ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในทุ่งกุลาร้องไห้
The Impact of Climate Change on Agricultural Cropping System in Tung Kula Ronghai

วชิราพร เกิดสุข และวิเชียร เกิดสุข
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร 089-8620803 E mail: Wasri@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในทุ่งกุลาร้องไห้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในทุ่งกุลาร้องไห้ และศึกษาศักยภาพและพืชทางเลือกในระบบการผลิตที่เหมาะสมในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ใช้แบบจำลองการปลูกพืชซึ่งอยู่ภายใต้โปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS ในการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช ใช้ข้อมูลอากาศ 2 ชุดคือ 1) แบบจำลองภูมิอากาศ CCAM และ 2) แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค-PRECIS and ECHAM4 A2 ใน 3 ช่วงเวลา ช่วงละ 10 ปี คือ ช่วงปี พ .ศ. 2523-2532, 2583-2592 และ 2609-2618 ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในทุ่งกุลาร้องไห้จากแบบจำลองภูมิอากาศทั้งสองให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในอนาคตจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับในช่วงปี พ.ศ.2523-2532 อย่างไรก็ตาม ผลผลิต (ปีฐาน) าวขาวดอกมะลิในช่วงปีข้ พ.ศ.2583-2592 จะสูงกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2609-2618 เล็กน้อย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลดีต่อระบบการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในทุ่งกุลาร้องไห้และการใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค-PRECIS and ECHAM4 A2 ให้ผลการศึกษาดีกว่าผลของแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลังและอ้อยโรงงาน เป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตในทุ่งกลาร้องไห้ พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนา มันสำปะหลังหลังนา และอ้อยโรงงาน มีจำนวน 678,013 3,716 773 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.5-6.5 ตันต่อไร่ 7.72 ตันต่อไร่ และ 499-678 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ในอนาคตหากต้องการผลิตพลังงานทางเลือกจากพืชพลังงาน พื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้เป็นพื้นที่ที่ช่วยเสริมพลังงานทางเลือกได้ในระดับหนึ่ง

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ, ข้าวขาวดอกมะลิ105, ระบบการผลิตพืช, ทุ่งกุลาร้องไห้

Abstract

OBJECTIVE: Firstly, this study sets out to study the impact of climate change on agricultural cropping system in Tung Kula Rong Hai plateau of Northeast Thailand, Roi Et province; and secondly, it aims to assess the feasibility of alternative crops that might be suitable for the area.

METHODOLOGY: For the simulation of crop growth and yield, RSCM-DSS interface program was employed. Future daily weather data used for the simulation was based on two datasets of results that had been obtained from running: i.) CCAM climate model and; ii.) PRECIS and ECHAM4 A2 climate model. The models both cover three time periods, which are 1980-1989 (base-year), 2040-49 and 2066-2075.

RESULT: This study found that climate changes in the future would have a somewhat positive impact on KDML105 rice system in Tung Kula Rong Hai area. The results from the climatic simulations (using CCAM model and PRECIS and ECHAM4 A2 model) indicate that KDML105 rice yield would slightly increase in the future, i.e. 2040-49 and 2066-2075. It may be useful to note that rice yield in the period of 2040-49 would be a bit higher than in the year 2066-2075. For studying the atmospheric impact on crop growth and yield, PRECIS and ECHAM4 A2 climate model is found to be a more suitable model than CCAM climate model.

RECOMMENDATION: Maize, cassava and sugarcane were identified as potential substitute crops for the study area; however, the sizes of suitable areas for each of the crops are found to be vastly different. 678,013 rai (a unit of area, equal to 1600 square meters) are found to be suitable for growing maize after rice, 3,716 rai for growing cassava after rice and 773 rai for growing sugarcane. The average crop yields area as follow: 2.5-6.5 ton per rai, 7.72 ton per rai, and 0.499-0.678 ton per rai, respectively. As a conclusion, if Thailand ever needs more energy crops, Tung Kula Rong Hai plateau is a suitable/appropriate area for growing them.

Keywords: Climate Change, KDML105, Cropping System, Tung Kulalonghai

1. บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิ 16 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 5 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี [1] แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทุ่งกุลาร้องไห้ซึ่งเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่ให้คุณภาพดีที่สุดของประเทศ และเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมมะลิที่ใหญ่เป็นอันดับหนึ่งของโลก ปัจจุบันข้าวหอมมะลิในทุ่งกุลาร้องไห้เป็นสินค้าตามสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์หรือ GI [2], [3] ทุ่งกุลาร้องไห้ มีพื้นที่ประมาณ 2.1 ล้านไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด มีพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิ ประมาณ 1,276,103 ไร่ หรือร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมด [4]

รัฐบาลโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ตระหนักถึงความสำคัญและมีนโยบายในการส่งเสริมการผลิตข้าวหอมมะลิในทุ่งกุลาร้องไห้ ได้จัดตั้งโครงการผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออกในทุ่งกุลาร้องไห้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นต้นมา โดยมีเป้าหมายรวมในการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวหอมมะลิมาตรฐานเพื่อการส่งออก

อย่างไรก็ตาม ผลจากการคาดคะเนของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศแห่งสหประชาชาติ (IPCC) และจากการคาดคะเนปริมาณน้ำฝนในอนาคตของประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝนจะเพิ่มขึ้นและทกภัยที่เกิอุดขึ้นจะมีความรุนแรงมากขึ้น บ่งชี้ถึงพื้นที่ความเสียหายเสียหายจากการอุทกภัยในอนาคตจะมากกว่าที่ผ่านมา ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนำมาซึ่งความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มว่า อาจมีความถี่มากขึ้นและความรุนแรงมากขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความผันผวนในการผลิตจากภาวะน้ำท่วมและฝนแล้งที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีและรุนแรงขึ้น ทำให้เกิดความสูญเสียและความไม่แน่นอนของผลผลิตการเกษตรโดยเฉพาะข้าวซึ่งเป็นพืชหลักของทุ่งกุลาร้องไห้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นย่อมนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงระบบการปลูกพืช การปรับตัวและการปรับเปลี่ยนวิธีการดำรงชีพของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นจำเป็นต้องทำการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในทุ่งกุลาร้องไห้ เพื่อเป็นเตรียมการแก้ไขปัญหาและการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคตและการจัดการเชิงนโยบายต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในทุ่งกุลาร้องไห้
2. เพื่อศึกษาศักยภาพและพืชทางเลือกในระบบการผลิตที่เหมาะสมในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้

3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ภัยพิบัติและความเปราะบางในทุ่งกุลาร้องไห้

ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา เป็นที่ประจักษ์ว่าภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้มีทั้งภัยแล้งและอุทกภัยในปีเดียวกันและพื้นที่เดียวกัน ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นอาจเกิดภัยพิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง แต่ที่มีผลกระทบต่อเกษตรกรชาวนาเป็นภัยแล้งมากกว่าอุทกภัย ความแปรปรวนของภูมิอากาศทำให้ผลผลิตของข้าวเสียหายเฉลี่ยร้อยละ 45.5 โดยทั่วไปครัวเรือนเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้อยู่ในสภาวะเสี่ยงน้อย เสี่ยงปานกลางและเสี่ยงมาก คิดเป็นร้อยละ 7.6, 50.0 และ 42.4 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่สภาพภูมิอากาศปกติ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้จำนวนครัวเรือนเกษตรกลุ่มเสี่ยงมากเพิ่มขึ้นมากจากร้อยละ 29.6 เป็นร้อยละ 42.4 สำหรับความเปราะบางของครัวเรือนชาวนา พบว่า ครัวเรือนชาวนาจำนวนมากถึงร้อยละ 53.8 มีความเปราะบางต่อภาวะเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพภูมิอากาศแปรปรวน การทำมาหากินของเกษตรกรกรชาวนามีถาวรภาพต่ำทั้งนี้เนื่องจากรายได้หลักของครอบครัวขึ้นอยู่กับการผลิตข้าว เกษตรกรกลุ่มที่เปราะบางมีถาวรภาพต่ำกว่ากลุ่มไม่เปราะบาง ทำให้ความสามารถในการจัดการเศรษฐกิจครัวเรือนตกอยู่ในเกณฑ์ต่ำ หากสภาพภูมิอากาศแปรปรวนรุนแรงขึ้นและมีความถี่มากขึ้น เกษตรกรกลุ่มที่เปราะบางจะมีหนี้สินเพิ่มพูนมากขึ้นจนไม่สามารถใช้หนี้สินที่เกิดขึ้นได้ เกษตรกรกลุ่มนี้อาจสูญเสียที่ดินทำกิน วิถีการดำรงชีวิตต้องเปลี่ยนไปเป็นแรงงานรับจ้างหรือต้องอพยพไปทำมาหากินที่อื่นอย่างถาวร [5]

อุทกภัยที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เกิดพายุหมุนเขตร้อนและลมมรสุมพัดผ่าน จากภาพถ่ายดาวเทียมเรดาร์แซท พ.ศ. 2544, 2545 และ2546 [6] พบว่า ในปี พ.ศ. 2544 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมดในภาคอีสานเท่ากับ 11,010.09 ตร.กม. หรือร้อยละ 7.06 ของพื้นที่ทั้งภาค พื้นที่น้ำท่วมดังกล่าวอยู่ในลุ่มน้ำชีเท่ากับ 3,016.89 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2545 ภาคอีสานมีพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมดเท่ากับ 8839.99 ตร.กม.หรือร้อยละ 5.24 ของพื้นที่ทั้งภาค พื้นที่น้ำท่วมดังกล่าวอยู่ในลุ่มน้ำชีเท่ากับ 3,039.17 ตร.กม. และในปี พ.ศ. 2546 ภาคอีสานมีพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมดเท่ากับ 3,852.52 ตร.กม. หรือร้อยละ 2.28 ของพื้นที่ทั้งภาค พื้นที่น้ำท่วมดังกล่าวอยู่ในลุ่มน้ำชีเท่ากับ 1,619.24 ตร.กม. สรุปได้ว่า ลุ่มน้ำชีจะประสบปัญหาน้ำท่วมมากกว่าลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำศรีสงคราม จังหวัดที่ประสบภัยน้ำท่วมได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ มหาสารคาม และร้อยเอ็ด โดยที่จังหวัดร้อยเอ็ดมีพื้นที่ที่น้ำท่วมมากที่สุด รองมาเป็นจังหวัดกาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น ตามลำดับ

การเกิดน้ำท่วมที่ยาวนานได้สร้างความเสียหายต่อพื้นที่เกษตรกรรมเป็นมูลค่ามหาศาลแทบทุกปี นฤมลและคณะ [7] ทำการศึกษาขอบเขตน้ำท่วมถึงบริเวณที่ราบบางส่วนของลุ่มน้ำชีในเขตจังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงและเกิดน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี โดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองชลศาสตร์อาศัยวิธีการนำหน้าตัดขวางผิวการไหลมาทำการประมาณค่าสร้างชั้นข้อมูลระดับน้ำท่วมแบบราสเตอร์ และการวิเคราะห์ซ้อนทับกับแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเชิงตัวเลข ได้ผลลัพธ์ของความลึกและขอบเขตน้ำท่วมเมื่อทำการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ระหว่างผลขอบเขตน้ำท่วมที่วิเคราะห์ได้กับภาพถ่ายดาวเทียม RADARSAT พบว่า การทับกันพอดีมีค่าเท่ากับ 52.26% การเพิ่มรายละเอียดของชั้นข้อมูลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น [8] ได้จัดทำระบบฐานข้อมูลพื้นที่ประสบอุทกภัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ Active Remote Sensing ปี 2544 ปี 2545 และปี 2546 และได้ซ้อนทับขอบเขตจังหวัด อำเภอ ตำบล และตำแหน่งหมู่บ้านเพื่อเป็นฐานข้อมูลพื้นที่ประสบอุทกภัย การจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่และหมู่บ้านประสบอุทกภัยดังกล่าว สามารถสร้างแบบจำลองแสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย สำหรับใช้ประโยชน์ในการดำเนินงานป้องกันภัยพิบัติได้หรือในช่วงปีที่ประสบอุทกภัยก็สามารถวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ประสบอุทกภัยให้เหมาะสม และจัดสรรงบประมาณได้ถูกต้อง พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวมประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร สามารถแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยได้ 4 กลุ่มคือ พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง

มาก สูง ปานกลาง และ ต่ำ คิดเป็นร้อยละ 1.35 (จำนวน 1,181 หมู่บ้าน), 1.76 (1,860 หมู่บ้าน), 6.87(จำนวน 5,717 หมู่บ้าน) และ 90.03 (11,101 หมู่บ้าน) ตามลำดับ

3.2 การปรับตัวของเกษตรกร

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยองค์กรชุมชนตั้งอยู่บนพื้นฐานความรู้และเทคโนโลยีชาวบ้านหรือภูมิปัญญาชาวบ้าน ซึ่งได้รับการพัฒนามาภายใต้ระบบนิเวศและวัฒนธรรมที่หลากหลาย ภูมิปัญญาถูกทดลองใช้ ดัดแปลง และถ่ายทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปสู่คนอีกรุ่นหนึ่ง ดังนั้นระบบการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของชาวบ้านจึงอาศัยระยะเวลา องค์ความรู้และทักษะความชำนาญที่มีในท้องถิ่นเป็นหลัก ในระยะต่อมาเมื่อภาครัฐให้ความสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจทรัพยากรถูกนำมาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนา รัฐได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการทรัพยากรมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามส่งผลให้การจัดการทรัพยากรโดยชุมชนที่อยู่บนพื้นฐานของภูมิปัญญาชาวบ้านอ่อนตัวลง

การศึกษาศักยภาพของชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่น ชี้ให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมธรรมชาติและวัฒนธรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลากล่าวคือการเลือกทำเลที่ตั้งชุมชนของคนอีสานต้องคำนึงถึงน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิต ชาวบ้านมีวิธีการจัดการน้ำเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและชนิดดินที่เป็นที่ตั้งชุมชน อาทิ ชุมชนบริเวณแอ่งสกลนคร เลือกตั้งถิ่นฐานบนที่สูงหรือบนเนิน จะเลือกหมู่บ้านใกล้หนองน้ำธรรมชาติที่มีอยู่เดิม จึงไม่มีความจำเป็นต้องขุดสระเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง ซึ่งจะแตกต่างกับชุมชนบริเวณแอ่งโคราช [9] สะท้อนถึงความสัมพันธ์ของวิถีชีวิตของคนอีสานกับทรัพยากรธรรมชาติ ชาวอีสานยังชีพด้วยการพึ่งพิงธรรมชาติ และมีการปรับตัวทั้งด้านการผลิต สังคม ประเพณี พิธีกรรมและความเชื่อต่างๆ ให้สอดคล้องกับวิถีการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ เช่น ปีใดที่ฝนแล้งหรือน้ำท่วม ชาวนาน้ำฝนก็อาศัยข้าวที่สะสมจากปีก่อนมาบริโภค หากไม่เพียงพอก็อาสัยพืชผักหรือของป่า นำไปแลกเปลี่ยนกับชุมชนอื่นที่มีข้าวเหลือบริโภค [10] การปรับตัวดังกล่าวเป็นประสบการณ์ที่สั่งสม ถ่ายทอดสืบต่อกันมา ทำให้ชุมชนสามารถอยู่รอดได้ด้วยการผลิตและมีวิถีชีวิตที่สอดคล้องกับระบบนิเวศที่อยู่รอบตัวที่มีความหลากหลายตามเงื่อนไขของแต่ละชุมชน [11] อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่กล่าวถึงยังไม่ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์กับระบบการจัดการทรัพยากรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการจัดการน้ำ

ผลจากการประเมินสภาพความเสี่ยงต่อสภาพภูมิอากาศแปรปรวนของระบบการปลูกข้าวพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ [12] พบว่า ในทศวรรษที่ผ่านมา ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้มีความรุนแรงมากขึ้น ในบางพื้นที่ บางปีการทำนาไม่ได้ผลผลิตเลย เกษตรกรมีการปรับตัวมากขึ้นเพื่อลดความเสี่ยงจากการทำนาและเพิ่มเสถียรภาพรายได้ของครอบครัวเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงปี พ.ศ. 2547 กล่าวคือ ในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา ชุมชนที่ประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำมีวิธีการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมนาข้าวหลายวิธีการคือ การปลูกต้นยูคาลิปตัสบนนาข้าว การปลูกต้นยูคาลิปตัสในพื้นที่นาแทนการทำนาในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังซ้ำซาก การนำข้าวฟางลอยมาปลูกในพื้นที่น้ำท่วมขัง ปลูกข้าวเหนียวนาปรังพันธุ์ข้าวสันปาตอง 1 ในพื้นที่น้ำท่วมขังในฤดูกาลปกติ ส่วนชุมชนที่ประสบภัยแล้งมีการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงจากการทำนาโดยการตัดใบข้าวในช่วงเดือนกรกฎาคม–สิงหาคม นำอ้อยมาปลูกในพื้นที่นาดอนแทนการปลูกข้าว และปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่นาหลังการทำนาข้าว เป็นต้น

3.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

สถานการณ์จำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยขึ้นโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) [13] สรุปว่า ทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย จากการจำลองสถานการณ์ในระยะยาวภายใต้เงื่อนไขที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นเป็นหนึ่งเท่าครึ่งและสองเท่าของปัจจุบัน ซึ่งอาจเป็นระยะเวลาประมาณช่วงกลางและปลายคริสต์ศตวรรษนี้ จะเป็นไปในทิศทางที่มีฝนมากขึ้นฝนเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในประเทศไทยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก อาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงประมาณ 1-2ºC แต่การเปลี่ยนแปลงในเชิงของอุณหภูมิที่สำคัญประการหนึ่งคือ จำนวนวันที่อากาศเย็นจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และในทางกลับกันจำนวนวันที่อากาศร้อนก็จะเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน (วันที่อากาศเย็นคือ วันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15ºC และวันที่อากาศร้อนคือ วันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 33ºC

การประเมินผลภูมิอากาศที่ได้จากการจำลองและผลของภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตข้าวนาน้ำฝน ในพื้นที่ 3 จังหวัดคือ เชียงราย สกลนคร และสระแก้ว ข้อมูลภูมิอากาศจำลองโดยโปรแกรม Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) โดยแบ่งช่วงข้อมูลภูมิอากาศที่จำลองออกเป็น 3 ช่วง คือ ปี พ .ศ. 2532-2523 ที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่ 360 ppm. ($1xCO_2$) เป็นปีฐาน ช่วงที่ 2 ปี พ.ศ. 2592-2583ที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 540 ppm. ($1.5xCO_2$) และช่วงที่ 3 ปี พ.ศ. 2618-2609 ที่คาดว่า ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์จะอยู่ที่ 720 ppm. หรือ 2 เท่า ของปีฐาน ($2.0xCO_2$) ข้อมูลภูมิอากาศทั้งหมดใช้จำลองผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ โดยใช้โปรแกรมจำลอง 105MRB-rice shell ผลจากการเปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลภูมิอากาศที่เก็บในพื้นที่ พบว่า ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการบันทึกในพื้นที่สูงกว่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการจำลองเล็กน้อย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวัน เป็นไปในทำนองเดียวกันและสอดคล้องกันดีทุกปีตลอดช่วง ผลการจำลองผลผลิตข้าวในช่วงปีฐาน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างผลผลิตข้าวที่ได้จากการจำลองกับผลผลิตข้าวในพื้นที่ และผลผลิตข้าวที่ได้จากการจำลองภายใต้ภูมิอากาศทั้งสามช่วง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ถึงแม้ว่าผลผลิตข้าวที่จำลองจากภูมิอากาศในช่วงที่ 3 จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็สูงตามไปด้วย ค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวทั้งสามจังหวัดภายใต้ภูมิอากาศช่วงที่ 1, 2, 3 คือ 404 (35±) 408 (±43) และ 454 (±86) กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การจำลองผลผลิตข้าวในปีที่ฝนแล้ง ฝนปกติ และปีฝนมาก มามีผลต่อผลผลิตข้าวโดยรวม [14]

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 การจัดเตรียมข้อมูลภูมิอากาศ

ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคต 2 แบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิภาค คือ 1) แบบจำลองภูมิอากาศ CCAM หรือ Conformal Cubic Atmospheric Model และ 2) แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค-PRECIS and ECHAM4 A2 นำข้อมูลที่ได้มาจัดให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของ DSSAT (แบบจำลองการปลูกพืชที่อยู่ภายใต้โครงสร้าง DSSAT) เป็นข้อมูลรายวัน ประกอบด้วยข้อมูลพลังงานแสงแดด อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน ใน 3 ช่วงเวลา ช่วงละ 10 ปี คือ ช่วงปี พ.ศ. 2523-2532, 2583-2592 และ 2609-2618 เป็นข้อมูลนำเข้าโปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS

4.2 การจัดเตรียมข้อมูลดิน

จัดเตรียมข้อมูลชุดดิน(Soil series) ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ของกรมพัฒนาที่ดิน ดำเนินการบนโปรแกรม ELWIS V3.3 (ITC) ในรูปแบบ SHP format เป็นข้อมูลนำเข้าโปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS และจัดเตรียมข้อมูลดินดังกล่าวอยู่ในรูปแบบมาตรฐานของแบบจำลองการปลูกพืช (DSSAT format_DLDSIS)

4.3 การจัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าว

ดำเนินการจัดเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ในรูปแบบ SHP format โปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS ดำเนินการบนโปรแกรม ELWIS V3.3 (ITC) โดยการประยุกต์จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (2550) นำข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวไปกับพื้นที่ชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวในขั้นตอนที่ 2 ได้ SHP format ของพื้นที่ปลูกข้าวกับชุดดิน (SMU) เป็นข้อมูลนำเข้าโปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS

4.4 การจัดเตรียมพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง อ้อยและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การจัดทำพื้นที่ที่เหมาะสมหรือที่มีศักยภาพที่จะใช้ทำการเพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อยโรงงานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยเกณฑ์ศักยภาพของชุดดินของกรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกไว้ กล่าวคือ

พื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกอ้อย เป็นกลุ่มชุดดินที่ยกเว้นกลุ่มชุดดินที่เป็น Flood plain หรือกลุ่มชุดดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และไม่รวมกลุ่มชุดดินเค็ม

พื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกมันสำปะหลัง เป็นกลุ่มชุดดินที่ 17, 18, 21, 22 และกลุ่มชุดดินต่ำกว่า 17 ซึ่งเป็นดินเหนียวไม่เหมาะสมสำหนับมันสำปะหลัง

สำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกข้าวโพด เป็นกลุ่มชุดดินที่ 4, 5, 6, 7, 15. 16, 17, และ 21

นำข้อมูลพื้นที่ที่มีศักยภาพดังกล่าว เป็นข้อมูลนำเข้าโปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS ต่อไป

4.5 การจัดเก็บข้อมูลภาคสนาม

สุ่มสัมภาษณ์ตัวแทนเกษตรกรในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ เกี่ยวกับการจัดการระบบการปลูกพืชในอดีตและปัจจุบัน (วิธีการปลูก วันปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว) จำนวน 100 ราย ตลอดจนแนวโน้มของการผลิตพืชในทุ่งกุลาร้องไห้ในอนาคต เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองการปลูกพืชซึ่งอยู่ภายใต้โปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS

4.6 การประเมินศักยภาพของของพื้นที่และผลผลิตของข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย

การประเมินศักยภาพของของพื้นที่และผลผลิตของข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ใน 3 ช่วงเวลาช่วงละ 10 ปี คือ ช่วงปี พ.ศ 2523-2532, 2583-2592 และ 2609-2618 โดยใช้โปรแกรมแบบจำลองพืช DSSAT4.02 ซึ่งอยู่ภายใต้โปรแกรมเชื่อมโยง RSCM-DSS โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจจากเกษตรกรเป็นข้อมูลนำเข้า ทำการจำลองการปลูกพืชภายใต้ระบบการปลูกพืชที่แตกต่างกัน นำข้อมูลผลผลิตพืชที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยผลผลิตพืชในแต่ละช่วงเวลา พร้อมวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิต

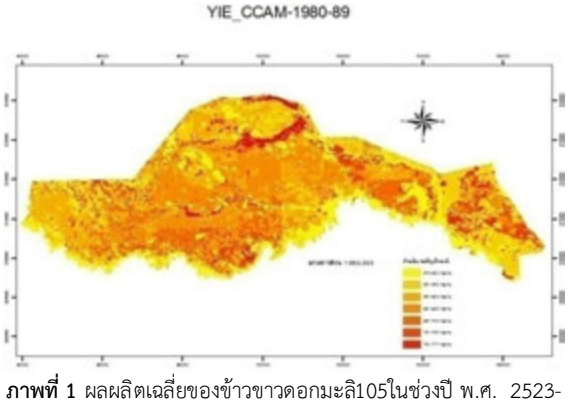
4.7 จัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้าวและพืชทางเลือก

นำข้อมูลที่ได้มาจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้าว มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน แผนที่ความเสี่ยงและแผนที่วันปลูกพืชที่เหมาะสม ใน 3 ช่วงเวลาช่วงละ 10 ปี คือ ช่วงปี พ .ศ.2523-2532, 2583-2592 และ 2609-2618

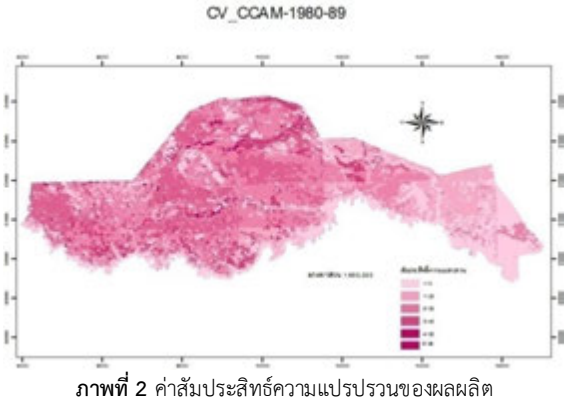
5. ผลการศึกษา

5.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยใช้ข้อมูลอากาศ CCAM

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในช่วงปี พ.ศ. 2523-2532 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยรวมทั้งพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ มีจำนวน 863,997.84 ตัน ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิตอยู่ในช่วง 472.8-766.7 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ %CV อยู่ในช่วง 1.7-55.5 % ดัง**ภาพที่ 1 และ 2**

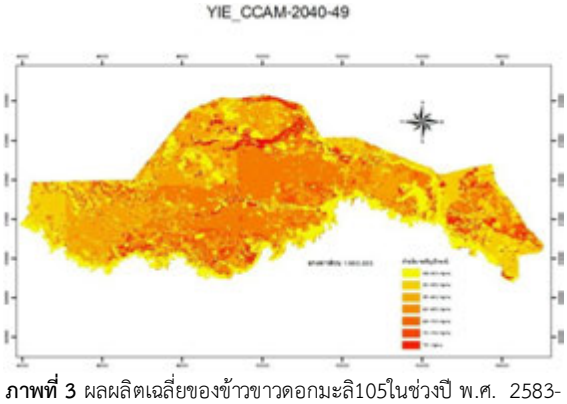


ภาพที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105ในช่วงปี พ.ศ. 2523-2532 ภายใต้ภูมิอากาศ CCAM

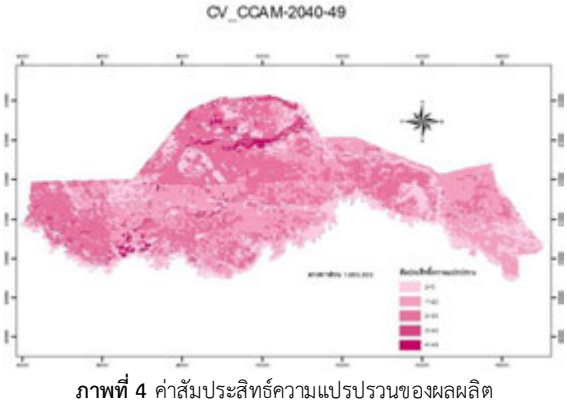


ภาพที่ 2 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในช่วงปี พ.ศ. 2583-2592 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยรวมทั้งพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ มีจำนวน 881,333.83 ตัน ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิตอยู่ในช่วง 479-751 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 3-48% ดัง**ภาพที่ 3 และ 4**

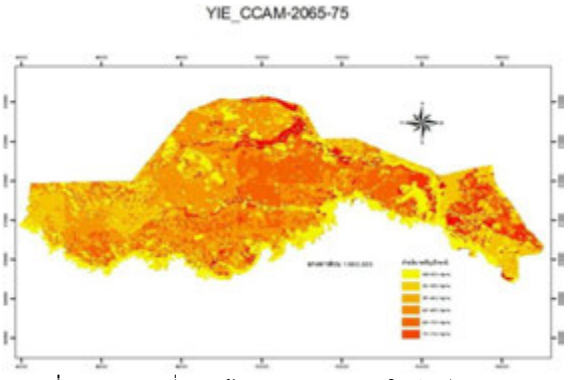


ภาพที่ 3 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105ในช่วงปี พ.ศ. 2583-2592 ภายใต้ภูมิอากาศ CCAM

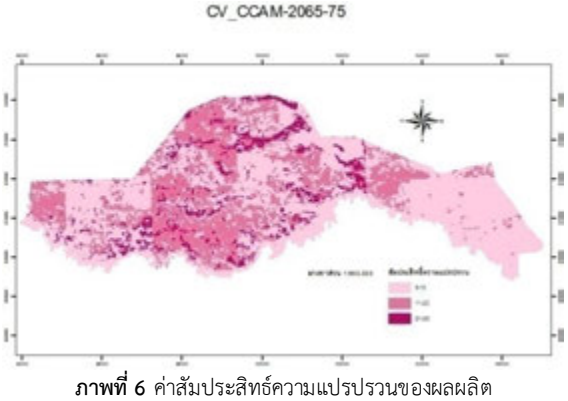


ภาพที่ 4 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในช่วงปี พ.ศ. 2609-2618 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยรวมทั้งพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ มีจำนวน 872,742.67 ตัน ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิตอยู่ในช่วง 485-730 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 3-25% ดัง**ภาพที่ 5 และ 6**



ภาพที่ 5 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105ในช่วงปี พ .ศ.2609-2618 ภายใต้ภูมิอากาศ CCAM

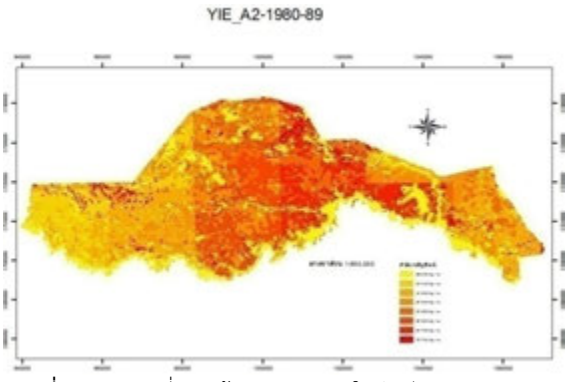


ภาพที่ 6 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิต

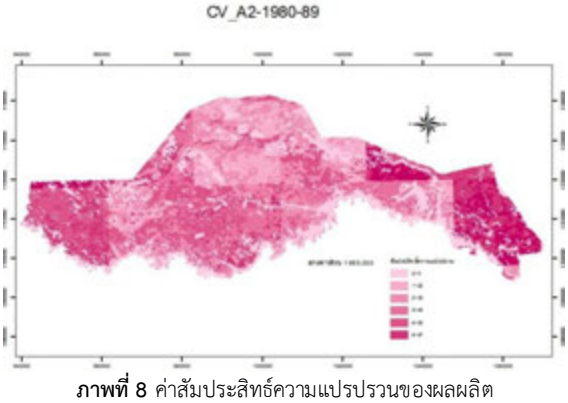
5.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยใช้ข้อมูลอากาศ ภูมิภาค-PRECIS and ECHAM4 A2

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในช่วงปี พ.ศ. 2523-2532 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยรวมทั้งพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ มีจำนวน 802,315.67 ตัน ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิตอยู่ในช่วง 385-704 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 3-56% ดัง**ภาพที่ 7 และ 8**

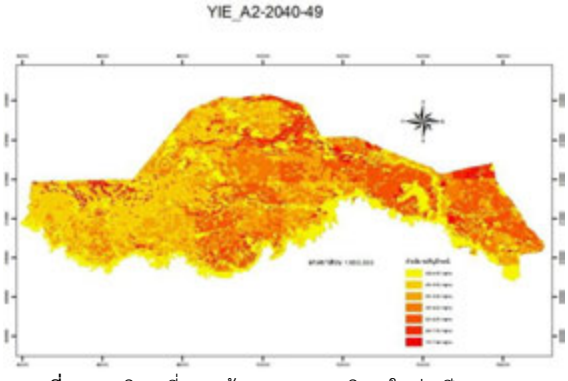
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในช่วงปี พ.ศ 2583-2592 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยรวมทั้งพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ มีจำนวน 844,851.89 ตัน ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิตอยู่ในช่วง 430-725 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 3.4-23.4% ดัง**ภาพที่ 9 และ 10**



ภาพที่ 7 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิในช่วงปี พ.ศ. 2523-2532 ภายใต้ภูมิอากาศ PRECIS and ECHAM4 A2

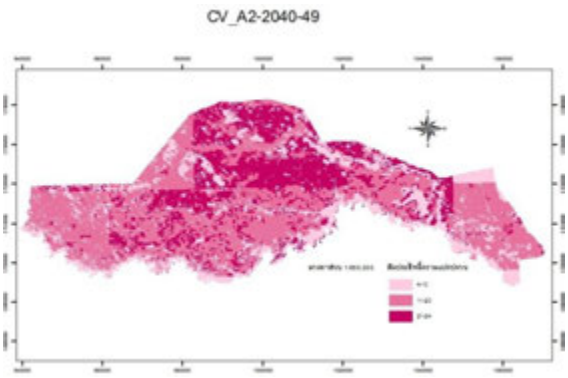


ภาพที่ 8 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิต

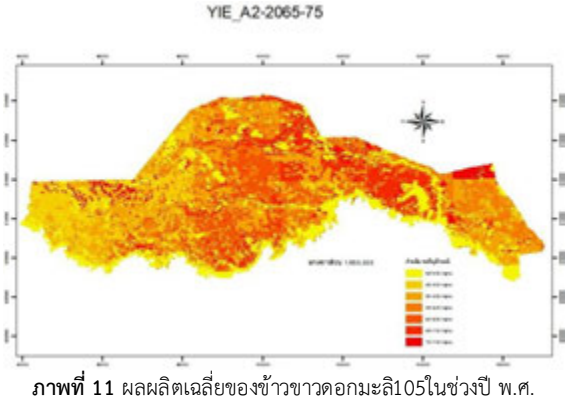


ภาพที่ 9 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105ในช่วงปี พ.ศ. 2583-2592 ภายใต้ภูมิอากาศ PRECIS and ECHAM4 A2

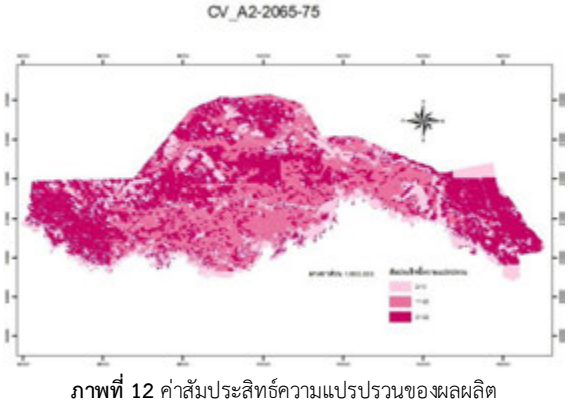
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในช่วงปี พ.ศ. 2609-2618 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยรวมทั้งพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ มีจำนวน 843,565.10 ตัน ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ผลผลิตอยู่ในช่วง 429-742 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 2.7-21.9% ดัง**ภาพที่ 11 และ 12**



ภาพที่ 10 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิต



ภาพที่ 11 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ105ในช่วงปี พ.ศ. 2609-2618 ภายใต้ภูมิอากาศ PRECIS and ECHAM4 A2



ภาพที่ 12 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิต

5.3 ศักยภาพพืชทางเลือกในระบบการผลิตในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้

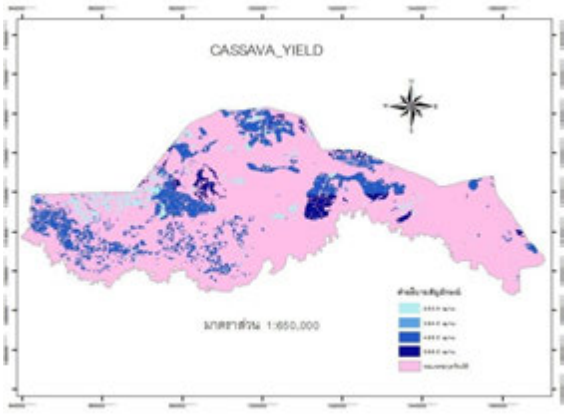
พืชทางเลือกในระบบการผลิตในอนาคตจำนวน 3 ชนิดคือ มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้อากาศภูมิภาค- PRECIS and ECHAM4 A2 ในช่วงปี พ .ศ.2554-2563 ผลการศึกษาศักยภาพผลผลิตพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า

การปลูกมันสำปะหลังหลังการเก็บเกี่ยวข้าว พื้นที่ที่เหมาะสมมีจำนวน 3,716.09 ไร่ ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563 มีผลผลิตมันสำปะหลังรวมเฉลี่ยจำนวน 1,759,522.11 ตัน ผลผลิตอยู่ในช่วง 2.5-

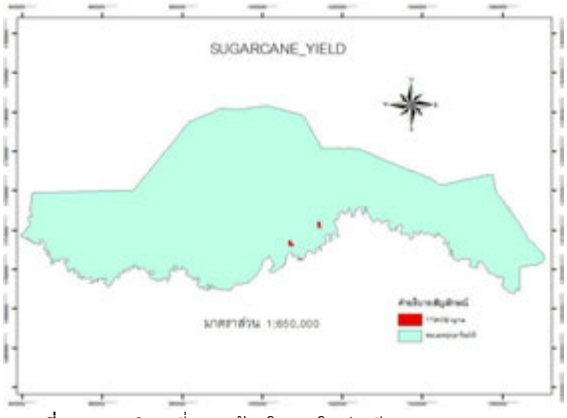
6.5 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 13) ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 8.6-57%

การปลูกอ้อยโรงงาน พื้นที่ที่เหมาะสมมีจำนวน 773.38 ไร่ ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563 มีผลผลิตอ้อยโรงงานรวมเฉลี่ยจำนวน 27,586.42 ตัน ผลผลิตอยู่ในช่วง 7.72 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 14) ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 14%

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการเก็บเกี่ยวข้าว พื้นที่ที่เหมาะสมมีจำนวน 678,013.69 ไร่ ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563 มีผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมเฉลี่ยจำนวน 415,154,515.83 กิโลกรัม ผลผลิตอยู่ในช่วง 499-678 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 15) ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนของผลผลิตหรือ%CV อยู่ในช่วง 22-28%



ภาพที่ 13 ผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังหลังนา ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563

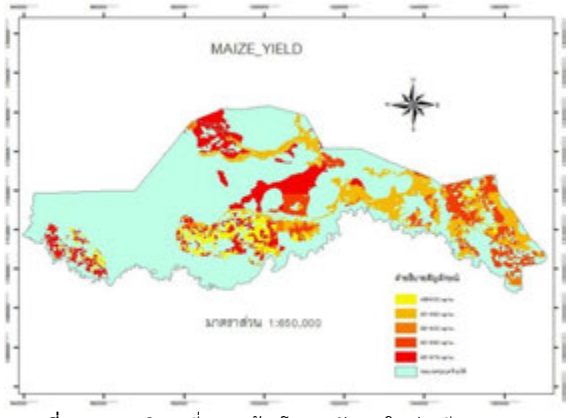


ภาพที่ 14 ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยในนา ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศ CCAM และภูมิอากาศภูมิภาค- PRECIS and ECHAM4 A2 ใน 3 ช่วงเวลา ช่วงละ 10 ปี คือ ช่วงปี พ .ศ.2523-2532, 2583-2592 และ 2609-2618 ผลการวิเคราะห์ดัง**ตารางที่ 1** ชี้ให้เห็นว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศทั้งสองแบบจำลองให้ผลไปในทางเดียวกันกล่าวคือ ในอนาคตมีแนวโน้มว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับในช่วงปี พ.ศ.2523-2532 อย่างไรก็ตาม ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิในช่วงปี พ .ศ.2583-2592 จะสูงกว่าในช่วงปี พ .ศ.2609-2618 เล็กน้อย หากเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองภูมิอากาศ แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค-PRECIS จะมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 มากกว่าแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค-PRECIS ได้มีการคำนวณโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความละเอียดสูงกว่าซึ่งได้มีการจัดปรับความคลาดเคลื่อนจากผลของแบบจำลองสำหรับประเทศไทยแล้ว และมีการทดสอบแล้วว่ามีความสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีกับเครื่องมือที่มีอยู่ [15] ดังนั้นผู้ที่สนใจศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย การใช้ผลของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS and ECHAM4 A2 น่าจะให้ผลการศึกษาดีกว่าผลของแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM



ภาพที่ 15 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดหลังนา ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563

6.2 ศักยภาพของพืชทางเลือก

ศักยภาพของพืชทางเลือกในระบบการผลิตพืชทั้ง 3 ชนิดคือ มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชทั้งสามชนิดพืชจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะพืช พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังหลังนา อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีจำนวน 3,716.09 773.38 และ 678,013.69 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 2.5-6.5 7.72 ตันต่อไร่ และ 499-678 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในอนาคตหากต้องการผลิตพลังงานทางเลือกจากพืชพลังงาน พื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้เป็นพื้นที่ที่ช่วยเสริมพลังงานทางเลือกได้ในระดับหนึ่ง หากต้องการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่จำเป็นต้องมีการการจัดน้ำและปุ๋ยสำหรับการเพาะปลูกในฤดูแล้งให้เพียงพอ

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ภายใต้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ CCAM และภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS and ECHAM4 A2

แบบจำลองภูมิอากาศ	**ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในทุ่งกุลาร้องไห้ (ตัน)**		
	พ.ศ. 2523-32	พ.ศ. 2583-92	พ.ศ. 2609-18
CCAM	863,997.84	881,333.83	872,742.67
PRECIS and ECHAM4 A2	802,315.67	844,851.89	843,565.10
เฉลี่ย	**833,156.75**	**863,092.86**	**858,153.89**

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น กรมอุตุนิยมวิทยา และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมพัฒนาที่ดิน และเกษตรกรในทุ่งกุลาร้องไห้ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี่ด้วย

8. การอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2546. สถานะการณ์ข้าวปี 45/46 : http://rice.doae.go.th/rice

[2] กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2556. “กระทรวงพาณิชย์เตรียมจัดสัมมนาสร้างความเข้าใจกับเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ 5 จังหวัด ภายหลังที่อียูขึ้นทะเบียนให้เป็นสินค้าจีไอและเป็นสินค้าข้าวรายแรกในอาเซียน”, สำนักข่าวแห่งชาติ กรมประชาสัมพันธ์ : http://thainews.prd.go.th

[3] คณะผู้แทนไทยประจำประชาคมยุโรป. 2012. “ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ไทยกำลังจะได้รับการคุ้มครองGI ของอียู”, http://news.thaieurope.net/content/view/3949/212/

[4] พิสุทธ์ ศาลากิจ. 2547. “การผลิตข้าวอินทรีย์: ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้” บทความนำเสนอในการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 สู่ระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่มและใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน 9-11 พฤศจิกายน 2547 ณ โรงแรมปางสวนแก้ว จ. เชียงใหมใ หน้า 253-260.

[5] วิเชียร เกิดสุข วชิราพร เกิดสุข และ สมศักดิ์ สุขจันทร์. 2548. “การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: การศึกษาความเปราะบางและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาในทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย”, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[6] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2549. “ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : ศักยภาพเชิงพื้นที่”, ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] นฤมล ทารักษา ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และเฉลิมพล พาวัฒนา. 2548. “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองชลศาสตร์เพื่อหาขอบเขตน้ำท่วมบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง”, ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[8] Mongkolsawat C. Thirangood Suwanweraknamtorn R. Karladee N. Paiboonsak S. and Champathet P. 2001. “An Evaluation of Drought Risk Area in Northeast Thailand using Remotely Sensed Data and GIS”, Asian Journal of Geoinformaties Vol. 1 No. 4, June 2001.

[9] เอกวิทย์ ณ ถลาง. 2544. “ภูมิปัญญาอีสาน”, กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์อมรินทร์.

[10] พรพิไล เลิศวิชา. 2532. ชาวนาลุ่มน้ำชี. กรุงเทพฯ. มูลนิธิหมู่บ้าน.

[11] สุริยา สมุทคุปต์ และคณะ. 2636. “จากยอดห้วยถึงบุญบึง: สิทธิอำนาจและระบบการจัดการทรัพยากรพื้นบ้านของชุมชนชาวนาลุ่มน้ำชี”, ห้องไทยศึกษานิทัศน์ สำนักวิชาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[12] วิเชียร เกิดสุข และวชิราพร เกิดสุข. 2551. “การประเมินสภาพเสี่ยงต่อสภาพอากาศแปรปรวนของระบบการปลูกข้าวพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้”, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[13] ศุภกร ชินวรรโณ. 2549. “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต: ผลสรุปจากการจำลองสถานการณ์อนาคตโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Conformal Cubic Atmospheric Model(CCAM)”, รายงานการประชุมการสัมมนาทางวิชาการ หนึ่งทศวรรษการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลกในประเทศไทย 28 พฤศจิกายน 2549.

[14] ชิษณุชา บุดดาบุญ นิวัติ เจริญศิลป์สหัสชัย คงทน และ อรรถชัย จินตะเวช. 2549. “การประเมินผลภูมิอากาศที่ได้จากแบบจำลองและผลกระทบของอากาศที่มีต่อผลผลิตข้าวนาน้ำฝน”, รายงานการประชุมการสัมมนาทางวิชาการ หนึ่งทศวรรษการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลกในประเทศไทย 28 พฤศจิกายน 2549.

[15] START RC. 2009. “Future Climate Projection for Thailand and Mainland Southeast Asia Using PRECIS and ECHAM4 Climate Models”, Southeast Asia START Regional Center Technical Report No.18. 2552. Southeast Asia START Regional Center, Chulalongkorn University, Thailand.