วารสารวิจัย มข. 14 (7) : กรกฎาคม 2552

การจัดทำภาพฉายอนาคตเพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นา ในเขตลุ่มน้ำชี–มูล ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Scenario Planning for Agricultural Land–Use Change in Chi–Mun River Basin, Northeast of Thailand

พรวิไล ไทรโพธิ์ทอง (Pornwilai Saipothong)[1]*
ศุภกร ชินวรรโณ (Suppakorn Chinvanno)[1]
จุฑาทิพย์ ธนกิตติ์เมธาวุฒิ(Jutatip Tanakitmetawit)[1]
วิเชียร เกิดสุข (Vichian Kerdsuk)[2]

บทคัดย่อ

การสร้างภาพฉายอนาคต (scenario) จากตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ภาพฉายอนาคตที่สร้างได้สำหรับการช่วยสร้างทางเลือกในการวางแผนการผลิตพืชไร่นา ในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล โดยใช้องค์ความรู้และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญหลายสาขา ร่วมวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ทำให้ทราบว่าในพื้นที่ศึกษามีศักยภาพการผลิตพืชไร่นาของพืชทั้งสี่ชนิด คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด ผลการศึกษาสามารถกำหนดภาพฉายอนาคตได้สี่ภาพ ได้แก่ ภาพอนาคตการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (business as usual), ภาพอนาคตการผลิตพืชอาหาร (food bowl), ภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงาน (bio-fuel) และภาพอนาคตการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (integrated farming) เพื่อการพัฒนาพื้นที่ศึกษาให้เป็นไปตามความต้องการของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ในระดับภาคด้วยมาตราส่วนค่อนข้างหยาบ ผลที่ได้สามารถอธิบายถึงบริเวณหรือพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตตามแนวทางต่างๆ ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างแม่นยำตามเงื่อนไขและสภาพข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ แต่การคำนวณหาพื้นที่ผลิตจะได้ผลลัพธ์มากกว่าความเป็นจริงเสมอ เพราะผลลัพธ์ที่ได้ไม่สามารถให้รายละเอียดถึงระดับแปลงย่อยได้

Abstract

Scenarios built on several variables were to help develop an integrated set of crop production patterns for agricultural land use planning in Chi-Mun River basin. Scenarios were defined by combining information and knowledge from the experts from different stakeholder groups. Geographic Information System (GIS) was used for spatial analysis and interpret the result of the scenarios. The purpose of this study is to explore the

[1]นักวิจัย ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก แห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC)
[2]นักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[*]Corresponding author, e-mail: pwilai_s@yahoo.com

future conditions of 4 major crops area including rice, sugarcane, cassava and maize. Potential areas were chosen from 4 different scenarios of business as usual', 'food bowl', 'bio-fuel' and 'integrated farming' for further development plan.

The outcomes from the scenario analysis were displayed as spatial information on the semi-detail scale. They can explain where the crops should be developed but it overestimates on calculating of particular land use area as a result of the scale.

คำสำคัญ: ภาพฉายอนาคต, ลุ่มน้ำชี-มูล, พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่-นา, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
Keywords : Chi-Mun river basin, Agricultural land-use change, Geographic Information System (GIS)

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง (IPCC, 2007) และก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ของไทย โดยเฉพาะพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝนทำการเพาะปลูก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551) รายงานว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในปี 2549 มีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรประมาณ 57.7 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 44 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งประเทศ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตรอาศัยน้ำฝน มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และยังมีปัญหาดินเค็มในบางพื้นที่ ทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรค่อนข้างต่ำ ถ้าสามารถแก้ปัญหาทางกายภาพเหล่านี้ได้ ก็จะทำให้สามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกและผลผลิตทางการเกษตรของประเทศได้เพิ่มขึ้น ดังนั้น การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อความเสี่ยงและความล่อแหลมของระบบผลิตการเกษตรและกลุ่มสังคมต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับระบบการผลิต จึงเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็น เพื่อที่จะนำไปสู่การวางแผน หรือวางนโยบายในการรับมือหรือปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว

เมื่อประมาณปลายพ.ศ. 2539 The SysNet (Systems Research Network in Asia) Project ได้เริ่มโครงการจัดทำภาพฉายอนาคต (scenarios) ตามแนวนโยบายและแผนพัฒนาของ 4 ประเทศในภูมิภาคเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (อินเดีย มาเลเซีย เวียตนามและฟิลิปปินส์) โดยแบ่งเป็นภาพอนาคตการมีรายได้สูงสุด และภาพอนาคตการมีผลผลิตทางการเกษตรสูงสุดในพื้นที่ศึกษาแล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับการประเมินที่ดินและการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม เพื่อหาวิธีการและขอบเขตของการจัดทำระบบนิเวศน์เกษตร (Agroecosystem) ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการพัฒนาทั้งปัจจุบันและอนาคตในสังคมชนบทของแต่ละประเทศ (Roetter, R.P. et al. 2001) ในปี พ.ศ. 2545 มีการใช้แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบตามภาพฉายอนาคตเชิงนโยบายที่เกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกรรม ในประเทศไอรแลนด์(Behan, J. and K. McQuinn, 2002) และในปีเดียวกันนี้ ยังมีผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขา (hillside watershed) ในประเทศโคลัมเบีย ตามภาพฉายอนาคตที่ได้กำหนดไว้ 3 ภาพ ทำให้ทราบว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีความสมดุลมากขึ้นในอีก 100 ปีข้างหน้าตามเงื่อนไขของภาพอนาคตตามแบบที่เป็นอยู่และภาพอนาคตการใช้พื้นที่ดูแลระบบนิเวศลุ่มน้ำ (Ecological Watershed) แต่จะเสียสมดุลจากภาพอนาคตการทำฟาร์มแบบสหกรณ์ (Corporate Farming) (Luijten, J.C., 2002)

ลุ่มน้ำทางเหนือ ของประเทศไต้หวัน ใช้วิธีการร่วมระหว่าง แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (land use change model) การคำนวนลักษณะภูมิประเทศ (landscape metrics) และแบบจำลอง

ทางอุทกวิทยาลุ่มน้ำ (watershed hydrological model) มาวิเคราะห์ผลกระทบตามการจัดทำภาพฉายการใช้ที่ดินในอนาคตทั้งในรูปแบบของการใช้ดินและในทางอุทกวิทยา (Lin, Y. et al. 2007) ส่วนประเทศเยอรมันใช้ภาพฉายอนาคต 3 ภาพเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปแบบการทำเกษตรในพื้นที่เกษตรดั้งเดิม (The Eiderstedt peninsula) เพื่อศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นแก่นกประจำถิ่น (meadow bird species) ที่อาศัยในทุ่งหญ้าแถบนั้น (Link, P.M. and C. Schleupner, 2007)

นอกจากนี้ยังมีการนำภาพฉายอนาคตมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ตามกาลเวลาต่อเนื่องไปในอนาคต เพื่อวางแผนกำหนดพื้นที่เมือง พื้นที่ปลูกพืช และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ-สังคมและสภาพภูมิอากาศในทวีปแอฟริกา ตามที่คาดกันว่า จะมีการขยายพื้นที่การปลูกพืชและทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างต่อเนื่องในทวีปนี้ อันจะมีผลโดยตรงต่อการใช้ที่ดินเพื่อการพัฒนาตามแนวนโยบายต่างๆ เช่น การพัฒนาเมือง การผลิตพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน และการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น (Schaldach, R. et al., 2009)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำภาพฉายอนาคตเพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำการเกษตรของพืชไร่นา 4 ชนิด (ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด) และการใช้พื้นที่อย่างเหมาะสม วิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลทางกายภาพเป็นหลัก ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินตามแนวทางที่ต้องการ หรือนำไปวิเคราะห์ด้านอื่นๆ ต่อไป

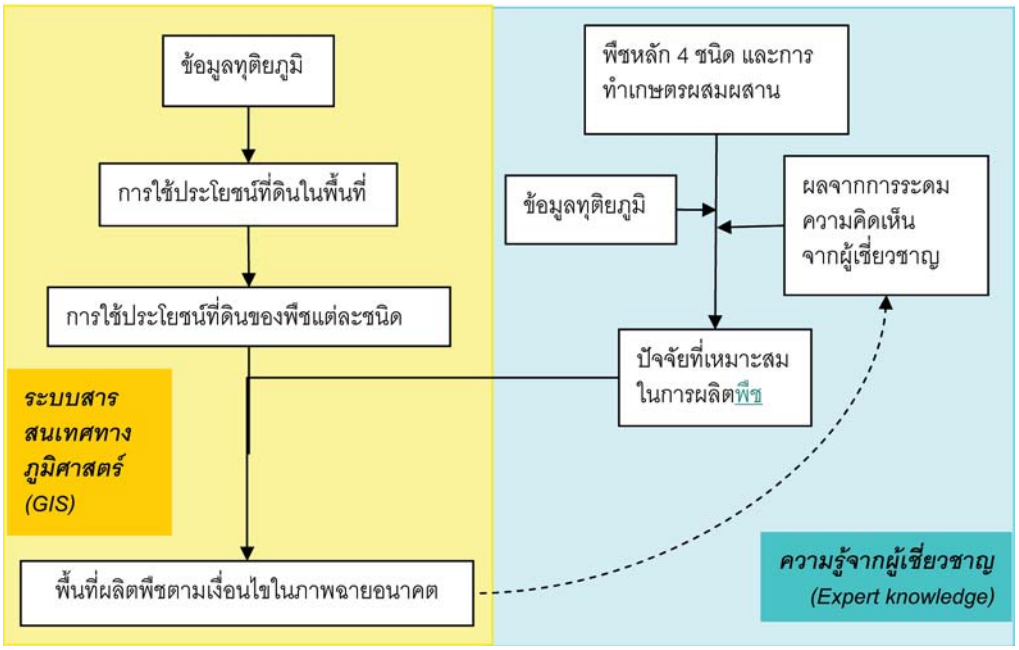
พื้นที่ศึกษา

ศึกษาในพื้นที่จังหวัดที่อยู่บนลุ่มน้ำชี-มูลรวม 17 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดเลย หนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร มุกดาหาร ขอนแก่น ชัยภูมิ มหาสารคาม กาฬสินธ์ ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษและอุบลราชธานี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 96 ล้านไร่

วิธีการ

การกำหนดพื้นที่ผลิตของพืชแต่ละชนิดสำหรับการศึกษานี้ อาศัยการใช้พื้นที่การผลิตที่ทำอยู่ในปัจจุบันหรือที่ปรากฏอยู่จริงเป็นหลัก (Baseline or "business as usual") และหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชแต่ละชนิดเพิ่มเติมตามภาพฉายอนาคตอีก 3 แนวทาง โดยการประชุมระดมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักวิชาการหลายสาขา และจากข้อมูลรายงานหรือสิ่งพิมพ์ของหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้ได้พื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชตามแนวทางดังกล่าวอย่างเหมาะสม

การสร้างพื้นที่ผลิตพืชเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทำโดยการรวบรวมข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของที่ดินมาประเมินหาพื้นที่ปัจจัยที่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแปลงเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) แล้วทำการวิเคราะห์โดยใช้ Data Management Tools และ Analysis Tools ของโปรแกรม ArcGIS version 9.3 จากนั้นนำมาประมวลและรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับแก้ตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดตามแผนอนาคต ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. แผนภาพแสดงขั้นตอนการหาพื้นที่ผลิตพืชเกษตรตามภาพฉายอนาคต

แนวคิดเรื่องการจัดทำภาพฉายอนาคต (Scenario planning) ของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นาในเขตลุ่มน้ำชี-มูล

การทำภาพฉายอนาคตไม่ใช่การวิเคราะห์เพื่อทำนายอนาคต แต่เป็นการหาทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ต่อผลิตผล ตัวบุคคล องค์กร หน่วยงาน หรือสังคมใดสังคมหนึ่งในอนาคต ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากแนวโน้มที่เห็นอยู่ในปัจจุบันและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ภาพฉายอนาคตอาจมีหลายภาพแต่จะต้องมีความเป็นไปได้ และมักเกิดขึ้นมาจากความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของตัวแปรหลายชนิดตามเวลาที่เปลี่ยนไป (The Foresight Expert Group, 2007)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่าจะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน การศึกษาเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงต้องครอบคลุมกรอบเวลาที่นานหลายสิบปีซึ่งในช่วงเวลานั้นระบบการเพาะปลูกในพื้นที่ศึกษาอาจจะเปลี่ยนไปในทิศทางที่หลากหลายภายใต้อิทธิพลของการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมอื่นๆดังนั้น การจัดทำภาพฉายอนาคตรูปแบบของการเพาะปลูกในระยะยาว จึงมีการพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ประกอบการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลด้านกายภาพจากรายงาน หรือแผนพัฒนาต่างๆ ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นแนวทางการผลิตพืชและการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาเช่น กรอบแนวคิดและทิศทางการพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 10 ที่เน้นการพัฒนาสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน (Green Society) การวิจัยและพัฒนาพืชพลังงาน เพื่อความมั่นคงด้านพลังงาน การแบ่งเขตการปลูกพืชตามศักยภาพของดินและการวิจัยพันธุ์พืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมกับภาคอีสานให้มีผลผลิตต่อไร่สูง เพื่อขจัดความยากจน เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2548)

การจัดทำภาพฉายอนาคตเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกในระดับภาคนี้ เน้นหนักไปที่พืชไร่นาอันเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย

4 ชนิด คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด โดยมองจากทิศทางของการพัฒนาในภาพรวมของประเทศไทยในอนาคต และเปรียบเทียบกับแนวทางการผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบันใน 2 ช่วงเวลา คือ ระยะสั้น (near-term) ครอบคลุมไปถึงปี พ.ศ.2583 (ค.ศ. 2040) และระยะยาว (long-term) ไปถึงปี พ.ศ. 2643 (ค.ศ. 2100)

สมมติฐานในการจัดทำภาพฉายอนาคตเน้นเฉพาะพื้นที่ปลูกพืชหลัก 4 ชนิดและการทำระบบเกษตรผสมผสานในลุ่มน้ำชี-มูล ในส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ นอกการเกษตรจะยังคงเดิมและยังไม่ได้วิเคราะห์การขยายตัวของชุมชนในอนาคต เพื่อให้ได้เห็นแนวโน้มการใช้ที่ดินตามศักยภาพสำหรับพืชหลักดังกล่าว ในแนวทางต่อไปนี้

1. ภาพอนาคตการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (Business as usual, BAU)

ระบบการผลิตในปัจจุบัน ถูกใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของการวิเคราะห์พื้นที่ โดยถือว่า พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ในปัจจุบันมีความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ตามความรู้และประสบการณ์ของเกษตรกรเอง เสมือนผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาระดับหนึ่งแล้วว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชดังกล่าวได้จริง

2. ภาพอนาคตการผลิตพืชอาหาร (Food bowl)

ระบบการผลิตนี้จะเน้นผลิตพืชอาหารเป็นหลัก เกษตรกรจะเน้นการผลิตข้าวเพื่อการค้าและการส่งออกตามแนวนโยบายการพัฒนาเพื่อให้ประเทศไทยเป็นครัวโลก (World's Kitchen) (ครัวไทย-ครัวโลก, 2549) ในอนาคตจะมีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวเต็มพื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกข้าวได้ พื้นที่เกษตรที่เหลือยังคงมีการผลิตพืชอื่นในพื้นที่ที่ทำอยู่เดิม ทั้งนี้ จะมีการพัฒนาระบบชลประทานขนาดใหญ่เต็มรูปแบบ มีการวิจัยหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ มีการจัดการพื้นที่เกษตรและมีการควบคุมศัตรูพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง โดยสามารถที่จะดำเนินการได้เต็มรูปแบบในอนาคตในระยะยาว ทำให้สามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวได้ทั้งนาปีและนาปรัง ข้าวมีราคาดี ระบบตลาดและ logistics มีประสิทธิภาพ

3. ภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงาน (Bio-fuel)

แนวนโยบายด้านพลังงานในอนาคต โดยเน้นการใช้เอทานอลมาผลิตก๊าซโซฮอล์ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมัน อนาคตของระบบเกษตรพืชไร่นาในเขตลุ่มน้ำชีมูล จะมีการส่งเสริมให้ปลูกพืชที่สามารถนำไปผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น โดยจัดลำดับความสำคัญของผลิต อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดตามลำดับ ทั้งนี้อาจจะมีการลดพื้นที่ปลูกข้าวลงบ้าง แต่ก็ยังมีการพัฒนาระบบชลประทานขนาดใหญ่ ทำให้สามารถปลูกอ้อยและมันสำปะหลังได้ดีในพื้นที่นาดอน มีการปรับเปลี่ยนข้าวโพดที่ปลูกในประเทศเป็นพันธุ์ที่ใช้ผลิตพลังงาน ระบบตลาดและ Logistics มีประสิทธิภาพ มีการจัดการพื้นที่เพาะปลูกและมีการควบคุมศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ภาพอนาคตการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Integrated farming)

เป็นแนวทางที่ตั้งเป้าหมายเพื่อสร้างความเข้มแข็งในการพึ่งพาตนเอง ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ระบบการผลิตทางการเกษตรจะยึดหลักความเหมาะสมของพื้นที่ในการผลิตพืชชนิดที่ได้ผลสูงสุด โดยมีการปลูกพืชเกษตรแบบผสมผสานเพื่อกระจายความเสี่ยง รวมทั้งทำให้มีอาหารเพื่อการดำรงชีพของมนุษย์มากขึ้น และให้ความสำคัญต่อระบบนิเวศลุ่มน้ำ มีการรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำส่งเสริมการขยายป่าชุมชน แนวทางของเกษตรผสมผสานจะทำให้เกิดความสมดุลและความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่มากขึ้น

ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

พื้นที่การผลิตแบบที่เป็นอยู่ ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากการแปลภาพดาวเทียมจากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โปรแกรม Agzone1.0 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ, 2544) พื้นที่ศึกษาครอบคลุม

ขอบเขต 17 จังหวัดบนลุ่มน้ำชี - มูล มีพื้นที่รวมประมาณ 96.7 ล้านไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ป่าประมาณ 21 ล้านไร่ พื้นที่เกษตรประมาณ 67.8 ล้านไร่ สิ่งก่อสร้าง, ที่อยู่อาศัย หรือ ย่านชุมชนประมาณ 3.8 ล้านไร่ ทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ, พื้นที่ชุมน้ำประมาณ 1.9 ล้านไร่ และพื้นที่อื่นๆ อีกประมาณ 2 ล้าน

ข้อมูลดินใช้ข้อมูลกลุ่มชุดดิน (Soil series group) จากกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) ประกอบด้วย 62 กลุ่มชุดดิน ในพื้นที่ 17 จังหวัดนี้ เป็นพื้นที่ดินที่ใช้ทำการเกษตรได้ประมาณ 86.5 ล้านไร่ และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสำหรับทำการเกษตรหรือเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์อื่นที่ไม่ใช่การเกษตรประมาณ 10 ล้านไร่

ข้อมูลภูมิอากาศรายวัน ได้จากการประเมินแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model GCM) PRECIS (Jones et al, 2004) ในรายละเอียดระดับ 20x20 กิโลเมตร ภายใต้สภาพเงื่อนไขของการใช้พลังงานของโลกแบบ A2 ตามรายงานของ IPCC (Giorgi and Hewitson, 2001) ข้อมูลกริดอากาศได้รับจากศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูเพาะปลูกมาช่วยวิเคราะห์ในการทำภาพฉายอนาคตอีกด้วย

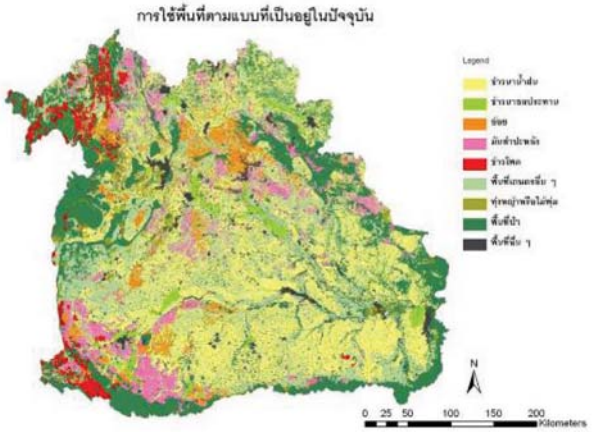
มีการศึกษาโครงการชลประทานในอนาคตหลายโครงการในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลโครงการชลประทานตามแผนพัฒนาร่วมโครงการโขง-ชี-มูล โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (มนตรี, 2551) ที่ได้ทำการพัฒนาระบบชลประทานที่มีอยู่เดิมให้ใช้ประโยชน์ได้สูงสุด แล้วพัฒนาระบบชลประทานโดยใช้น้ำจากแม่น้ำโขงให้สามารถทำการเกษตรได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งได้เริ่มดำเนินการไปบ้างแล้วและคาดว่าจะเสร็จสมบูรณ์ในระยะยาว

ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม และพื้นที่แล้งซ้ำซาก ใช้ข้อมูลจากรายงานการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากประเทศไทย จัดทำโดยส่วนวิจัยและวางแผนพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมและน้ำท่วมซ้ำซาก สถาบันวิจัย พัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน (2548) โดยพิจารณาจากพื้นที่ราบลุ่มต่ำ ซึ่งฤดูฝนมักมีน้ำท่วมขังพื้นที่เสมอ (1-3 ครั้งต่อปี) ร่วมกับการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมเปรียบเทียบในช่วง 3 ปี คือ พ.ศ. 2544, 2545 และ 2546 พื้นที่ที่น้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ศึกษาในรอบ 10 ปี พบประมาณ 1.8 ล้านไร่ แต่มีพื้นที่ที่ท่วมมากกว่า 4 ครั้งในรอบ 10 ปีประมาณ 1.1 ล้านไร่

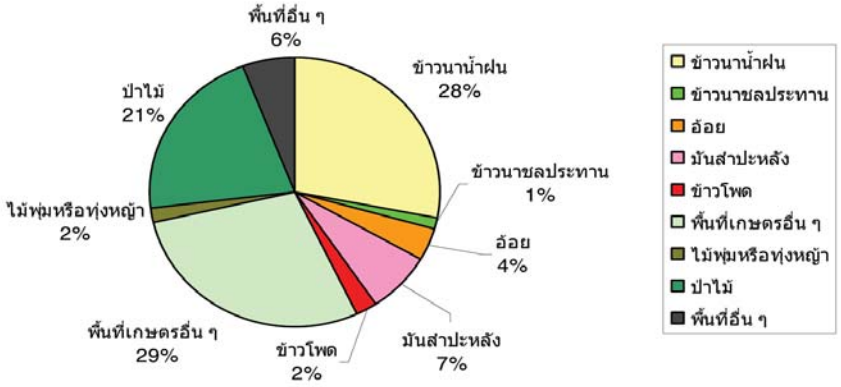
ผลการวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่ผลิตพืชตามภาพอนาคตที่กำหนด

ภาพอนาคตการผลิตพืชแบบที่เป็นอยู่ (BAU)

ใช้พื้นที่เกษตรในการผลิตพืชทั้ง 4 ชนิดในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ และสัดส่วนการใช้ที่ดินที่เป็นอยู่ในปัจจุบันดังรูปที่ 2



Scenario 1: Business as Usual



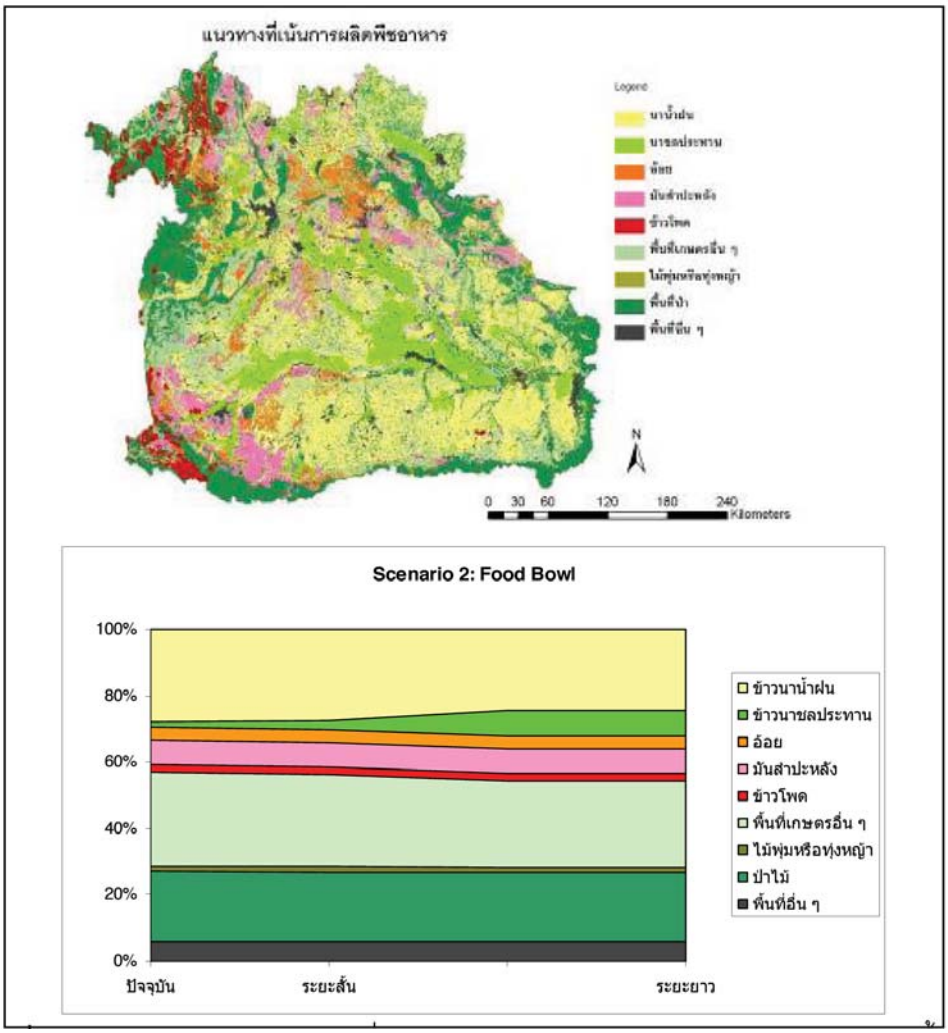
รูปที่ 2. พื้นที่และสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ 15 จังหวัดบนลุ่มน้ำชี-มูล ตามภาพอนาคตการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (Business as usual)

การใช้ที่ดินแบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนและพื้นที่นาชลประทานพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดประมาณ 28.8 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งประเทศ พื้นที่ปลูกอ้อยในพื้นที่นี้มีประมาณ 3.7 ล้าน คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีประมาณ 7.1 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศ พื้นที่ปลูกข้าวโพดส่วนมากอยู่ทางตะวันออกของพื้นที่ มีพื้นที่ปลูกประมาณ 2.3 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 18 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งประเทศ (เกริก และคณะ, 2551) รวมแล้วมีพื้นที่ทำการเกษตรประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด

แต่จากรายงานของสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2550) พบว่า พื้นที่ทำการเกษตรจะแตกต่างจากพื้นที่ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น พื้นที่ทำการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทั้งหมด 57.8 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 33 ล้านไร่ ข้าวนาปรัง 1.2 ล้านไร่ มันสำปะหลัง 4.2 ล้านไร่ ข้าวโพด 1.2 ล้านไร่ ป่าไม้และป่าสงวนแห่งชาติ 16.5 และ 6.4 ล้านไร่ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความต่างกันของระดับความละเอียดของข้อมูลเบื้องต้น

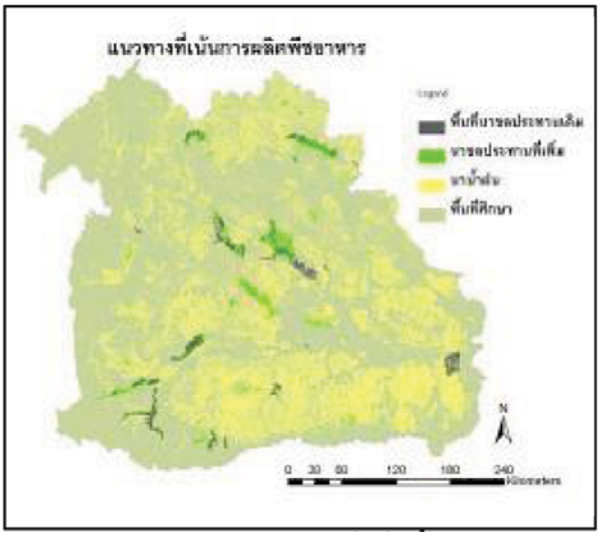
ภาพอนาคตการผลิตพืชอาหาร (Food bowl)

เน้นพื้นที่ปลูกข้าวเป็นหลัก พื้นที่ที่เหลือจากการปลูกข้าวจึงจะใช้ปลูกพืชอื่น คือ อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดตามลำดับ ผลการวิเคราะห์นำมาแสดงเป็นสัดส่วนของพื้นที่ที่มีศักยภาพและพื้นที่อื่นๆ ดังรูปที่ 3



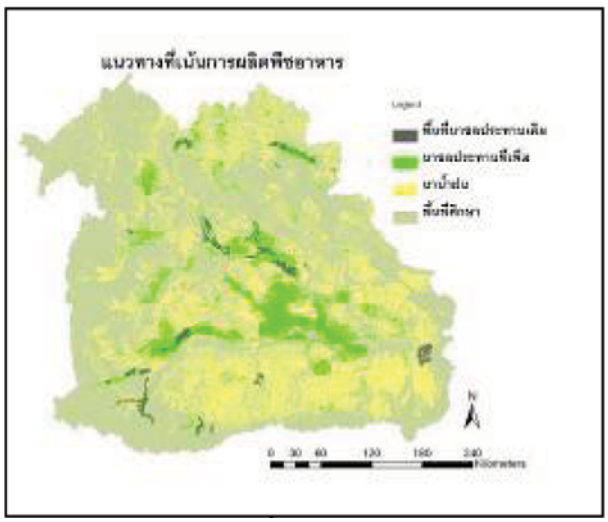
รูปที่ 3. สัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ในช่วงระยะเวลาต่างๆ จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ปลูกพืชตามภาพอนาคตการผลิตพืชอาหาร (Food bowl)

ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า ยังมีพื้นที่นาชลประทานบางส่วนที่มีดินเหมาะสำหรับการปลูกข้าวแต่ยังไม่ได้ใช้พื้นที่นั้นปลูกข้าวในปัจจุบัน รูปที่ 4 แสดงพื้นที่มีศักยภาพในการทำนาชลประทานที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 4. แสดงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการนาชลประทานที่เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ตามภาพอนาคตการผลิตพืชอาหารในระยะสั้น พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

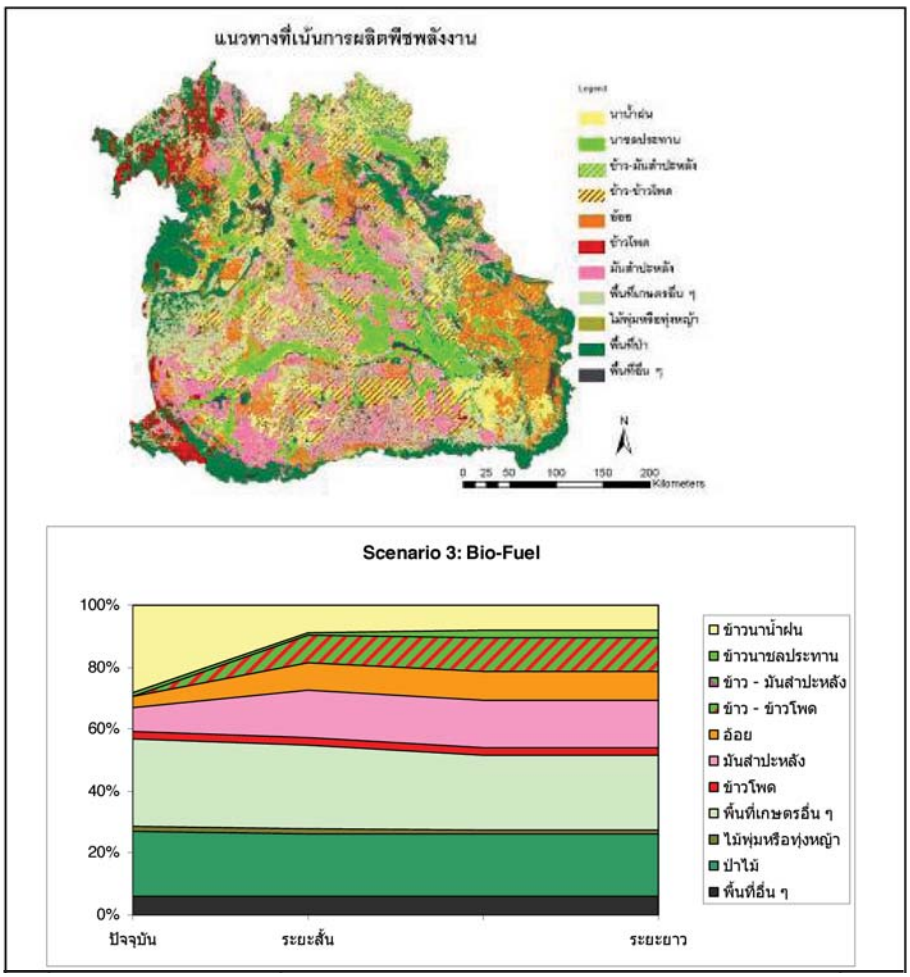
ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานในระยะยาวก็สามารถเพิ่มขึ้นได้อีกร้อยละ 23 ของพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานเดิม (รูปที่ 5) แสดงว่า น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ดังนั้นเมื่อมีโครงการชลประทานเข้าไปในพื้นที่ ก็สามารถเปลี่ยนเป็นพื้นที่ปลูกข้าวได้ทันที พื้นที่ปลูกอ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด ยังคงเดิมเพราะพื้นที่ปลูกพืชเหล่านี้ส่วนใหญ่อยู่บนที่ดอนไม่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวอยู่แล้ว พื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนเดิมบางส่วน และจากพื้นที่ปลูกพืชอื่นๆ ที่ระบบชลประทานใหม่จะเข้าไปถึงในอนาคต



รูปที่ 5. พื้นที่นาชลประทานที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ในระยะยาว จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ตามภาพอนาคตการผลิตพืชอาหาร ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

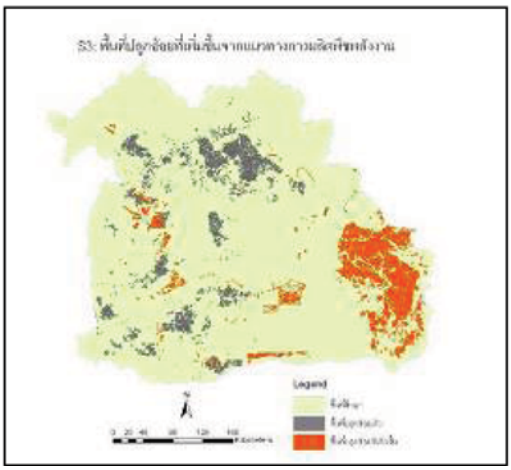
ภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงาน (Bio-fuel)

แนวทางนี้จะเน้นการผลิตพืชเพื่อนำไปผลิตเอทานอล โดยจัดลำดับความสำคัญในการตัดสินใจปลูกอ้อย ก่อนมันสำปะหลัง และก่อนข้าวโพด ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พื้นที่ตามเงื่อนไขดังกล่าว ได้ผลดังแสดงเป็นสัดส่วนของพื้นที่ปลูกพืชต่างๆ ดังรูปที่ 6



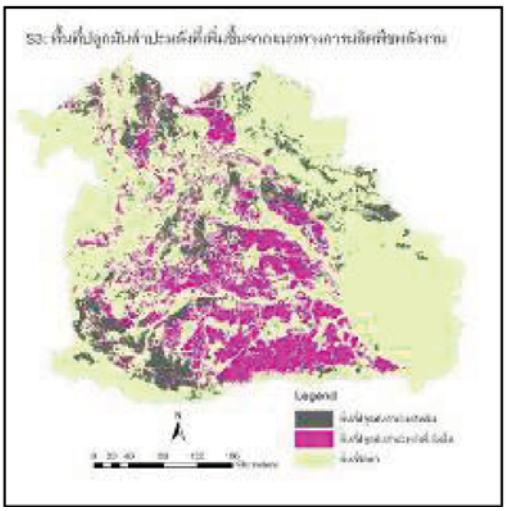
รูปที่ 6. พื้นที่และสัดส่วนการใช้พื้นที่ตามภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงาน (Bio-fuel) ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

การกำหนดพื้นที่เพื่อปลูกอ้อยเพิ่มตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้ได้พื้นที่ปลูกอ้อยในระยะสั้นเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่าในพื้นที่นาดอนทางตะวันออกเฉียงใต้ของภาคอีสาน (รูปที่ 7) ส่วนในระยะยาวพื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นอีกไม่มาก เพราะต้องการเพิ่มพื้นที่ปลูกเฉพาะที่นาดอน ที่มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอเท่านั้น และอ้อยเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากเช่นกัน



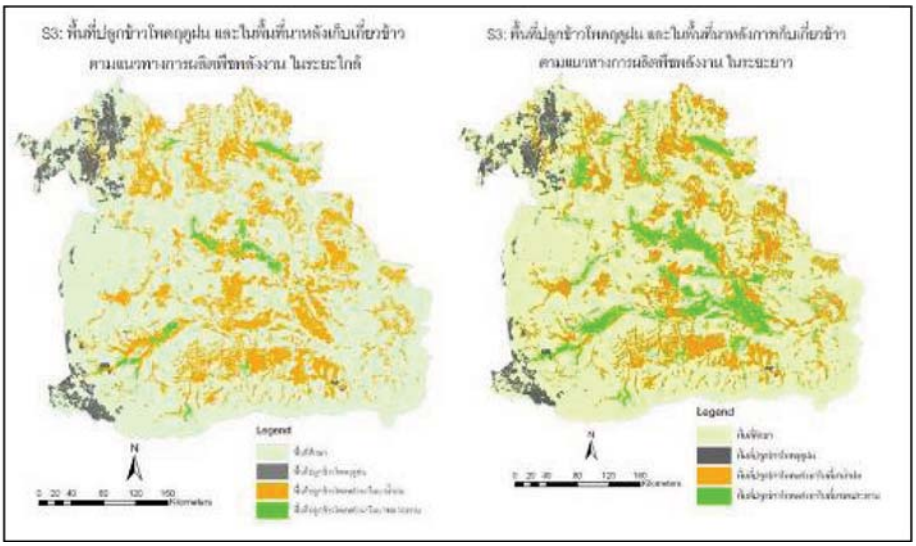
รูปที่ 7. พื้นที่ปลูกอ้อยที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นตามภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงาน ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

การขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังสามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกได้ถึง 2 เท่าของพื้นที่ปลูกเดิม เพราะมีแผนในการเปลี่ยนที่นาที่อยู่ในพื้นที่แล้งซ้ำซากและพื้นที่นาดอนที่เหลือจากการปลูกอ้อยมาปลูกมันสำปะหลัง 12 เดือน (รูปที่ 8) ส่วนพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 6 เดือนหลังการเก็บเกี่ยวข้าวนั้นมีไม่มาก เพราะในพื้นที่นาลุ่มเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว จึงไม่เหมาะกับการปลูกมันสำปะหลัง



รูปที่ 8. พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นตามภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงาน ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

รูปที่ 9 แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดในฤดูฝน ซึ่งไม่ได้เพิ่มไปจากเดิมตามระยะเวลาเนื่องมาจากปลูกอ้อยและมันสำปะหลังเป็นส่วนใหญ่แล้ว แต่พื้นที่ปลูกข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวสามารถเพิ่มพื้นที่ได้มาก เนื่องจากข้าวโพดไม่มีข้อจำกัดเรื่องดินเหนียวเหมือนมันสำปะหลัง แต่ยังเป็นคำถามสำหรับการปลูกในพื้นที่นาน้ำฝนว่าจะมีปริมาณน้ำเพียงพอตลอดการเพาะปลูกหรือไม่ พื้นที่ปลูกในนาชลประทานเพิ่มขึ้นตามการขยายเขตชลประทานตามแผนที่ตั้งไว้ในระยะยาว



รูปที่ 9. พื้นที่ปลูกข้าวโพดฤดูฝน และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกข้าวโพดหลังเก็บเกี่ยวข้าวในนาน้ำฝนและนาชลประทาน ในระยะใกล้ ถึงระยะยาว ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

ภาพอนาคตการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Integrated farming)

การวิเคราะห์ในระยะสั้นกำหนดให้ พื้นที่ป่าสงวนและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่มีอาณาเขตชัดเจน พื้นที่ป่าอื่นๆ ในเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A จัดกลุ่มเป็นพื้นที่อนุรักษ์ซึ่งมีพื้นที่รวมประมาณร้อยละ 13 ของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่ทำการเกษตรเดิมและพื้นที่ที่มีดินดีสามารถทำการเกษตรได้ประมาณร้อยละ 65 ของพื้นที่ทั้งหมด ถูกจัดให้เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำการเกษตร เมื่อหักพื้นที่ปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด (ข้าว อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพด) ในพื้นที่นี้ ยังมีพื้นที่สำหรับทำการเกษตรอื่นๆ และพื้นที่ป่านอกเขตอนุรักษ์ปะปนอยู่ แต่สำหรับพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1B ที่ไม่อยู่ในเขตอนุรักษ์ประมาณ 7 แสนไร่ถูกปรับมาเป็นระบบวนเกษตรตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

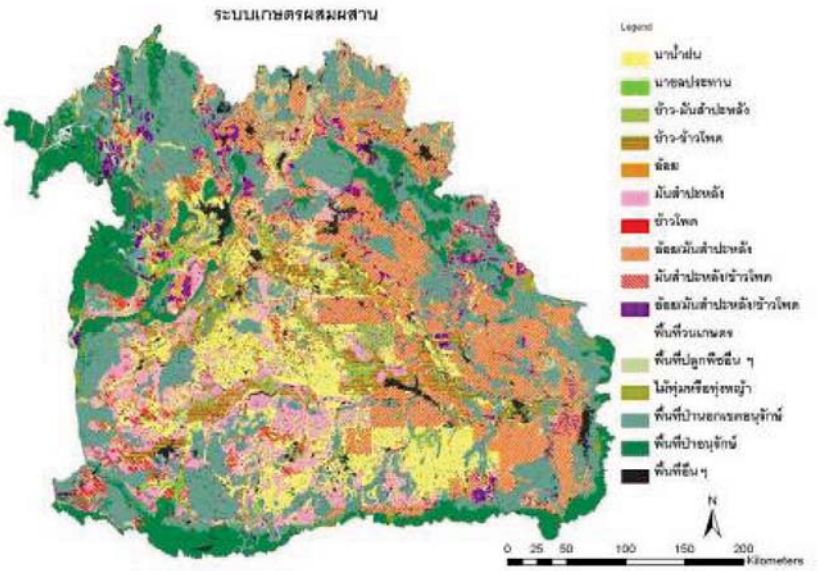
ในระยะยาว การกำหนดพื้นที่ปลูกพืชไร่-นาใช้ตามความเหมาะสมของที่ดินเป็นหลัก และต้องการเก็บพื้นที่อนุรักษ์ไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และต้องการรักษาระบบนิเวศของพื้นที่อีกด้วย ผลจากการวิเคราะห์ทำให้พื้นที่และสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนไปดังรูปที่ 10 ทำให้มีพื้นที่ในเขตอนุรักษ์ร้อยละ 12 และพื้นที่ป่าไม้นอกเขตอนุรักษ์ร้อยละ 28 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่านอกเขตอนุรักษ์นี้สามารถนำมาพิจารณาเพื่อเก็บรักษาเป็นพื้นที่อนุรักษ์หรือทำวนเกษตร หรือปลูกไม้ยืนต้นได้ตามสภาพและความเหมาะสมของพื้นที่นั้น

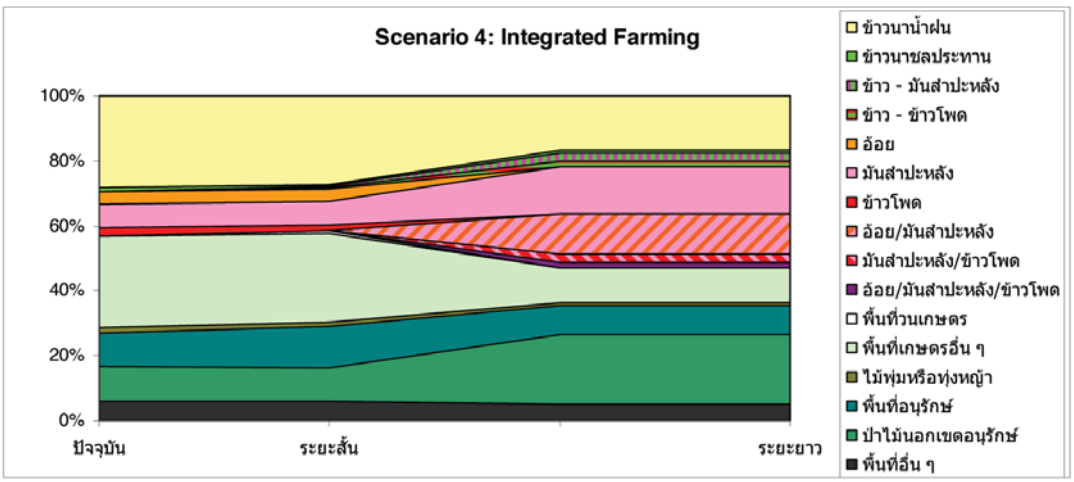
เมื่อต้องการปลูกพืชตามความเหมาะสมของที่ดินเป็นหลัก พื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนจะลดลงเหลือร้อยละ 16 ของพื้นที่ แต่สำหรับนาชลประทานเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีพื้นที่รับน้ำชลประทานเพิ่มขึ้นจากโครงการชลประทานใหม่ แต่ถ้าเทียบกับภาพอนาคตอื่นข้างต้นในระยะเดียวกัน จะเห็นว่าพื้นที่น้อยกว่าภาพอนาคตการผลิตพืชอาหาร เนื่องจากพิจารณาตามความเหมาะสมของที่ดินในการปลูกข้าวด้วย

หากพิจารณาตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ว่าการปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดอายุสั้นแทนการปลูกข้าวนาปรัง เพื่อลดการใช้น้ำในฤดูแล้ง จะได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังและข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 3.3 ล้านไร่ และ 2.2 ล้านไร่ตามลำดับ

สำหรับพื้นที่ดอน พิจารณาพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ 3 ชนิด คือ อ้อย มันสำปะหลังและ

ข้าวโพด ตามเงื่อนไขที่ใช้ในภาพฉายอนาคต ร่วมกับข้อมูลตามรายงานการจัดการทรัพยากรดินตามความเหมาะสม ของกรมพัฒนาที่ดิน ทำให้ได้พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลังถึงประมาณ 40 ล้านไร่ และมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพืชทั้ง 3 ชนิด (อ้อย, มันสำปะหลัง หรือข้าวโพด) ประมาณ 2.3 ล้านไร่ พื้นที่ที่เหมาะสำหรับปลูกอ้อยหรือมันสำปะหลังประมาณ 18.2 ล้านไร่ และเหมาะสำหรับการปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดประมาณ 5.8 ล้านไร่ ในกรณีนี้ เกษตรกรหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถเลือกได้ว่าต้องการปลูกพืชชนิดใด นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ทำเกษตรที่ไม่เหมาะกับพืชทั้ง 3 ชนิด ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม “พื้นที่เกษตรอื่นๆ” ซึ่งสามารถนำมาคัดเลือกเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น หรือระบบวนเกษตรได้เช่นกัน





รูปที่ 10. พื้นที่และสัดส่วนของพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกพืชต่างๆ ตามภาพอนาคตการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Integrated farming) ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล

สรุปโดยรวม การทำการเกษตรผสมผสานในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูลนี้ สามารถจัดแบ่งพื้นที่เป็นพื้นที่อนุรักษ์ร้อยละ 12 พื้นที่ป่านอกเขตอนุรักษ์ (ที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นพื้นที่อนุรักษ์ใหม่ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น)ร้อยละ 28 พื้นที่นาร้อยละ 24 และพื้นที่ทำการเกษตรอื่นๆ ร้อยละ30 และพื้นที่อื่น ๆ เช่นที่อยู่อาศัยอีกประมาณร้อยละ 6 ของพื้นที่ทั้งหมด

สรุป

การจัดทำภาพฉายอนาคตเพื่อหาทางเลือกในการจัดการพื้นที่เกษตรในอนาคต แสดงให้ว่าพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำชี-มูลมีศักยภาพสูงสำหรับการผลิตพืชไร่นาเป็นพืชอาหาร และพืชพลังงาน และยังสามารถจัดการพื้นที่บางส่วนให้เป็นระบบเกษตรผสมผสานเพื่อการใช้ที่ดินที่ยั่งยืน

ในแนวทางการผลิตที่เน้นการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน ทำให้มีต้องการพื้นที่การผลิตพืชสำคัญเพิ่มขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ก็สามารถหาพื้นที่เพื่อการผลิตเพิ่มได้ตามต้องการ ส่วนแนวทางระบบเกษตรผสมผสาน ผลการวิเคราะห์ก็สามารถจัดแบ่งสัดส่วนพื้นที่ได้เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ครั้งนี้ เน้นพิจารณาเฉพาะพื้นที่สำหรับปลูกพืชไร่นา 4 ชนิด (ข้าว อ้อย มันสำปะหลังและอ้อย) และพิจารณาเฉพาะคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เท่านั้น อีกทั้งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีระดับมาตราส่วนที่ค่อนข้างหยาบ แต่ก็สามารถแสดงบริเวณและพื้นที่ที่มีศักยภาพด้วยแผนที่ได้ชัดเจน ขณะเดียวกันยังต้องมีการปรับปรุงให้เห็นเป็นภาพปัจจุบันและมีรายละเอียดมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยอาจเลือกพื้นที่ตัวแทนเพื่อเป็นพื้นที่ศึกษาอย่างละเอียด มาวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ-สังคมเพิ่มเติม เพื่อที่จะได้ทราบที่มาที่ไปและเข้าใจระบบการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา เพื่อที่จะสามารถนำผลจากการวิเคราะห์นั้นมาปรับปรุงการวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือและเสนอแนวทางในการปรับตัวในอนาคตต่อการผลิตพืชผลทางการเกษตรให้ทั้งเกษตรกรเอง และผู้บริหารในระดับต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การศึกษาความเสี่ยง ความเปราะบาง และแนวทางการปรับตัว ของระบบเกษตรและสังคมเกษตรกรต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาระบบเกษตรพืชไร่-นา ในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล” ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ขอขอบคุณนักวิชาการเกษตรจากหน่วยงานต่างๆ อาทิ กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น และคณะวิจัยโครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิต ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนข้อมูล และความรู้จากผู้เชี่ยวชาญในการเลือกพื้นที่เพื่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. **คำอธิบายกลุ่มชุดดินในประเทศไทย.** (software)

กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. **ระบบฐานข้อมูลดิน Soil View version 2.0.** ฝ่ายระบบสารสนเทศวิชาการ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมพัฒนาที่ดิน. 2542. **รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 1 ดินบนพื้นที่ราบต่ำ.**

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. **รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน.**

ครัวไทย-ครัวโลก. 2549. ทรานสปอร์ต เจเนรัล ฉบับที่ 375 ประจำวันที่ 22-28 พฤษภาคม 2549.

มนตรี จันทวงศ์. 2551. **โครงการนิเวศวิทยาในภูมิภาคอินโดจีนและพม่า** (TERRA). 8 หน้า.

www.livingriversiam.org/mk/mek_a22.pdf (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 19 เมษายน 2552).

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ. 2544. **โปรแกรมสนับสนุนการกำหนดเขตปลูกพืชเศรษฐกิจ** (AgZone 1.0) กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สุชาติ เหรียญทอง และเกษร จำปา. 2548. **รายงานการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากประเทศไทย. เอกสารวิชาการเลขที่ 04/10/48. ส่วนวิจัยเพื่อวางแผนพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมและน้ำท่วมซ้ำซาก.** สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 185 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2548. **สรุปผลการสัมมนาระดมความคิดเห็นระดับภาคเรื่อง "แนวคิดและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาฯฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)".** วันที่ 16-17 ธันวาคม 2548 ณ จังหวัดขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย 2550.** http://www.oae.go.th/statistic/yearbook50/ (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 19 เมษายน 2552)

Behan, J. and K. McQuinn. 2002. Projections of Agricultural Land Use and the Consequent Environmental Implication. End of Project Report. Project no. 4822. Teagasc (Agriculture and Food Development Authority), Ireland. 14 p.

IPCC. 2007. **Climate Change 2007: Synthesis Report.** Summary for Policymakers. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 22p.

Giorgi, F. and Hewitson, B. 2001. Regional climate information - evaluation and projections. In Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M. Van Der Linden, P.J. and Xaoaosu, D. eds., **Climate Change 2001: The Scientific Basis.** Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 583-683.

Jones, R.G., Noguer, M., Hassell, D.C., Hudson, D., Wilson, S.S., Jenkins, G.J. and Mitchell, J.F.B. 2004. **Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS.** Met. Office Hadley Centre, Exeter, UK, 40pp.

Lin, Y., N. Hong, P. Wu, C. Wu and P.H. Verburg. 2007. Impacts of Land Use Change Scenarios on Hydrology and Land Use Patterns in the Wu-Tu Watershed in Northern Taiwan. Landscape and Urban Planning. Vol. 80(1-2): 111-126. Elsevier, Amsterdam.

Link, P.M. and C. Schleupner. 2007. Agricultural Land Use Change in Eiderstedt: Historical Developments and Future Plans. Coastline Reports No. 9 (2007), ISSN 0928-2734, ISBN 978-3-9811839-1-7, pp 197-206.

Luijten, J.C. 2003. A Systematic Method for Generating Land Use Patterns Using Stochastic Rules and Basic Landscape Characteristics: Results for a Columbian Hillside Watershed. **Agriculture, Ecosystems & Environment.** Vol. 95(2-3): 427-441.

Roetter, R.P., A.G. Laborte, C.T. Hoanh, H. Van Keulen and C.A. Van Diepen. 2001. Option for Future Agricultural Land Use in South and Southeast Asia: Cross-Site Experiences at Sub-National Scale. Paper presented on "Integrated Management for Sustainable Agriculture, Forestry and Fisheries Workshop" August 28-31, 2001. CIAT, Cali, Colombia.

Schaldach, R., J. Alcamo, J. Koch and D. Lapola. 2009. Scenarios of Agricultural Land-Use Change in Africa under Changing Climate Conditions. Earth and Environmental Science. 6(2009). IOP Conf. Series (Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions). IOP Publishing Ltd.

The Foresight Expert Group. 2007. **FFRAF Report: Foresighting Food, rural and agri-futures.** Synthesis paper. Version 20 February 2007. SCAR Initiatives: Foresight Process. http://ec.europ.eu/research/agruculture/scar/index_en.cfm?p=3_foresight (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 19 เมษายน 2552)