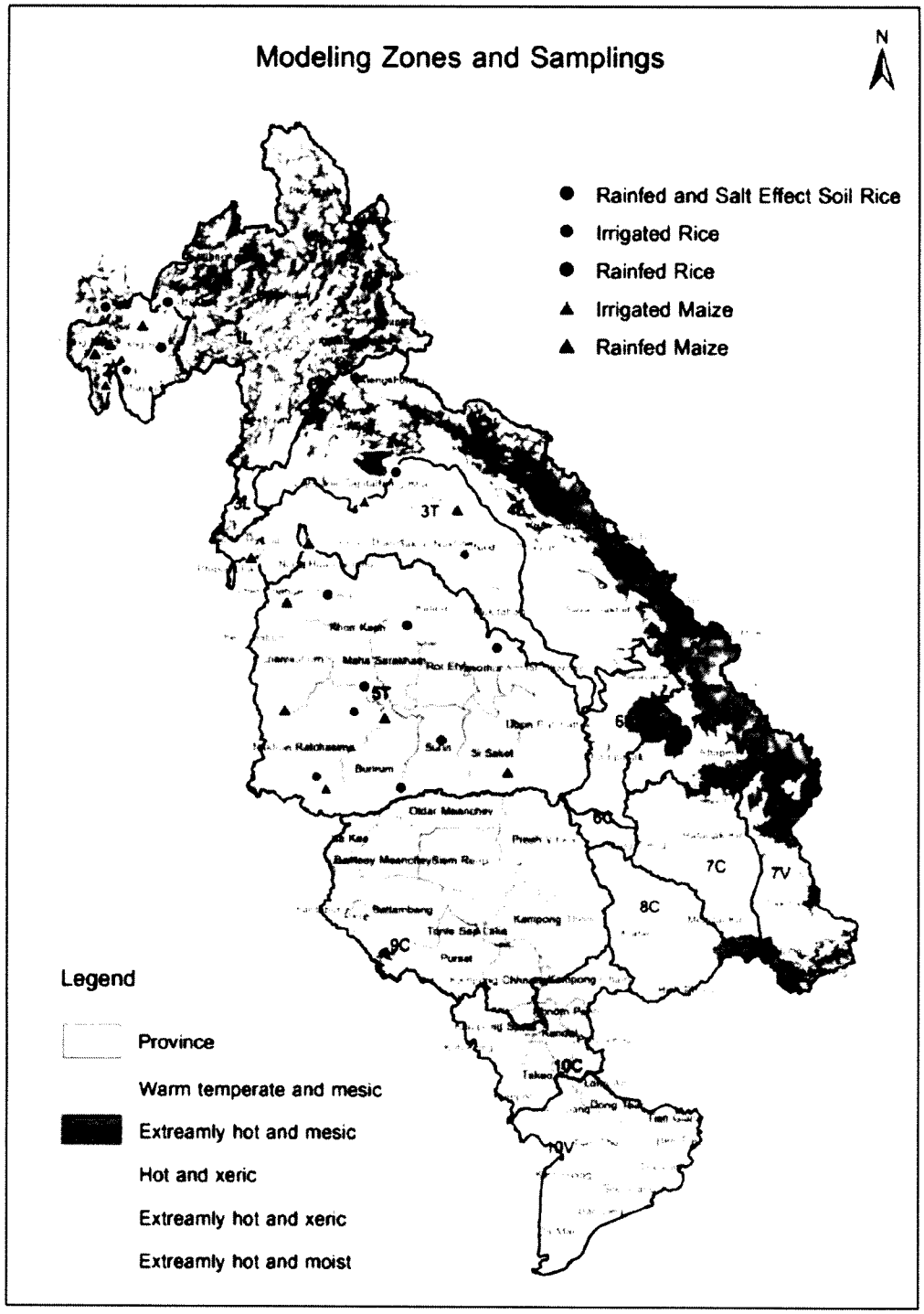
## 2. วิธีการศึกษา

### 2.1 เลือกจุดศึกษา

ทำการเลือกจุดศึกษา พื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจังหวัดเชียงรายของประเทศไทย ได้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

**ตารางที่ 1** จุดตัวอย่างพื้นที่ศึกษาข้าว 14 แห่ง และข้าวโพด 14 แห่ง

| Rice | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | Y | District | Province | UTM WGS 1984 | Zone_name | Sub area code | Areas |
| 838319 | 1617215 | Muang | Nakhon Ratchasima | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Irrigated |
| 889563 | 1704991 | Muang | Nakhon Ratchasima | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Irrigated |
| 1038710 | 1916064 | Muang Sakon Nakhon | Sakon Nakhon | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 3T | Irrigated |
| 581852 | 2160296 | Phan | Chiang Rai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 2T | Irrigated |
| 1007231 | 1666922 | Srikhoraphum | Surin | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Salt Effect Soil |
| 903584 | 1739263 | Nong Song Hong | Khon Kaen | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Salt Effect Soil |
| 960819 | 1820832 | Yang Talat | Kalasin | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Salt Effect Soil |
| 952854 | 1602916 | Bankruat | Buriram | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Rainfed |
| 1081947 | 1790900 | Thaicharoen | Yasothon | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 5T | Rainfed |
| 853774 | 1861927 | King Nong Na | Khon Kaen | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Rainfed |
| 945649 | 2025083 | King Rattana Wapi | Nong Khai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 3T | Rainfed |
| 628630 | 2190862 | Khun Tan | Chiangrai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 2T | Rainfed |
| 553935 | 2244187 | Mae Faluang | Chiangrai | Zone 47 | Hot and xeric | 2T | Rainfed |
| 637619 | 2251511 | Chiang Khong | Chiangrai | Zone 47 | Extreamly hot and mesic | 2T | Rainfed |
| **Maize** | | | | | | | |
| X | Y | District | Province | UTM WGS 1984 | Zone_name | Sub area code | Areas |
| 1096443 | 1624413 | Khunhan | Sisaket | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 5T | Rainfed |
| 930976 | 1696738 | Khu Muang | Buriram | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Rainfed |
| 795862 | 1706492 | Bamnetnarong | Chaiyaphum | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Rainfed |
| 798388 | 1851864 | Phu Pharnan | Khon Kaen | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 5T | Rainfed |
| 750424 | 1910694 | Dan Sai | Loei | Zone 47 | Hot and xeric | 3T | Rainfed |
| 828053 | 1930068 | Na Wang | Nong Bua Lamphu | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 5T | Rainfed |
| 1028379 | 1974909 | Seka | Nong Khai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 3T | Rainfed |
| 540601 | 2181995 | Mae Saluai | Chiangrai | Zone 47 | Extreamly hot and mesic | 2T | Rainfed |
| 560959 | 2194647 | Muang Chiang Mai | Chiangrai | Zone 47 | Hot and xeric | 2T | Rainfed |
| 603995 | 2220262 | King Wiang Chiang Rung | Chiangrai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 2T | Rainfed |
| 851922 | 1601441 | Khonburi | Nakhon Ratchasima | Zone 47 | Extreamly hot and xeric | 5T | Irrigated |
| 903252 | 1986364 | Muang Nong Khai | Nong Khai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 3T | Irrigated |
| 554765 | 2140847 | Wiang Papao | Chiangrai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 2T | Irrigated |
| 575937 | 2174621 | Phan | Chiangrai | Zone 47 | Extreamly hot and moist | 2T | Irrigated |




**ภาพที่ 1** จุดตัวอย่างพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง

**2.2 การดำเนินงานรวบรวมฐานข้อมูล**

2.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ รังสีดวงอาทิตย์รายวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ถึงปัจจุบัน และข้อมูลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปัจจุบันถึงปี พ.ศ. 2603 โดยการใช้แบบจำลอง SimCLIM ในการจำลองสภาพอากาศ ตามสภาพแบบจำลอง (Global Circulation/Climate Model หรือ GCM) ได้แก่ Wet, Dry Extreme Wet and Dry

2.2.2 ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลชุดดิน กลุ่มชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่เสี่ยงภัย ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรของพืชหลัก ข้อมูลทางเคมีและกายภาพของดิน ข้อมูลด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินที่มีปัญหา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งการปรับปรุงบำรุงดินและเกษตรอินทรีย์

**2.3 ดำเนินการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูล**

2.3.1 นำฐานข้อมูลมาประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcGIS เพื่อเป็นข้อมูลใส่ลงในแบบจำลอง AquaCrop

2.3.2 นำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ดำเนินการศึกษา ทำนายผลผลิตข้าว ข้าวโพด และมันสำปะหลัง ในปี ค.ศ. 2030 และ ปี ค.ศ. 2060 โดยใช้โปรแกรม AquaCrop ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามสภาพเงื่อนไขของการใช้พลังงานของโลกที่ต่างกัน (RCP2.6, RCP4.5, RCP6, RCP8.5) จำนวน 28 จุดการศึกษาของแต่ละพืช และทำแผนที่ผลผลิตข้าว และข้าวโพด จากการทำนาย ด้วยโปรแกรม ArcGIS

## 3. ผลการศึกษา

จากการดำเนินการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว และข้าวโพด โดยใช้โปรแกรม AquaCrop ทำนายผลผลิตในแต่ละสภาพภูมิอากาศพบว่า Wet Condition ปี ค.ศ. 2030 และ ค.ศ.2060 ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากปีฐานร้อยละ 23.07 และ 29.96 ตามลำดับ สภาพภูมิอากาศแบบ Dry Condition ปี ค.ศ.2030 และ ค.ศ.2060 ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากปีฐานร้อยละ 24.19 และ 34.57 ตามลำดับ ส่วนสภาพภูมิอากาศแบบ Extreme Wet and Dry Condition ปี ค.ศ. 2030 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.34 แต่ในปี ค.ศ.2060 ลดลงร้อยละ 3.53 จากปีฐาน ผลผลิตข้าวของจังหวัดหนองคายและเชียงรายอาจจะลดลง ทั้งในปี ค.ศ.2030 และ ค.ศ.2060 ต่างจากจังหวัดขอนแก่น ยโสธร และบุรีรัมย์ที่ผลผลิตข้าวลดลงแค่ในปี ค.ศ.2060 ในส่วนของผลผลิตข้าวโพดมีทิศทางการเพิ่มขึ้นคล้ายกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว คือ ในสภาพภูมิอากาศแบบ Wet Condition ปี ค.ศ. 2030 และปี ค.ศ.2060 เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.99 และ 8.32 ตามลำดับจากปีฐาน และสภาพภูมิอากาศแบบ Dry Condition ปี ค.ศ.2030 และปี ค.ศ.2060 เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.65 และ 8.93 ตามลำดับจากปีฐาน แต่ในสภาพภูมิอากาศแบบ Extreme Wet and Dry Condition ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นทั้งในปี ค.ศ.2030 และ ค.ศ.2060 จากปีฐาน คือ ร้อยละ 9.82 และ 9.61 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2, 3 และ 4

**ตารางที่ 2** ปริมาณผลผลิตข้าวและข้าวโพดจากการจำลอง AquaCrop ในสภาพภูมิอากาศแบบ Wet Condition

| Plant | X | Y | Province | District | Areas | Wet (ton/ha) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | BL | | | | 2030 | | | | 2060 | | | |
| | | | | | | RCP_2.6 | RCP_4.5 | RCP_6.0 | RCP_8.5 | RCP_2.6 | RCP_4.5 | RCP_6.0 | RCP_8.5 | RCP_2.6 | RCP_4.5 | RCP_6.0 | RCP_8.5 |
| Rice | 838319 | 1617215 | Nakhon Ratchasima | Muang | Irrigated | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.404 | 2.419 | 2.397 | 2.463 | 2.439 | 2.628 | 2.632 | 2.827 |
| | 889563 | 1704991 | Nakhon Ratchasima | Muang | Irrigated | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.404 | 2.419 | 2.397 | 2.463 | 2.439 | 2.628 | 2.632 | 2.827 |
| | 1038710 | 1916064 | Sakon Nakhon | Muang Sakon Nakhon | Irrigated | 1.969 | 1.969 | 1.969 | 1.969 | 2.407 | 2.422 | 2.399 | 2.466 | 2.442 | 2.631 | 2.636 | 2.831 |
| | 581852 | 2160296 | Chiang Rai | Phan | Irrigated | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 2.402 | 2.417 | 2.394 | 2.458 | 2.434 | 2.623 | 2.627 | 2.822 |
| | 1007231 | 1666922 | Surin | Srikhoraphum | Salt Effect Soil | 1.769 | 1.769 | 1.769 | 1.769 | 2.135 | 2.148 | 2.128 | 2.189 | 2.102 | 2.266 | 2.270 | 2.442 |
| | 903584 | 1739263 | Khon Kaen | Nong Song Hong | Salt Effect Soil | 1.731 | 1.731 | 1.731 | 1.731 | 2.164 | 2.178 | 2.157 | 2.218 | 2.098 | 2.262 | 2.266 | 2.438 |
| | 960819 | 1820832 | Kalasin | Yang Talat | Salt Effect Soil | 1.794 | 1.794 | 1.794 | 1.794 | 2.254 | 2.268 | 2.247 | 2.312 | 2.159 | 2.329 | 2.332 | 2.509 |
| | 952854 | 1602916 | Buriram | Bankruat | Rainfed | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.404 | 2.419 | 2.396 | 2.463 | 2.438 | 2.627 | 2.631 | 2.827 |
| | 1081947 | 1790900 | Yasothon | Thaicharoen | Rainfed | 1.816 | 1.816 | 1.816 | 1.816 | 2.385 | 2.401 | 2.377 | 2.447 | 2.327 | 2.527 | 2.531 | 2.746 |
| | 853774 | 1861927 | Khon Kaen | King Nong Na | Rainfed | 1.983 | 1.983 | 1.983 | 1.983 | 2.431 | 2.446 | 2.423 | 2.491 | 2.403 | 2.604 | 2.609 | 2.822 |
| | 945649 | 2025083 | Nong Khai | King Rattana Wapi | Rainfed | 1.672 | 1.672 | 1.672 | 1.672 | 1.984 | 1.998 | 1.977 | 2.039 | 1.786 | 1.948 | 1.952 | 2.128 |
| | 628630 | 2190862 | Chiangrai | Khun Tan | Rainfed | 1.937 | 1.937 | 1.937 | 1.937 | 2.304 | 2.319 | 2.296 | 2.367 | 2.202 | 2.399 | 2.404 | 2.622 |
| | 553935 | 2244187 | Chiangrai | Mae Faluang | Rainfed | 1.930 | 1.930 | 1.930 | 1.930 | 2.287 | 2.302 | 2.297 | 2.350 | 2.183 | 2.379 | 2.383 | 2.601 |
| | 637619 | 2251511 | Chiangrai | Chiang Khong | Rainfed | 1.935 | 1.935 | 1.935 | 1.935 | 2.298 | 2.313 | 2.290 | 2.361 | 2.196 | 2.392 | 2.397 | 2.615 |
| | **Average** | | | | | | **1.886** | | | | **2.321** | | | | **2.451** | | |
| | **Increase (%)** | | | | | | | | | | **23.069** | | | | **29.957** | | |
| Maize | 1096443 | 1624413 | Sisaket | Khunhan | Rainfed | 2.122 | 2.122 | 2.122 | 2.122 | 2.524 | 2.526 | 2.523 | 2.535 | 2.429 | 2.448 | 2.449 | 2.451 |
| | 930976 | 1696738 | Buriram | Khu Muang | Rainfed | 5.825 | 5.825 | 5.825 | 5.825 | 6.113 | 6.122 | 6.109 | 6.150 | 6.134 | 6.225 | 6.226 | 6.294 |
| | 795862 | 1706492 | Chaiyaphum | Bamnetnarong | Rainfed | 2.122 | 2.122 | 2.122 | 2.122 | 1.952 | 1.954 | 1.952 | 1.959 | 1.849 | 1.861 | 1.861 | 1.862 |
| | 798388 | 1851864 | Khon Kaen | Phu Phaman | Rainfed | 0.672 | 0.672 | 0.672 | 0.672 | 0.782 | 0.783 | 0.781 | 0.786 | 0.697 | 0.706 | 0.706 | 0.713 |
| | 750424 | 1910694 | Loei | Dan Sai | Rainfed | 5.863 | 5.863 | 5.863 | 5.863 | 6.179 | 6.188 | 6.175 | 6.216 | 6.199 | 6.290 | 6.292 | 6.359 |
| | 828053 | 1930068 | Nong Bua Lamphu | Na Wang | Rainfed | 5.862 | 5.862 | 5.862 | 5.862 | 6.176 | 6.185 | 6.172 | 6.212 | 6.197 | 6.289 | 6.290 | 6.357 |
| | 1028379 | 1974909 | Nong Khai | Seka | Rainfed | 0.915 | 0.915 | 0.915 | 0.915 | 0.991 | 0.993 | 0.991 | 0.997 | 1.023 | 1.034 | 1.034 | 1.042 |
| | 540601 | 2181995 | Chiangrai | Mae Saluai | Rainfed | 1.927 | 1.927 | 1.927 | 1.927 | 2.307 | 2.309 | 2.306 | 2.314 | 2.384 | 2.408 | 2.408 | 2.412 |
| | 560959 | 2194647 | Chiangrai | Muang Chiang Mai | Rainfed | 2.069 | 2.069 | 2.069 | 2.069 | 2.455 | 2.458 | 2.454 | 2.465 | 2.554 | 2.578 | 2.578 | 2.581 |
| | 603995 | 2220262 | Chiangrai | King Wiang Chiang Rung | Rainfed | 5.865 | 5.865 | 5.865 | 5.865 | 6.181 | 6.190 | 6.177 | 6.218 | 6.203 | 6.295 | 6.296 | 6.364 |
| | 851922 | 1601441 | Nakhon Ratchasima | Khonburi | Irrigated | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 6.179 | 6.187 | 6.175 | 6.215 | 6.203 | 6.295 | 6.296 | 6.364 |
| | 903252 | 1986364 | Nong Khai | Muang Nong Khai | Irrigated | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 6.183 | 6.192 | 6.179 | 6.219 | 6.206 | 6.297 | 6.299 | 6.366 |
| | 554765 | 2140847 | Chiangrai | Wiang Papao | Irrigated | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 1.052 | 1.054 | 1.051 | 1.058 | 1.062 | 1.077 | 1.077 | 1.087 |
| | 575937 | 2174621 | Chiangrai | Phan | Irrigated | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 1.051 | 1.053 | 1.050 | 1.057 | 1.061 | 1.076 | 1.076 | 1.086 |
| | **Average** | | | | | | **3.352** | | | | **3.586** | | | | **3.630** | | |
| | **Increase (%)** | | | | | | | | | | **6.994** | | | | **8.321** | | |

ที่มา : (Yuthasart, 2016)

**ตารางที่ 3** ปริมาณผลผลิตข้าวและข้าวโพดจากการจำลอง AquaCrop ในสภาพภูมิอากาศแบบ Dry Condition

| Plant | X | Y | Province | District | Areas | Dry (ton/ha) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | BL | | | | 2030 | | | | 2060 | | | |
| | | | | | | RCP_2.6 | RCP_4.5 | RCP_6.0 | RCP_8.5 | RCP_2.6 | RCP_4.5 | RCP_6.0 | RCP_8.5 | RCP_2.6 | RCP_4.5 | RCP_6.0 | RCP_8.5 |
| Rice | 838319 | 1617215 | Nakhon Ratchasima | Muang | Irrigated | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.406 | 2.421 | 2.399 | 2.463 | 2.437 | 2.625 | 2.630 | 2.824 |
| | 889563 | 1704991 | Nakhon Ratchasima | Muang | Irrigated | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.406 | 2.421 | 2.398 | 2.463 | 2.437 | 2.625 | 2.630 | 2.824 |
| | 1038710 | 1916064 | Sakon Nakhon | Muang Sakon Nakhon | Irrigated | 1.978 | 1.978 | 1.978 | 1.978 | 2.418 | 2.433 | 2.411 | 2.477 | 2.451 | 2.640 | 2.645 | 2.840 |
| | 581852 | 2160296 | Chiang Rai | Phan | Irrigated | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 2.402 | 2.417 | 2.395 | 2.459 | 2.435 | 2.624 | 2.628 | 2.823 |
| | 1007231 | 1666922 | Surin | Srikhoraphum | Salt Effect Soil | 1.769 | 1.769 | 1.769 | 1.769 | 2.194 | 2.207 | 2.187 | 2.250 | 2.215 | 2.389 | 2.393 | 2.572 |
| | 903584 | 1739263 | Khon Kaen | Nong Song Hong | Salt Effect Soil | 1.731 | 1.731 | 1.731 | 1.731 | 2.209 | 2.223 | 2.202 | 2.265 | 2.159 | 2.327 | 2.330 | 2.503 |
| | 960819 | 1820832 | Kalasin | Yang Talat | Salt Effect Soil | 1.960 | 1.960 | 1.960 | 1.960 | 2.400 | 2.415 | 2.393 | 2.459 | 2.436 | 2.625 | 2.629 | 2.824 |
| | 952854 | 1602916 | Burirum | Bankruat | Rainfed | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.403 | 2.418 | 2.396 | 2.462 | 2.412 | 2.603 | 2.607 | 2.806 |
| | 1081947 | 1790900 | Yasothon | Thaicharoen | Rainfed | 1.984 | 1.984 | 1.984 | 1.984 | 2.452 | 2.467 | 2.444 | 2.512 | 2.486 | 2.679 | 2.683 | 2.878 |
| | 853774 | 1861927 | Khon Kaen | King Nong Na | Rainfed | 1.983 | 1.983 | 1.983 | 1.983 | 2.411 | 2.426 | 2.404 | 2.470 | 2.443 | 2.631 | 2.636 | 2.830 |
| | 945649 | 2025083 | Nong Khai | King Rattana Wapi | Rainfed | 1.665 | 1.665 | 1.665 | 1.665 | 2.189 | 2.204 | 2.181 | 2.248 | 2.222 | 2.418 | 2.423 | 2.637 |
| | 628630 | 2190862 | Chiangrai | Khun Tan | Rainfed | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.404 | 2.418 | 2.396 | 2.460 | 2.436 | 2.625 | 2.629 | 2.824 |
| | 553935 | 2244187 | Chiangrai | Mae Faluang | Rainfed | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 2.404 | 2.418 | 2.396 | 2.460 | 2.436 | 2.625 | 2.629 | 2.824 |
| | 637619 | 2251511 | Chiangrai | Chiang Khong | Rainfed | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.404 | 2.418 | 2.396 | 2.460 | 2.436 | 2.625 | 2.629 | 2.824 |
| | | | **Average** | | | | **1.917** | | | | **2.381** | | | | **2.580** | | |
| | | | **Increase (%)** | | | | | | | | **24.189** | | | | **34.568** | | |
| Maize | 1096443 | 1624413 | Sisaket | Khunhan | Rainfed | 2.102 | 2.102 | 2.102 | 2.102 | 2.277 | 2.279 | 2.276 | 2.285 | 2.031 | 2.051 | 2.051 | 2.043 |
| | 930976 | 1696738 | Burirum | Khu Muang | Rainfed | 5.825 | 5.825 | 5.825 | 5.825 | 6.112 | 6.121 | 6.108 | 6.149 | 6.134 | 6.225 | 6.226 | 6.294 |
| | 795862 | 1706492 | Chaiyaphum | Bamnetnarong | Rainfed | 1.550 | 1.550 | 1.550 | 1.550 | 1.998 | 1.999 | 1.997 | 2.004 | 1.852 | 1.859 | 1.859 | 1.849 |
| | 798388 | 1851864 | Khon Kaen | Phu Phaman | Rainfed | 0.605 | 0.605 | 0.605 | 0.605 | 0.640 | 0.641 | 0.639 | 0.643 | 0.601 | 0.610 | 0.610 | 0.616 |
| | 750424 | 1910694 | Loei | Dan Sai | Rainfed | 5.863 | 5.863 | 5.863 | 5.863 | 6.179 | 6.188 | 6.175 | 6.216 | 6.199 | 6.290 | 6.292 | 6.359 |
| | 828053 | 1930068 | Nong Bua Lamphu | Na Wang | Rainfed | 5.862 | 5.862 | 5.862 | 5.862 | 6.176 | 6.185 | 6.172 | 6.213 | 6.197 | 6.288 | 6.290 | 6.357 |
| | 1028379 | 1974909 | Nong Khai | Seka | Rainfed | 0.933 | 0.933 | 0.933 | 0.933 | 1.100 | 1.101 | 1.099 | 1.106 | 1.090 | 1.105 | 1.105 | 1.115 |
| | 540601 | 2181995 | Chiangrai | Mae Saluai | Rainfed | 1.612 | 1.612 | 1.612 | 1.612 | 1.754 | 1.756 | 1.753 | 1.764 | 1.774 | 1.799 | 1.799 | 1.816 |
| | 560959 | 2194647 | Chiangrai | Muang Chiang Mai | Rainfed | 2.057 | 2.057 | 2.057 | 2.057 | 2.439 | 2.442 | 2.438 | 2.449 | 2.550 | 2.572 | 2.572 | 2.577 |
| | 603995 | 2220262 | Chiangrai | King Wiang Chiang Rung | Rainfed | 2.069 | 2.069 | 2.069 | 2.069 | 2.456 | 2.458 | 2.454 | 2.466 | 2.558 | 2.581 | 2.581 | 2.587 |
| | 851922 | 1601441 | Nakhon Ratchasima | Khonburi | Irrigated | 5.865 | 5.865 | 5.865 | 5.865 | 6.181 | 6.189 | 6.176 | 6.217 | 6.199 | 6.291 | 6.292 | 6.360 |
| | 903252 | 1986364 | Nong Khai | Muang Nong Khai | Irrigated | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 6.179 | 6.188 | 6.175 | 6.216 | 6.203 | 6.295 | 6.297 | 6.364 |
| | 554765 | 2140847 | Chiangrai | Wiang Papao | Irrigated | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.235 | 2.238 | 2.233 | 2.248 | 2.090 | 2.125 | 2.125 | 2.145 |
| | 575937 | 2174621 | Chiangrai | Phan | Irrigated | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.234 | 2.237 | 2.232 | 2.247 | 2.088 | 2.125 | 2.123 | 2.143 |
| | | | **Average** | | | | **3.158** | | | | **3.431** | | | | **3.440** | | |
| | | | **Increase (%)** | | | | | | | | **8.650** | | | | **8.929** | | |

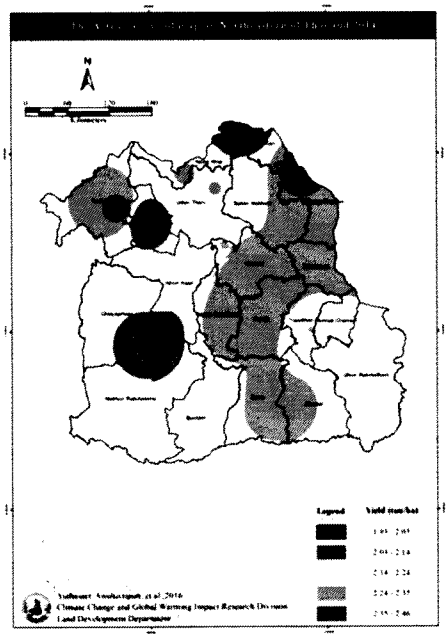
ที่มา : (Yuthasart, 2016)

**ตารางที่ 4** ปริมาณผลผลิตข้าวและข้าวโพดจากการจำลอง AquaCrop ในสภาพภูมิอากาศแบบextreme Wet and Dry Condition

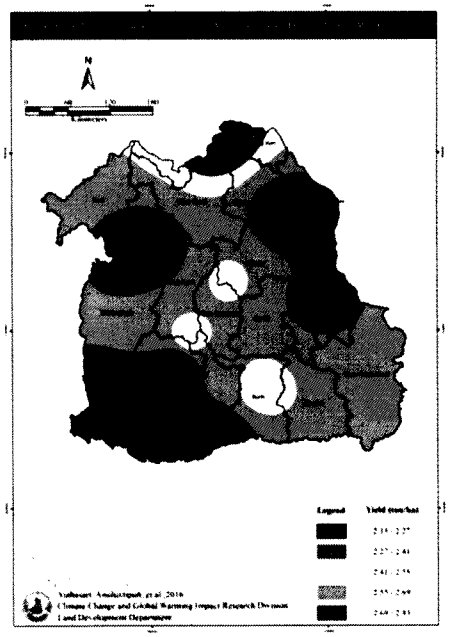
| Plant | X | Y | Province | District | Areas | Extream wet/dry (ton/ha) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | BL | | | | 2030 | | | | 2060 | | | |
| | | | | | | RCP 2.6 | RCP 4.5 | RCP 6.0 | RCP 8.5 | RCP 2.6 | RCP 4.5 | RCP 6.0 | RCP 8.5 | RCP 2.6 | RCP 4.5 | RCP 6.0 | RCP 8.5 |
| Rice | 838319 | 1617215 | Nakhon Ratchasima | Muang | Irrigated | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 2.405 | 2.419 | 2.397 | 2.463 | 2.444 | 2.633 | 2.637 | 2.832 |
| | 889563 | 1704991 | Nakhon Ratchasima | Muang | Irrigated | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 1.966 | 2.405 | 2.419 | 2.397 | 2.463 | 2.444 | 2.633 | 2.637 | 2.832 |
| | 1038710 | 1916064 | Sakon Nakhon | Muang Sakon Nakhon | Irrigated | 1.978 | 1.978 | 1.978 | 1.978 | 2.421 | 2.436 | 2.414 | 2.481 | 2.421 | 2.436 | 2.414 | 2.481 |
| | 581852 | 2160296 | Chiang Rai | Phan | Irrigated | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.408 | 2.423 | 2.400 | 2.464 | 2.450 | 2.640 | 2.644 | 2.840 |
| | 1007231 | 1666922 | Surin | Srikhoraphum | Salt Effect Soil | 1.631 | 1.631 | 1.631 | 1.631 | 1.958 | 1.970 | 1.952 | 2.007 | 1.915 | 2.067 | 2.070 | 2.228 |
| | 903584 | 1739263 | Khon Kaen | Nong Song Hong | Salt Effect Soil | 1.654 | 1.654 | 1.654 | 1.654 | 1.999 | 2.012 | 1.993 | 2.048 | 1.957 | 2.111 | 2.115 | 2.276 |
| | 960819 | 1820832 | Kalasin | Yang Talat | Salt Effect Soil | 1.660 | 1.660 | 1.660 | 1.660 | 2.004 | 2.017 | 1.998 | 2.057 | 1.963 | 2.119 | 2.123 | 2.286 |
| | 952854 | 1602916 | Burirum | Bankruat | Rainfed | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 1.967 | 2.198 | 2.213 | 2.190 | 2.257 | 1.567 | 1.704 | 1.707 | 1.925 |
| | 1081947 | 1790900 | Yasothon | Thaicharoen | Rainfed | 1.984 | 1.984 | 1.984 | 1.984 | 2.126 | 2.141 | 2.119 | 2.184 | 1.606 | 1.746 | 1.750 | 1.969 |
| | 853774 | 1861927 | Khon Kaen | King Nong Na | Rainfed | 1.972 | 1.972 | 1.972 | 1.972 | 2.192 | 2.207 | 2.184 | 2.250 | 1.164 | 1.272 | 1.274 | 1.455 |
| | 945649 | 2025083 | Nong Khai | King Rattana Wapi | Rainfed | 1.665 | 1.665 | 1.665 | 1.665 | 1.185 | 1.193 | 1.181 | 1.217 | 0.937 | 1.028 | 1.030 | 1.128 |
| | 628630 | 2190862 | Chiangrai | Khun Tan | Rainfed | 1.902 | 1.902 | 1.902 | 1.902 | 1.256 | 1.265 | 1.252 | 1.294 | 0.777 | 0.899 | 0.901 | 1.039 |
| | 553935 | 2244187 | Chiangrai | Mae Faluang | Rainfed | 1.902 | 1.902 | 1.902 | 1.902 | 1.234 | 1.243 | 1.229 | 1.270 | 0.777 | 0.899 | 0.901 | 1.039 |
| | 637619 | 2251511 | Chiangrai | Chiang Khong | Rainfed | 1.898 | 1.898 | 1.898 | 1.898 | 1.256 | 1.265 | 1.252 | 1.294 | 0.777 | 0.899 | 0.901 | 1.039 |
| | | | **Average** | | | | **1.865** | | | | **1.946** | | | | **1.799** | | |
| | | | **Increase (%)** | | | | | | | | **4.336** | | | | **-3.533** | | |
| Maize | 1096443 | 1624413 | Sisaket | Khunhan | Rainfed | 2.102 | 2.102 | 2.102 | 2.102 | 2.488 | 2.489 | 2.487 | 2.492 | 2.302 | 2.308 | 2.308 | 2.302 |
| | 930976 | 1696738 | Burirum | Khu Muang | Rainfed | 2.102 | 2.102 | 2.102 | 2.102 | 2.488 | 2.489 | 2.488 | 2.492 | 2.304 | 2.311 | 2.310 | 2.304 |
| | 795862 | 1706492 | Chaiyaphum | Bamnetnarong | Rainfed | 1.550 | 1.550 | 1.550 | 1.550 | 2.488 | 2.489 | 1.936 | 1.941 | 2.304 | 2.311 | 2.310 | 2.304 |
| | 798388 | 1851864 | Khon Kaen | Phu Phaman | Rainfed | 0.605 | 0.605 | 0.605 | 0.605 | 0.643 | 0.643 | 0.641 | 0.646 | 0.622 | 0.630 | 0.630 | 0.636 |
| | 750424 | 1910694 | Loei | Dan Sai | Rainfed | 5.863 | 5.863 | 5.863 | 5.863 | 6.181 | 6.189 | 6.176 | 6.217 | 6.203 | 6.295 | 6.296 | 6.363 |
| | 828053 | 1930068 | Nong Bua Lamphu | Na Wang | Rainfed | 5.862 | 5.862 | 5.862 | 5.862 | 6.179 | 6.187 | 6.174 | 6.215 | 6.202 | 6.293 | 6.295 | 6.362 |
| | 1028379 | 1974909 | Nong Khai | Seka | Rainfed | 0.915 | 0.915 | 0.915 | 0.915 | 0.977 | 0.978 | 0.976 | 0.982 | 0.994 | 1.006 | 1.006 | 1.014 |
| | 540601 | 2181995 | Chiangrai | Mae Saluai | Rainfed | 1.927 | 1.927 | 1.927 | 1.927 | 2.093 | 2.095 | 2.092 | 2.101 | 2.037 | 2.052 | 2.052 | 2.052 |
| | 560959 | 2194647 | Chiangrai | Muang Chiang Mai | Rainfed | 1.941 | 1.941 | 1.941 | 1.941 | 2.108 | 2.110 | 2.107 | 2.115 | 2.061 | 2.078 | 2.078 | 2.078 |
| | 603995 | 2220262 | Chiangrai | King Wiang Chiang Rung | Rainfed | 1.903 | 1.903 | 1.903 | 1.903 | 2.066 | 2.068 | 2.066 | 2.074 | 2.014 | 2.029 | 2.029 | 2.026 |
| | 851922 | 1601441 | Nakhon Ratchasima | Khonburi | Irrigated | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 5.866 | 6.179 | 6.188 | 6.175 | 6.216 | 6.203 | 6.295 | 6.296 | 6.363 |
| | 903252 | 1986364 | Nong Khai | Muang Nong Khai | Irrigated | 0.650 | 0.650 | 0.650 | 0.650 | 0.746 | 0.747 | 0.745 | 0.750 | 0.712 | 0.722 | 0.722 | 0.729 |
| | 554765 | 2140847 | Chiangrai | Wiang Papao | Irrigated | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 1.046 | 1.047 | 1.045 | 1.052 | 1.057 | 1.072 | 1.072 | 1.082 |
| | 575937 | 2174621 | Chiangrai | Phan | Irrigated | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 1.045 | 1.047 | 1.044 | 1.051 | 1.056 | 1.070 | 1.070 | 1.080 |
| | | | **Average** | | | | **2.374** | | | | **2.607** | | | | **2.602** | | |
| | | | **Increase (%)** | | | | | | | | **9.819** | | | | **9.611** | | |

ที่มา : (Yuthasart, 2016)

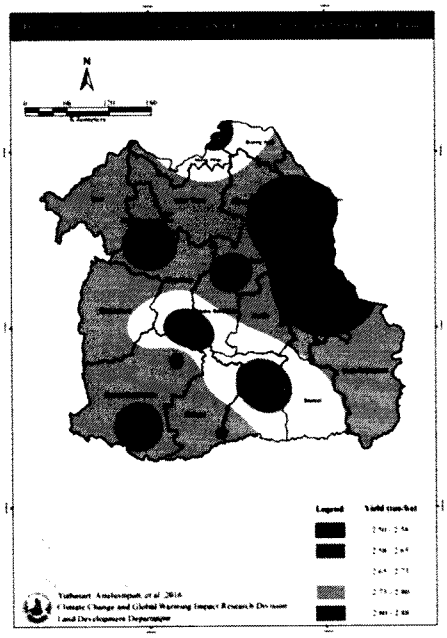
ผลจากการทำนายผลผลิตข้าวและข้าวโพดจากการจำลอง AquaCrop สามารถนำมาประมวลผลในโปรแกรม ArcGIS สร้างแผนที่ปริมาณผลผลิตข้าวและข้าวโพดในปี ค.ศ.2014 ซึ่งเป็นข้อมูลจากสำนักงานสถิติเพื่อการเกษตร และปี ค.ศ.2060 จากการจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามสภาพเงื่อนไขของการใช้พลังงานของโลกที่ RCP 8.5 โดยพื้นที่ที่มีสีแดงเป็นพื้นที่ที่มีผลผลิตน้อยที่สุด และพื้นที่สีเขียวเข้มเป็นพื้นที่ที่มีผลผลิตมากที่สุด ดังภาพที่ 2, 3, 4, และ 5



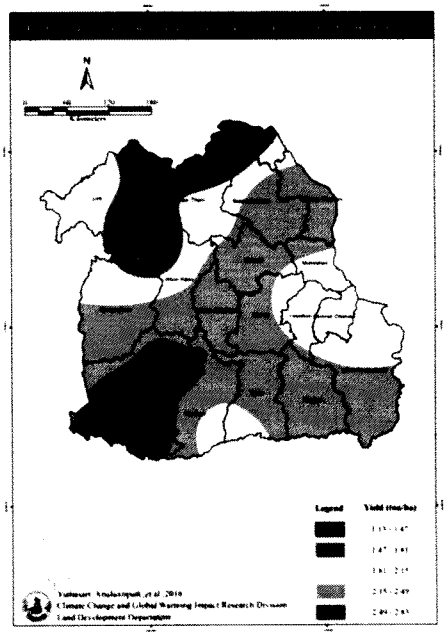
(ก) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2014



(ข) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2060 (Wet)

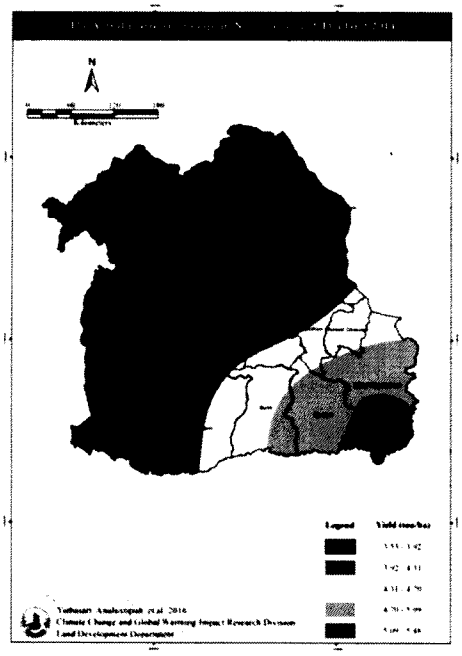


(ค) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2060 (Dry)

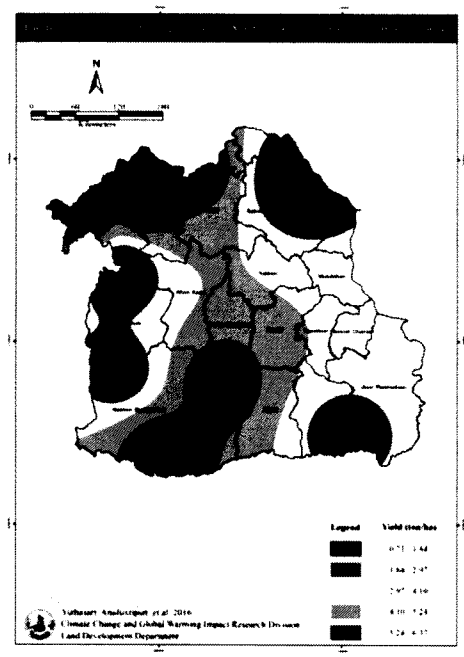


(ง) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2060 (Extreme)

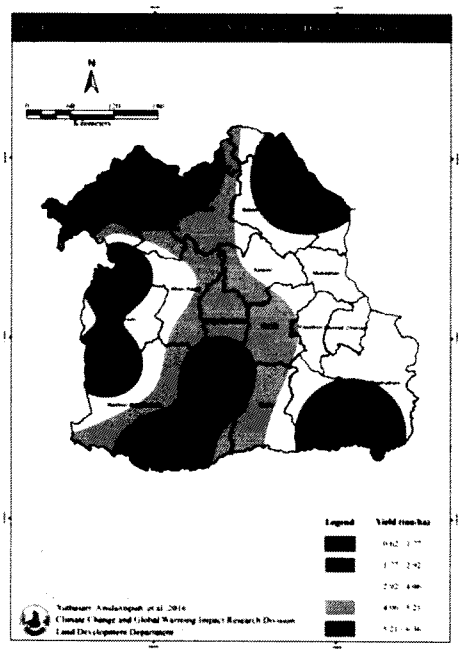
**ภาพที่ 2** ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2014 และที่คาดการณ์ในปี ค.ศ.2060 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Yuthasart Anuluxtipun, 2016)



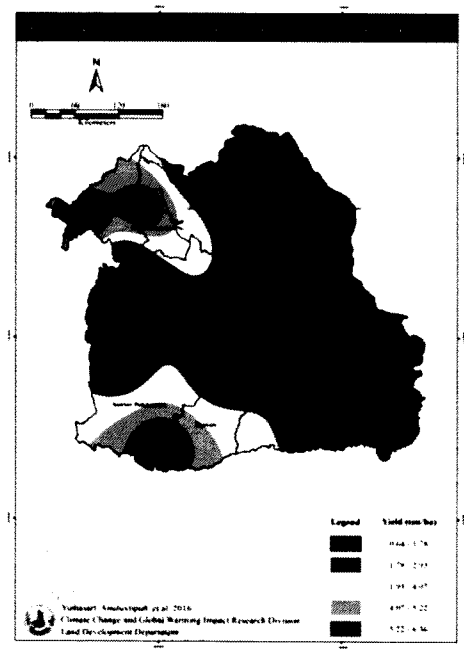
(ก) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2014



(ข) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2060 (Wet)

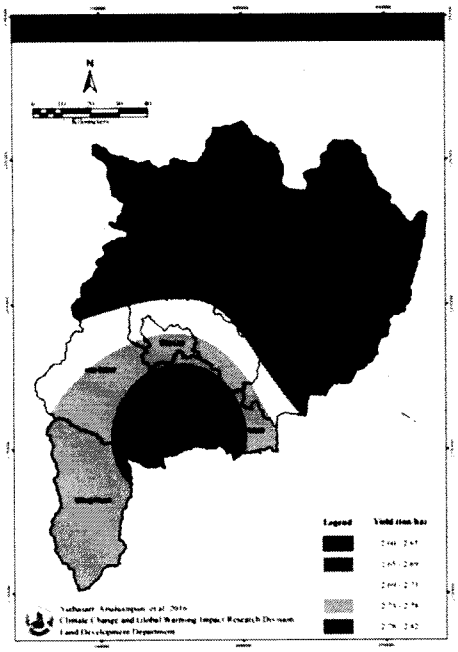


(ค) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2060 (Dry)

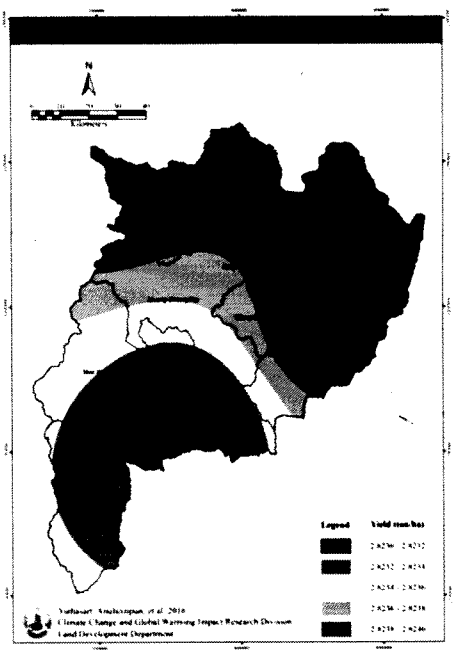


(ง) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2060 (Extreme)

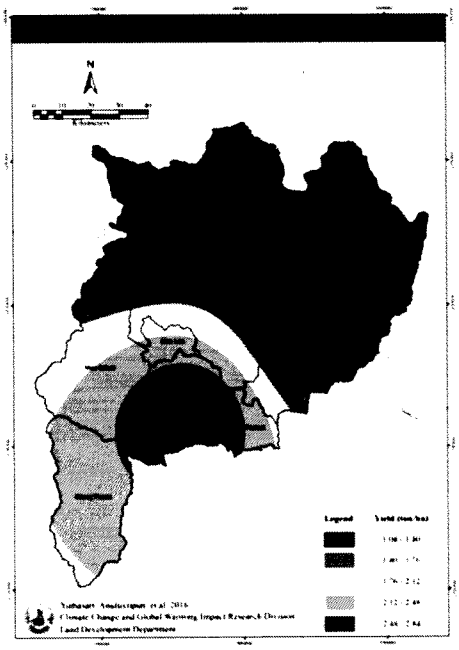
**ภาพที่ 3** ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2014 และที่คาดการณ์ในปี ค.ศ.2060 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Yuthasart Anuluxtipun, 2016)



(ก) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2060 (Wet)

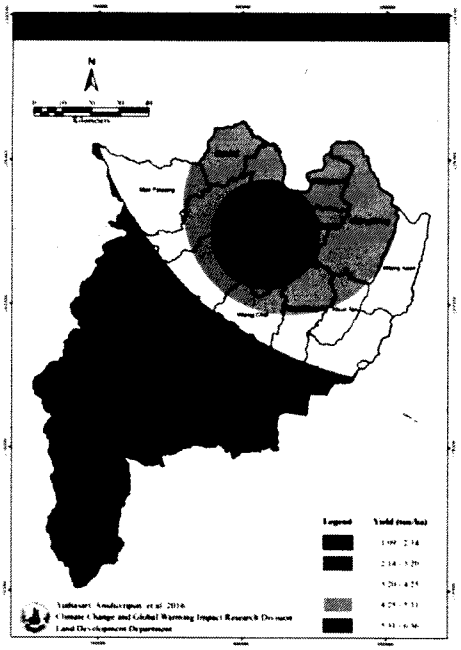


(ข) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2060 (Dry)

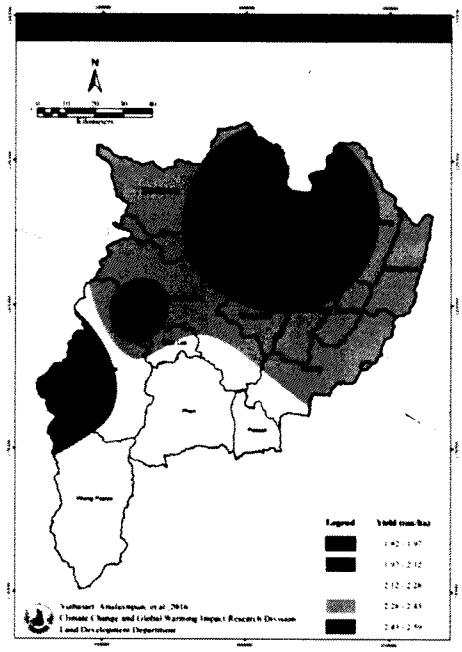


(ค) ผลผลิตข้าวปี ค.ศ.2060 (Extreme)

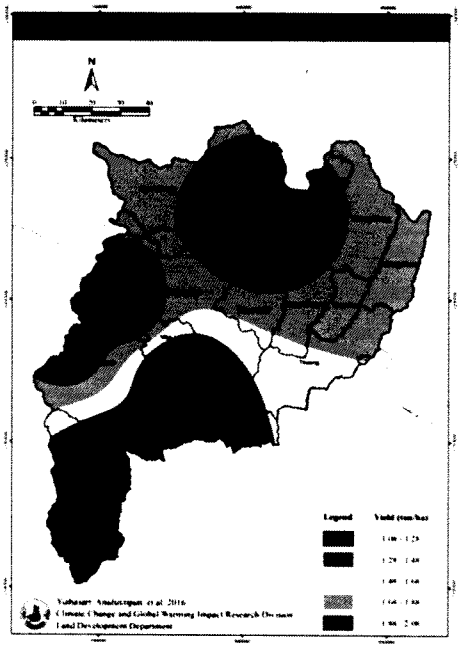
**ภาพที่ 4** ผลผลิตข้าวที่คาดการณ์ในปี ค.ศ.2060 ของจังหวัดเชียงราย (Yuthasart Anuluxtipun, 2016)



(ก) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2060 (Wet)



(ข) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2060 (Dry)

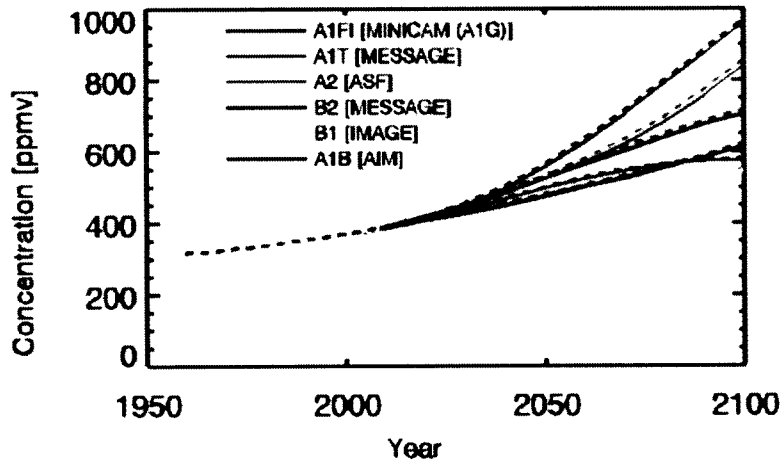


(ค) ผลผลิตข้าวโพดปี ค.ศ.2060 (Extreme)

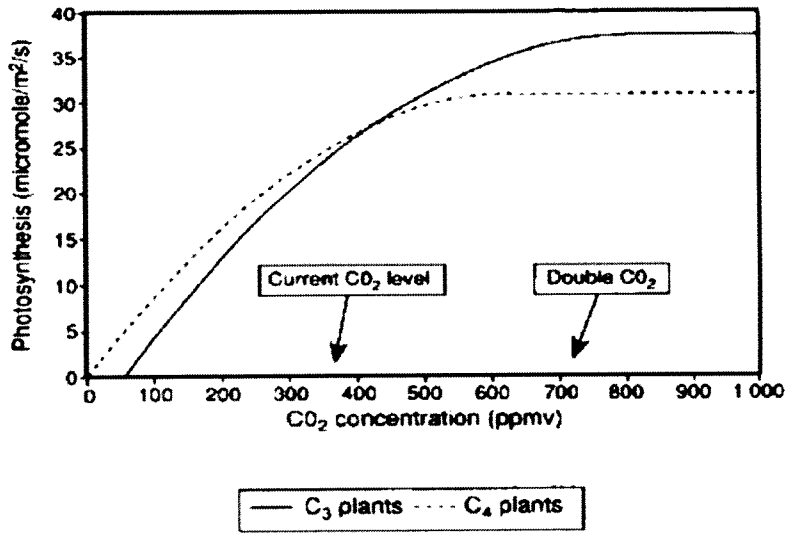
**ภาพที่ 5** ผลผลิตข้าวโพดที่คาดการณ์ในปี ค.ศ.2060 ของจังหวัดเชียงราย (Yuthasart Anuluxtipun, 2016)

## 4. สรุปและอภิปรายผล

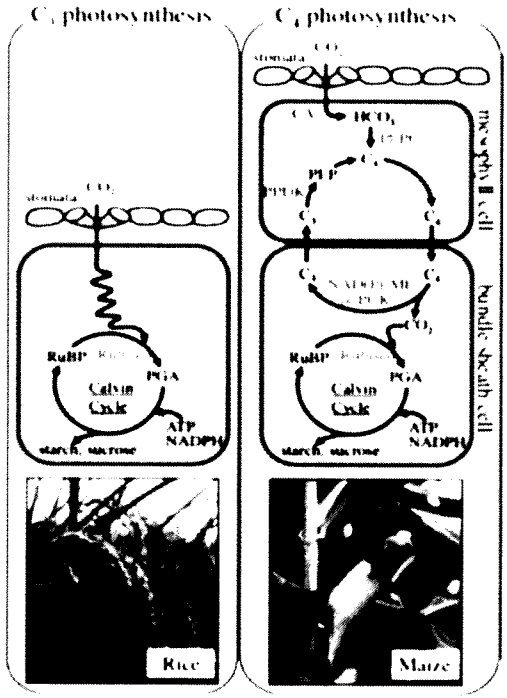
ผลผลิตข้าวและข้าวโพด ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อาจมีการเพิ่มขึ้นมากกว่าลดลง ถ้าไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากภัยแล้ง น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ผลผลิตที่ได้จากการจำลองจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ดังแสดงในภาพที่ 6 และการสังเคราะห์แสงของพืชตระกูลข้าว (C3) ดีกว่าพืชตระกูลข้าวโพด (C4) โดยพืช C3 จะสังเคราะห์แสงได้ดีในช่วงที่อากาศของโลกมีระดับความเข้มข้นในช่วง 400 ppmV $CO_2$ อย่างไรก็ตาม ในทางกลับกันเมื่อระดับ $CO_2$ เพิ่มเกินกว่า 400 ppmV พืช C4 จะสังเคราะห์แสงได้ดีกว่า C3 เพราะใน Calvin Cycle พืช C4 จะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเมื่อ $CO_2$ เพิ่มเกินกว่า 400 ppmV ในอากาศ (Ghannoum *et al.*, 2011) ดังภาพที่ 7 และ 8




**ภาพที่ 6** กราฟการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศตามที่สถานการณ์การปล่อยมลพิษที่แตกต่างกัน (IPCC, 2014)




**ภาพที่ 7** การตอบสนองต่อการสังเคราะห์แสงของพืชในพืช C3 และ C4 (Ghannoum *et al.*, 2011)




**ภาพที่ 8** เปรียบเทียบการสังเคราะห์แสงของพืช C3 และ C4 (Ghannoum *et al.*, 2011)

## เอกสารอ้างอิง

เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร, วินัย ศรวัต. สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัสชัย คงทน และสมปอง นิลพันธ์. (2552). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ "โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย".* กรุงเทพมหานคร: เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิเชียร เกิดสุข, สหัสไชย คงทน และอรรถชัย จินตะเวช. (2547). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2.

Buddhaboon, C., Kongton, S. and Jintrawet, A. (2005). *Climate scenario verification and impact on rain-fed rice production.* The study of future climate changes impact on water resource and rain-fed agriculture production. In Proceedings of the APN CAPaBLE CB-01 Synthesis Workshop, Vientiane, Lao PDR, 29 - 30 July 2004. SEA START RC Technical Report No.13.

Chinvanno S, S. Souvannalath, B. Lersupavithnapa, V. Kerdsuk, and TTH Nguyen. (2008). Strategies for managing climate risks in the Lower Mekong River Basin: a placebased approach. In: Leary N, Adejuwon J, Barros V, Burton I, Kulkarni J, Lasco R (eds.) *Climate change and adaptation.* Earthscan, London, pp.228-246.

Ghannoum, O.; Evans, J.R. & von Caemmerer, S. (2011). Nitrogen and water use efficiency of C4 plants. In: Raghavendra, A.S. & Sage, R.S. (Eds.) *C4 Photosynthesis and Related CO2 Concentrating Mechanisms,* Springer Science Business Media B.V., Dordrecht, The Netherlands, pp.129-146.

Hoogenboom, G. Wilkens, P.W., Thornton, P.K., Jones, J.W., Hunt, L.A., Imamura, D.T., (1999). Decision support system for agrotechnology transfer v3.5. In: Hoogenboom, G., Wilkens, P.W., Tsuji, G.Y. (Eds.), *DSSAT version 3,* vol.4 (ISBN 1-886684-04-9). University of Hawaii, Honolulu, HI, pp.1-36.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. (2001). Climate change 2001: the Scientific basis. In: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for Policymakers. Houghton, J.T.; Ding, Y.; Griggs, D.J.; Noguer, M.; van der Linden, P.J.; Dai, X.; Maskell, K. & Johnson, C.A., (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 881.

_____. (2007). Climate change 2007: Synthesis report. In: Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (Eds.) Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva. pp.104.

_____. (2014). *Carbon Dioxide: Projected emissions and concentrations.* Retrieved from IPCC: Data distibution centre: http://www.ipcc-data.org/observ/ddc_co2.html

Southeast Asia START Regional Center. (2006). Final technical report AIACC AS07: Southeast Asia Regional vulnerability to changing water resource and extreme hydrological events due toclimate change. *Southeast Asia START Regional Center Technical Report No.15,* Bangkok, Thailand.

Trisurat, Y., Alkemade, R. and Alets, E. (2009). Projecting forest tree distributions and adaptation to climate change in northern Thailand. *Journal of Ecology and Natural Environment,* 1(3), pp.55-63.

Yuthasart Anuluxtipun. (2016). Basin-wide assessment of climate change impact and adaptation options in lower mekong basin. *Mekong river commission: technical report crop yield modeling.*