

การประเมินศักยภาพที่ดินในระบบภูมิสารสนเทศ สำหรับการแบ่งเขตผลิตพืชแม่นยำ
Land Evaluation in GIS for Precision Crop Zoning

สุทัศน์ สุรวาณิช^{1/} ประณต มณีอินทร์^{1/}
Sutat Suravanit^{1/} Pranot Maniin^{1/}

Received 19 Sept. 2022/Revised 07 Jun. 2023/Accepted 14 Jun. 2023

ABSTRACT

Suitable land selection is an extremely important first step for crop cultivation. The suitable land must fulfill soil requirements such as physical properties, chemical properties, nutrients in the soil as well as climate requirements of plants. The land suitability can be assessed by Land Evaluation process. But due to the fact that the factors necessary for the production of crops have different levels of impact, and also affecting other factors, the Analytical Hierarchical Processing (AHP) and the Pairwise Comparison Method were developed in conjunction with geographic information technology (GIS) in this project. Kanchanaburi Province and Oil Palm were selected as a case study. The potential of the area in oil palm yield production was compared to that of Southern Thailand. As a result, we were able to produce the "Oil Palm Yield Prediction Model" of Kanchanaburi Province. Suitable areas for planting oil palm (P1) that had the potential to yield more than 3 tons/rai/year were mostly scattered in plains area of Sangkhla, Thong Pha Phum, and Sai Yok districts totaling 606,628 rai. The moderately suitable areas for planting oil palm (P2) that had the potential to yield between 2.5-3 tons/rai/year, were mostly scattered in the plains area of Sangkhla, Thong Pha Phum and Sai Yok districts, totaling 564,512 rai

Keywords: multi-factor land evaluation in GIS, crop requirement, degree of limitation to crop growth, analytical hierarchical processing (AHP), map evaluation

^{1/} คณะวนวัฒนกรรมเกษตร วิทยาลัยนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

^{1/} Faculty of Agricultural Innovation, College of Agricultural Innovation and Food Technology Rangsit University.

* Corresponding author: Sutat.s@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

การขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากแหล่งปลูกเดิมไปยังแหล่งปลูกใหม่ และการตัดสินใจเลือกพื้นที่ปลูกต้องการข้อมูลสนับสนุนการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญมากต่อการผลิต พื้นที่ที่เหมาะสมต้องประกอบไปด้วยปัจจัยดินที่จำเป็นต่อการผลิตพืช และปัจจัยสภาพอากาศที่จำเป็นต่อการผลิตพืช ความเหมาะสมของพื้นที่สามารถวิเคราะห์สำรวจได้โดยวิธีการประเมินศักยภาพที่ดิน ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำของการประเมินศักยภาพที่ดิน ด้วยการประมวลผลตามลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchical Processing : AHP) ร่วมกับวิธีการเปรียบเทียบแบบคู่แปะไวร์คอมแพริสัน (Pairwise Comparison Method) จึงได้รับการพัฒนาขึ้นโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือจัดทำเป็นพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้ และการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากแหล่งปลูกเดิมไปยังแหล่งปลูกใหม่ ในกรณีศึกษาการปลูกปาล์มน้ำมัน ได้เลือกพื้นที่ จ.กาญจนบุรี ด้วยสมมติฐานว่า พื้นที่ที่มีปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่นเดียวกับภาคใต้พื้นที่นั้นจะให้ผลผลิตในระดับเดียวกัน ผลการศึกษาได้แผนที่รูปแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมัน จ.กาญจนบุรี ที่สามารถระบุพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน (P1) ที่มีศักยภาพให้ผลผลิตมากกว่า 3 ตัน/ไร่/ปี ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่ม อ.สังขละ ทองพูนภูมิ และไทรโยค รวม 606,628 ไร่ และพื้นที่เหมาะสมปานกลางต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน (P2) ที่มีศักยภาพให้ผลผลิตระหว่าง 2.5-3 ตัน/ไร่/ปี ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มของ อ.สังขละทองพูนภูมิ และไทรโยค รวม 564,512 ไร่

คำสำคัญ: การประเมินศักยภาพที่ดินด้วยหลายปัจจัย ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, ปัจจัยการผลิตที่พืชต้องการ ชีตจำกัดของการผลิตพืช, ประมวลผลตามลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, การประเมินศักยภาพ

บทนำ

เกษตรกร/ผู้ประกอบการจำนวนไม่น้อยเมื่อต้องการผลิตพืช จะตัดสินใจเลือกผลิตพืชตามกระแสความต้องการของตลาด ตามกระแสราคา โดยไม่คำนึงถึงหรืออาจไม่ทราบว่า โดยธรรมชาติของพืชแต่ละชนิดนั้น ย่อมต้องการพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อพืชไม่เหมือนกัน การพิจารณาเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะถ้าเลือกผลิตพืชไม่เหมาะสมต่อพื้นที่ พืชบางชนิดกว่าจะทราบผลว่าไม่เหมาะสมนั้นต้องใช้เวลาหลายปี ทำให้เสียทั้งเวลาและเงินทุนในการปรับเปลี่ยนไปผลิตพืชใหม่ คำว่าพื้นที่เหมาะสมนั้นหมายถึง พื้นที่ ๆ ประกอบไปด้วยปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตพืช (Crop requirements) ตามที่พืชนั้น ๆ ต้องการ สุทัศน์ (2560) ได้แบ่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตพืชเป็น 2 กลุ่มหลัก 1. ปัจจัยดินที่จำเป็นต่อการผลิตพืช (Soil requirements) เช่น สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน รวมทั้งธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินที่พืชต้องการ เป็นต้น และ 2. ปัจจัยภูมิอากาศที่จำเป็นต่อการผลิตพืช (Climatic requirements) เช่น แสง อุณหภูมิ และความชื้น เป็นต้น ดังนั้น การเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมกับการปลูกพืชแต่ละชนิดจึงมีความจำเป็น เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต

ปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตพืช

(Crop requirements)

1. ปัจจัยดินที่จำเป็นต่อการผลิตพืช (Soil requirements)

ประกอบด้วย 3 กลุ่มปัจจัยย่อย ได้แก่

1.1 สมบัติทางกายภาพของดินที่พืชต้องการ (Soil physical properties requirements)

ความลึกหน้าดิน (Soil Depth) เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณของดิน ที่รากพืชสามารถดูดซับความชื้นและธาตุอาหาร ถ้าดินตื้นพืชจะได้รับความชื้นและธาตุอาหารน้อย ทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาของระบบรากพืช ทำให้พืชล้มง่ายและยังมีผลทางอ้อมทำให้ระดับน้ำใต้ดินตื้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีน้ำท่วมขังในฤดูฝน รากพืชอาจเน่าตายได้ (สุทัศน์, 2560) แต่ถ้าหน้าดินลึกจะมีผลดีต่อการพัฒนาของระบบรากพืช พืชสามารถหยั่งรากลึก ลำต้นมั่นคงแข็งแรง ทนลมได้ดี ทำให้การระบายน้ำดีขึ้น แต่ข้อเสียคือ มีผลทำให้ระดับน้ำใต้ดินธรรมชาติอยู่ลึก อาจทำให้พืชขาดน้ำได้เมื่อฝนทิ้งชว่นาน หรือในฤดูแล้ง เป็นต้น นครและคณะ (2541) รายงานว่า ความลึกหน้าดินที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันควรลึกมากกว่า 150 ซม. ซึ่งสอดคล้องกับ Sinthurahat (1992) ที่พบว่าความลึกหน้าดินที่เหมาะสมสำหรับยางพาราควรลึกมากกว่า 150 ซม. ความลึกระหว่าง 100-150 ซม. ถือว่าเหมาะสมปานกลาง เช่นกัน

ระดับน้ำใต้ดิน (Ground water table depth) เป็นระดับของหน้าดินที่มักมีน้ำขึ้นท่วมถึงเป็นประจำ หากพื้นที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้นจะเหมาะสมกับการปลูก พืชไร่ พืชผัก แต่ไม่เหมาะกับไม้ยืนต้นทั่วไป เพราะจะเกิดการช้ำแ่งของราก พืชอาจเน่าตายได้ ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการรองปลูกพืช แต่ถ้าพื้นที่นั้นเคยปลูกพืชไร่พืชผักมาก่อน พื้นที่ที่ถูกบดอัดด้วยเครื่องจักรกลจนเกิดชั้นดินดาน ทำให้เกิดชั้นระดับน้ำใต้ดินเทียมได้ สุทัศน์ (2560) รายงานว่า หากเกิดน้ำท่วมขังสามารถ

แก้ไขได้โดยการระบายน้ำออกจากผิวดิน (Surface drainage) หรือระบายออกภายในใต้ดิน (Subsurface drainage) แต่วิธีการแก้ไขจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มได้ ในทางตรงกันข้ามหากพื้นที่ระดับน้ำใต้ดินลึก ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เย็นต้นชอบ แต่ถ้าลึกเกินไปก็เกิดปัญหาการเจริญเติบโตของพืชได้ สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยการชลประทานหรือนำน้ำช่วย นคร และคณะ (2541) พบว่า ระดับความลึกของน้ำใต้ดินที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันควรอยู่ระหว่าง 30-150 ซม. จากผิวดิน ในขณะที่ Sinthurahat (1992) พบว่า ระดับความลึกของน้ำใต้ดินที่เหมาะสมสำหรับยางพาราควร >100 ซม. หากมีความลึกระหว่าง <50-100 ซม. จากผิวดิน จัดว่าเหมาะสมปานกลาง เป็นต้น

การระบายน้ำของดิน (Soil water drainage) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน มีผลต่อการสะสมของน้ำในดิน การขาดน้ำ น้ำท่วมขังอากาศในดินส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าดินมีการระบายน้ำดี จะเหมาะสมกับการปลูกพืชไร่ พืชผัก และไม้ยืนต้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าพื้นที่ระบายน้ำไม่ดีจะมีความเหมาะสมสำหรับการทำนา

เนื้อดิน (Soil texture) หมายถึง ความหยาบละเอียดของดินอันเป็นผลมาจากสัดส่วนของอนุภาคดิน sand, silt และ clay ที่รวมตัวกันเป็นองค์ประกอบดิน เนื้อดินมีผลต่อการระบายน้ำของดิน การอุ้มน้ำของดิน การระเหยของน้ำในดิน การถ่ายเทอากาศภายในดิน การดูดซับธาตุอาหาร การปลดปล่อยธาตุอาหารของดิน กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ดิน ความยากง่ายต่อการไถพรวนเตรียมพื้นที่ และการพัฒนาของระบบรากพืช เป็นต้น ดังนั้น หากเนื้อดินเหมาะสมต่อพืช พืชจะเจริญเติบโตดี เช่น ปาล์มน้ำมัน และยางพารา ต้องการเนื้อดินร่วนเหนียว ร่วนเหนียวปนทราย (นคร และคณะ 2541 และ Sinthurahat, 1992)

โครงสร้างของดิน (Soil structure) มีผลต่อการระบายน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน การไหลเวียนของน้ำในดิน การถ่ายเทอากาศในดิน และมีผลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ดิน และสิ่งมีชีวิตในดิน ดังนั้น หากโครงสร้างของดินดี จะมีผลทำให้การพัฒนาของระบบรากพืชดี ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

ความลาดชัน (Slope) เป็นสภาพของดินที่แก้ไขไม่ได้ ในการผลิตพืชเศรษฐกิจ เช่น ปาล์มน้ำมัน สภาพลาดชันหรือที่ลุ่มดอนเกินไปถือว่าไม่เหมาะสม เนื่องจากผลผลิตปาล์มน้ำมันต้องมีการเก็บเกี่ยวส่งโรงงานภายใน 24 ชม. เดือนละ 2 ครั้ง ที่ลาดชันทำให้การขนย้ายทะลายปาล์มสดออกจากพื้นที่ไม่สะดวก ความลาดชันถึงแม้จะสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการปลูกตามแนวระดับ (Contour) หรือถ้าชันมากก็สามารถปลูกโดยทำขั้นบันไดได้ แต่ต้องลงทุนเพิ่ม เช่น การเก็บเกี่ยว การขนย้าย และค่าแรงงานที่เพิ่มสูงกว่าพื้นที่ราบ อีกทั้งเป็นสภาพที่มีการสูญเสีย น้ำ สูญเสียหน้าดิน เพราะถูกการชะล้างได้ง่ายตลอดเวลา และยังต้องลงทุนในการดูแลเครือข่ายถนนอีกด้วย ดังนั้นพื้นที่ลาดชันมากจึงไม่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มนคร และคณะ (2541) พบว่า ความลาดชันที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมันอยู่ระหว่าง 0-4% ในขณะที่ Sinthurath (1992) พบว่า ความลาดชันที่เหมาะสมสำหรับยางพาราอยู่ระหว่าง 0-20 % แสดงว่ายางพาราสามารถปลูกในพื้นที่ลาดชันได้ดีกว่าปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

1.2 สมบัติทางเคมีดินที่พืชต้องการ (Soil chemical properties requirements)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH) ถ้า pH สูง (เป็นด่าง) เพราะเกิดจากน้ำระเหยมากเกินไป อาจทำให้พืชขาดธาตุอาหาร เพราะธาตุอาหารจะอยู่ในรูปแบบที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ แต่สามารถปรับแก้ได้ด้วยการลดการระเหยของ

น้ำโดยใช้วัสดุคลุมดิน หรือปลูกพืชคลุมดิน หรือไถนำน้ำเข้าแล้วระบายออก ไม่ปล่อยดินตากแดดในฤดูแล้ง และควรใส่อินทรีย์วัตถุให้มาก แต่ถ้า pH ต่ำไป (เป็นกรด) รากพืชจะเหี่ยว เกิดอาการคล้ายขาดน้ำ (Ex-osmosis) พืชจะแคระแกร็น และตายในที่สุด การแก้ไขสามารถทำได้โดยการปรับ pH ด้วยการปลูกพืชคลุมแล้วไถกลบ ใส่ปุ๋ยใส่ปุ๋ยคอกปุ๋ยหมัก เติมน้ำแล้วระบายน้ำออก อย่านำน้ำขัง ดังนั้น ปัญหา pH ของดินเป็นปัจจัยที่ควรหลีกเลี่ยง เพราะ pH ของดินขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดดินที่อยู่ใต้ดิน การปรับสภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ ข้างต้น เป็นเพียงการแก้ไขปัญหาชั่วคราวเท่านั้น เมื่อหมดฤดูที่ปลูก หมดความชื้น หมดพืชคลุมดิน ฯลฯ pH ของดินจะกลับคืนสู่สมดุลโดยธรรมชาติของวัตถุดิบกำเนิดดินเสมอ Sinthurath (1992) รายงานว่า pH ที่เหมาะสมสำหรับยางพารา อยู่ระหว่าง 4.5-5.5

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity : CEC) ดินส่วนใหญ่จะมีประจุลบ ทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกได้ เช่น แอมโมเนียม (NH_4^+) โพแทสเซียม (K^+) แคลเซียม (Ca^{++}) แมกนีเซียม (Mg^{++}) เป็นต้น เวลาใส่ปุ๋ยที่มีประจุบวกลงในดินทำให้ไม่สูญหายไปจากดินในชั้นรากพืชดินที่มี CEC สูง ดังนั้น เมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมลงไปดินจะเข้าไปแทนที่ไอออนบวกชนิดอื่น ๆ บนจุดแลกเปลี่ยนของดิน (exchange site) ในส่วนอนุภาคดินเหนียวเมื่อดินมีความชื้นเพียงพอจะค่อย ๆ ปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาอยู่ในสารละลายของดิน (soil solution) รากพืชจะดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ เมื่อแอมโมเนียมในสารละลายของดินลดลง ทำให้สมดุลระหว่างแอมโมเนียมใน exchange site และ ใน soil solution เปลี่ยนไป กระบวนการ reversible exchange reaction จะปลดปล่อย

แอมโมเนียมออกมาอยู่ใน soil solution มากขึ้น เพื่อให้เกิดสมดุลใหม่ และจะเกิดเช่นนี้ตลอดเวลา ทำให้พืชสามารถใช้ธาตุอาหารได้ต่อเนื่อง ดินที่ดีจึงต้องมีค่า CEC สูง นคร และคณะ (2541) และ Sinthurath (1992) ต่างรายงานตรงกันว่า ทั้งปาล์มน้ำมัน และยางพารา ชอบดินที่มีอนุภาค ดินเหนียวปนอยู่ในเนื้อดินเพราะว่าดินเหนียวมี CEC สูงนั่นเอง

ความเค็มของดิน (Salinity) เกิดจาก ชั้นเกลือใต้ดิน เมื่อน้ำระเหยขึ้นมาผิวดิน ก็จะ ซักพาสารละลายเกลือมาตกตะกอนสะสมบนผิวดิน สะสมมากจนเกิดการ Ex-osmosis บริเวณ รากพืช รากเหี่ยวตายได้ พืชจึงไม่สามารถดูดซับ ธาตุอาหารและน้ำได้ ดินเค็มมี 2 ประเภท ได้แก่ 1) **ดินเค็มชายทะเล** หมายถึง ดินที่มีปริมาณ เกลือสูงมากพอที่จะทำอันตรายต่อพืช พบตาม ชายฝั่งทะเลที่ยังมีน้ำทะเลท่วมถึง หรือเป็นดินที่เกิดจากตะกอนเกลือที่แม่น้ำพัดพาน้ำเค็มมาท่วม ชังในบริเวณปากแม่น้ำลุ่มคลองแถบชายฝั่งทะเล 2.) **ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** เป็นดินที่เกิด จากน้ำละลายหินเกลือใต้ดิน ซึ่งเป็นแหล่งเกลือที่มี อยู่ตามธรรมชาติในดิน ขึ้นมาสะสมในบริเวณที่ ลุ่มต่ำ หรือเกิดจากการเจาะน้ำบาดาลในบริเวณที่มี วัตถุต้นกำเนิดดินใต้ดินเป็นหินเกลือ อาจเป็นต้น เหตุชักนำสารละลายความเค็มขึ้นสู่ผิวดิน ทำให้ดิน ในบริเวณนั้นเปลี่ยนสภาพเป็นดินเค็มกระจายเป็น หย่อม ๆ วิธีการแก้ไขดินเค็มสามารถทำได้โดยวิธี ทางวิศวกรรม วิธีทางชีววิทยา และวิธีผสมผสาน แต่ในทางปฏิบัติทำได้ยาก และการลงทุนสูง จึงแนะนำ ให้หลีกเลี่ยงผลิตพืชในพื้นที่ดินเค็ม

1.3 ธาตุอาหารในดินที่พืชต้องการ (Soil nutrients requirements)

ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบ ของโปรตีน มีหน้าที่เสริมสร้างส่วนที่เจริญเติบโต

ระบบการสืบพันธุ์ และระบบการหายใจของพืช มักพบตามใบอ่อน ปลายกิ่ง ช่อดอก และปลาย ราก มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถเคลื่อนตัวจาก ส่วนที่แก่กว่าไปในส่วนที่อ่อนกว่าภายในพืชได้ เรียกว่า “mobile nutrient” เป็นธาตุอาหารที่พบว่า ขาดอยู่เสมอในดินที่ใช้ในการเพาะปลูก นอกจากนี้ ไนโตรเจนยังช่วยส่งเสริมการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม กำมะถัน และแมกนีเซียม ด้วย ถ้าขาดธาตุไนโตรเจนพืชจะแสดงลักษณะ ลำต้นแคระแกร็น ไม่เจริญเติบโต ใบอ่อนและยอด จะมีสีเขียวจาง ใบแก่จะมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลไหม้ แต่ถ้าพืชได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปจะแสดง ลักษณะลำต้น ใบสีเขียวเข้ม และใบมีขนาดใหญ่ พืชจะเก็บเกี่ยวได้ช้ากว่าปกติ ผลผลิตเมล็ดและ เส้นใยต่ำ มักหักล้มง่ายจากส่วนโคนต้น มีการเฟื้อ ไบตัน และใบมักมีความอวบน้ำ ไม่ทนทานต่อโรค และแมลง (สุทัศน์, 2560)

ธาตุฟอสฟอรัส (P) ช่วยในการสังเคราะห์ แสง สร้างแป้งและน้ำตาล เป็นส่วนประกอบของ เอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด ช่วยเสริมสร้างส่วน ที่เป็นดอก การผสมเกสร ตลอดจนการติดเมล็ด สร้างระบบรากให้แข็งแรง ทำให้ลำต้นแข็งแรงไม่ ล้มง่าย ช่วยในการแตกกอ และสนับสนุนให้พืช ดูดใช้ธาตุไนโตรเจน และโมลิบดีนัมได้ดีขึ้น ธาตุ ฟอสฟอรัสมักพบในรูปที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ เนื่องจากจะถูกตรึงอยู่ในดินเป็นส่วนใหญ่ พืชจะ แสดงอาการขาดธาตุนี้บ่อยครั้ง แม้ว่าในดินจะมี ธาตุฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมากก็ตาม ถ้าขาด ธาตุฟอสฟอรัส รากพืชจะไม่เจริญ มีรากฝอยน้อย ต้นเตี้ย ใบและต้นมีสีเข้ม และบางครั้งมีสีม่วงหรือ แดงเกิดขึ้น พืชแก่ช้ากว่าปกติ เช่น การผลิตดอก ออกผลช้า มีการแตกกอน้อย การติดเมล็ดน้อย หรือบางครั้งไม่ติดเมล็ด (สุทัศน์, 2560)

ธาตุโพแทสเซียม (K) พบในเซลล์ของพืช เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างที่สำคัญของเอนไซม์

มากกว่า 30 ชนิด ทำให้เปลือก และลำต้นแข็งแรง ไม่หักโค่นง่าย ช่วยในกระบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล ตลอดจนการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ ยังช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคดีขึ้น โปแทสเซียมเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งของพืชได้รวดเร็ว โดยเฉพาะในขณะที่พืชเริ่มสร้างดอกและเมล็ด โปแทสเซียมจะถูกดึงไปใช้ทันที ในรากพืชจำพวกธัญพืช ธาตุนี้อาจไหลกลับไปสู่ดินได้โดยง่าย ในขณะที่พืชแก่และเซลล์รากเริ่มเสื่อม (สุทัศน์, 2560) ธาตุนี้อาจถูกฝนชะล้างไปจากใบได้ในขณะฝนตก ธาตุโพแทสเซียมในสารละลายของดินมักอยู่ในสมดุลกับส่วนที่ถูกดินยึดไว้ และส่วนที่อยู่ในแร่ที่มีอยู่ในดินพืชอาจดูดใช้ในปริมาณมากเกินต้องการโดยพืชไม่เป็นอันตราย และไม่ได้ใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ถ้าขาดธาตุโพแทสเซียม พืชจะเจริญเติบโตช้า ปลายใบไหม้ มีสีน้ำตาล และจะลามเข้าหาโคนใบตามขอบใบ ช่วงระหว่างปล้องจะสั้น พืชหักล้มได้ง่าย พืชจำพวกที่ให้แป้งและน้ำตาลจะให้ผลผลิตลดลง (สุทัศน์, 2560)

ธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ช่วยระบบการทำงานของเอนไซม์ สร้างและเปลี่ยนไขมัน การเคลื่อนย้ายอาหารในต้นพืช เป็นตัวนำธาตุอาหารฟอสฟอรัส จากส่วนราก ไปยังส่วนต่างๆ ของพืช และควบคุมปริมาณแคลเซียมในพืช ถ้าขาดธาตุแมกนีเซียมใบจะมีสีเหลืองซีด ในพืชหลายชนิด ใบจะมีสีเขียวสลับกับเหลืองเป็นลวดลาย หรือ เป็นแถบยาวตลอดใบ เช่น ข้าวโพดจะเป็นลายเขียวสลับเหลืองขนานกับขอบและแกนกลางของใบ พืชมักมีลำต้นสีเหลืองซีด การเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ในช่วงที่พืชกำลังเจริญเต็มที่ (สุทัศน์, 2560)

ธาตุแคลเซียม (Ca) เป็นส่วนประกอบ

ของผนังเซลล์ และโครงสร้างที่สำคัญในลำต้น กิ่ง ใบ ควบคุมการละลายของเกลือ และความสมดุลของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในเซลล์ ช่วยการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของส่วนยอด ส่วนที่ยังอ่อนของพืชรวมทั้งปลายราก ควบคุมการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียม และแมกนีเซียม ถ้าพืชดูดใช้ธาตุแคลเซียมนี้มากเกินไปจะแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก กำมะถัน และฟอสฟอรัสได้ (สุทัศน์, 2560) แคลเซียมเป็นธาตุที่พบในดินเป็นจำนวนมาก แม้พืชจะต้องการใช้ในปริมาณค่อนข้างสูง แต่ส่วนใหญ่พืชไม่แสดงอาการขาดธาตุนี้ ยกเว้นในสภาพของดินบางชนิด เช่น ในดินกรด แต่ก็แก้ไขได้โดยใส่หินปูนบด ปูนขาว ปูนมาร์ล รวมทั้งโดโลไมต์ (สุทัศน์, 2560)

ธาตุกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ช่วยยึดเอนไซม์หรือโปรตีนเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารหลายชนิดที่จำเป็นสำหรับกระบวนการเผาผลาญของเซลล์ กำมะถันเป็นธาตุที่พบในอินทรีย์สารส่วนใหญ่ หลังการสลายตัวแล้วพืชจึงจะนำไปใช้ได้ ถ้าขาดธาตุกำมะถันพืชจะแสดงอาการในส่วนที่ยังอ่อนอยู่ ใบอ่อนจะมีสีเขียวซีด ลำต้นแคระแกร็น บางครั้งต้นอาจจะมีสีแดงหรือสีม่วง ที่คล้ายอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส สำหรับในพวกธัญพืชอาการคล้ายคลึงกับการขาดธาตุแมกนีเซียม คือ มีทางสีขาวหรือสีเหลืองเกิดขึ้นเป็นลายขนานไปกับแกนใบแตกกอน้อย พืชที่ขาดธาตุกำมะถัน จะมีธาตุไนโตรเจนสะสมอยู่ค่อนข้างสูง และการสุกจะช้ากว่าปกติ ในพวกธัญพืชเมล็ดจะแก่ช้า เมล็ดติดไม่สมบูรณ์ และมักมีเมล็ดลีบ (สุทัศน์, 2560)

2. ปัจจัยภูมิอากาศที่จำเป็นต่อการผลิตพืช (Climatic requirements)

2.1 แสง มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต

ของพืช ถ้าปริมาณแสงมากพืชจะมีการสังเคราะห์แสงได้มาก สามารถสร้างอาหารและพลังงานได้มากด้วย แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปทำให้อัตราการหายใจเร็วกว่าปกติ ถ้าแสงน้อยการสังเคราะห์แสงลดลง พืชจะผลิตอาหารและพลังงานได้น้อยลง อัตราการเจริญเติบโตของพืชอาจไม่สมบูรณ์

ความเข้มของแสง มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด เมล็ดบางชนิดจะมีอัตราการงอกดีขึ้นเมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ระดับความเข้มของแสงที่พอเหมาะต่อการงอกแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด (สุทัศน์, 2561)

คุณภาพแสง เกี่ยวข้องกับสี และช่วงคลื่นแสง พืชดูดซับแสงมาใช้โดยมีสารอินทรีย์ชนิดพิเศษที่เรียกว่า “เม็ดสี” (Pigment) เช่น คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) คาโรทีน (Carotein) ทำหน้าที่ดูดแสงไว้ แล้วจึงใช้พลังงานนี้ไปในการรวมตัวระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และออกซิเจน (O_2) จากโมเลกุลของน้ำเปลี่ยนเป็นกลูโคส (CH_2O) ช่วงคลื่นแสงมีผลต่อพัฒนาการของพืชต่างกัน เช่น แสงสีน้ำเงินมีผลต่อการเจริญเติบโตของส่วนยอดกับใบอ่อน แสงสีแดงเมื่อรวมกับแสงสีน้ำเงินจะมีผลต่อการเกิดดอก แสงสีม่วงมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงต่ำมาก แสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีม่วงเป็นแสงที่มีอันตรายต่อพืชต่างกัน (สุทัศน์, 2561)

ช่วงระยะเวลาได้รับแสง เกี่ยวข้องกับจำนวนชั่วโมงในการได้รับแสงของพืช ประเทศไทยมีจำนวนชั่วโมงของการรับแสงโดยทั่วไปประมาณ 12 ชม. แต่อาจมากกว่าหรือน้อยกว่าขึ้นอยู่กับฤดูกาลและพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ในฤดูหนาวจะมีความยาววันสั้นกว่าฤดูร้อน นอกจากนี้ภาคใต้จะมีความแตกต่างของความยาววันในฤดูร้อนและฤดูหนาวน้อยกว่าภาคเหนือ เนื่องจาก อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมากกว่า ช่วงระยะเวลาได้รับแสงของพืชจะมีอิทธิพลของการออกดอกของพืชบาง

ชนิด มีผลต่อพืชวันสั้นวันยาวด้วย (สุทัศน์, 2561)

2.2 อุณหภูมิ มีความสำคัญโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจของพืช ผลโดยอ้อมต่อกระบวนการเคลื่อนย้ายในพืช และกระบวนการต่าง ๆ ในพืชที่เป็นปฏิกิริยาชีวเคมีซึ่งมีเอนไซม์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการทำงานของเอนไซม์จะเร็วขึ้นจนถึงจุดหนึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้เอนไซม์ทำงานช้าลง ถ้าอุณหภูมิสูงมาก ๆ เอนไซม์จะเสื่อมสภาพ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการสังเคราะห์แสงของพืชอยู่ระหว่าง 30 – 35 °ซ. อุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการหายใจ ประมาณ 40 – 45 °ซ. อุณหภูมิยังมีความสำคัญโดยตรงต่ออัตราการระเหยของน้ำจากพืชและดิน (Evapotranspiration) อุณหภูมิสูงมีผลทำให้อัตราการระเหยของน้ำจากพืชและจากดินเร็วและมากขึ้น (สุทัศน์, 2561) อุณหภูมิมีบทบาททางอ้อมต่อกระบวนการเคลื่อนย้ายในพืช เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้พืชคายน้ำมากขึ้น และมีผลให้การเคลื่อนย้ายในพืชเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ อุณหภูมิมีความสำคัญทางอ้อมต่อการเซตกรรม เช่น การพ่นสารเคมีป้องกันโรค แมลงศัตรูพืช ถ้าอุณหภูมิสูงอาจทำให้สารเคมีเสื่อมคุณภาพ และอาจทำให้ผู้พ่นสารเคมีเองรู้สึกร้อนไม่ยากทำงานเป็นต้น

2.3 ฝน/การกระจายตัวของฝน ฝนเป็นแหล่งน้ำโดยธรรมชาติของพืช การกระจายตัวของฝนเป็นปัจจัยหลัก ที่มีผลโดยตรงต่อความชื้นสัมพัทธ์ ระดับน้ำใต้ดิน การระเหยของน้ำในพื้นที่ อุณหภูมิของพื้นที่ ผลกระทบรวมของฝน เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ระดับน้ำใต้ดิน และความลึกหน้าดิน มีผลรวมต่อความสมดุลของน้ำในดิน หรือการสะสมของน้ำในดิน ซึ่งมีผลกระทบต่อเนื่องถึงการขาดน้ำของพืช (Water

deficit) และเป็นปัญหาที่เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี/ทุกปี ขึ้นกับปริมาณและการกระจายตัวของฝน ฝนจึงเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิต Sinthurath (1992) หลักคิดของการประเมินศักยภาพพื้นที่ ถ้าปริมาณฝนน้อยจนพืชแสดงอาการขาดน้ำหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ถือว่าปัญหานี้แก้ไขได้ง่ายด้วยการให้น้ำเมื่อขาด เมื่อฝนทิ้งช่วง แต่ในทางตรงกันข้าม หากฝนตกมากเกินไปจนทำให้เกิดความชื้นสัมพัทธ์สูง จะทำให้เกิดการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืชตามมา หรือฝนมากก่อให้เกิดน้ำท่วมขัง ดินระบายน้ำไม่ทันพืชอาจตายได้ ต้องเร่งหาทางระบายน้ำออก (สุทัศน์, 2561)

2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปริมาณฝน และมีความสำคัญต่อพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม มีผลทางตรงต่ออัตราการคายน้ำจากใบพืช ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปจะทำให้อัตราการคายน้ำของพืชต่ำลง (สุทัศน์, 2561) มีผลทำให้การดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารพืชจากดินลดลงด้วย และส่งผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง ผลทางอ้อม คือ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภูมิอากาศอื่น ๆ เช่น ความชื้นและปริมาณแสงแดด ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงจะทำให้ความชื้นและปริมาณแสงแดดลดลง ซึ่งจะส่งผลทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เช่นกัน นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดการระบาดของโรคและศัตรูพืช และเป็นอุปสรรคต่อการเขตรกรรมบางชนิด เช่น การพ่นสารเคมี เป็นต้น

2.5 ลม/ทิศทางลม/ความเร็วลม มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช ทั้งทางตรงและทางอ้อม การเคลื่อนที่ของลมให้อัตราการระเหยและคายน้ำของพืชเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ความแรงและทิศทางลม อาจทำความเสียหายแก่พืชได้

โดยตรง โดยทำให้ต้นฉีกขาด หรือหักโค่น (สุทัศน์, 2561) ลมยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เช่น ลมมรสุม ลมหนาว ลมร้อน ลมยังพัดพาเมฆฝน จึงมีส่วนในการเกิดของฝน ลมยังทำให้แมลงศัตรูพืชแพร่กระจายได้ไกลขึ้น เป็นต้น

การประเมินศักยภาพที่ดิน (Land Evaluation)

ในการผลิตพืชถ้าสามารถเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่ประกอบด้วยปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตพืชดังกล่าวข้างต้น จะทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้สูงสุด โดยไม่ต้องการเทคโนโลยีพิเศษใด ๆ ในการปรับแก้ไขปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตพืชอีก หรือถ้าจำเป็นก็จะปรับน้อยที่สุด ทำให้ต้นทุนต่ำสุด วิธีการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชนั้นสามารถทำได้โดย “การประเมินศักยภาพที่ดิน ” ตามคำแนะนำของ FAO (1976) และ Sys, (1974) โดยนำวิธีการประเมินศักยภาพพื้นที่มาใช้ในการผลิตพืชโดยจะพิจารณาทุก ๆ ปัจจัย ที่จำเป็นต่อการผลิตพืชของพื้นที่นั้น ๆ โดย Sys, (1992) แนะนำว่า แต่ละปัจจัยการผลิตมีความสำคัญไม่เท่ากัน ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในระดับที่ไม่เท่ากันแบบส่งผลกระทบร่วม (Multi-factor combination effect) นอกจากนี้ Sys *et al.* (1992) ให้คำแนะนำเพิ่มอีกว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) ปัจจัยที่ไม่สามารถแก้ไข/เปลี่ยนแปลงได้ เช่น ความลึกหน้าดิน ระดับน้ำใต้ดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปัจจัยทางกายภาพของดิน และได้รวมความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความเค็มของดินด้วย เพราะไม่สามารถปรับได้อย่างถาวร ฯลฯ (2) ปัจจัยที่สามารถแก้ไข/เปลี่ยนแปลงได้ เช่น ฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อินทรีย์วัตถุในดิน ฯลฯ ที่สามารถแก้ไขได้

ด้วยการให้น้ำ ให้น้ำโดยตรงแก่ดิน ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ลงทุนน้อย

กรณีศึกษา : นวัตกรรมภูมิสารสนเทศเพื่อกำหนดเขตการผลิตปาล์มน้ำมันแม่ข่าย จ.กาญจนบุรี

ดำเนินงานตามวิธี“การประเมินศักยภาพที่ดินด้วยหลายปัจจัยในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (Multi-factor land evaluation in GIS method for oil palm yield prediction)” โดยนำข้อมูลงานวิจัยปาล์มน้ำมันในพื้นที่ปลูกภาคใต้มาประยุกต์ในพื้นที่ปลูกใหม่ ที่ไม่เคยปลูกปาล์มน้ำมันมาก่อน นำมาสร้างรูปแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (Oil palm yield prediction model) ของ จ.กาญจนบุรี โดยมีวิธีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอนการทำงานหลัก (Phase) ดังแสดงใน (Figure 1)

ขั้นตอน A (Phase A) รวบรวมข้อมูลงานวิจัยปาล์มน้ำมันในพื้นที่ปลูกเดิมภาคใต้

รวบรวมข้อมูลลักษณะจำเพาะพื้นที่ที่จำเป็นต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ลักษณะของพื้นที่ และระดับขีดจำกัดต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน ที่นคร และคณะ, (2541), Dansagoonpon, (2006) ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (Table 1)

ขั้นตอนนี้ได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) โดยนำแต่ละลักษณะจำเพาะที่จำเป็นต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน ไปเป็นบรรทัดฐานในการจัดกลุ่มฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ (Climatic attribute data) และฐานข้อมูลชุดดินเชิงพื้นที่ (Soil attribute data) ของ จ.กาญจนบุรี นำไปสร้างเป็นแผนที่รูปแบบจำลองชั้นความเหมาะสมของแต่ละปัจจัยการผลิต ได้ดังนี้

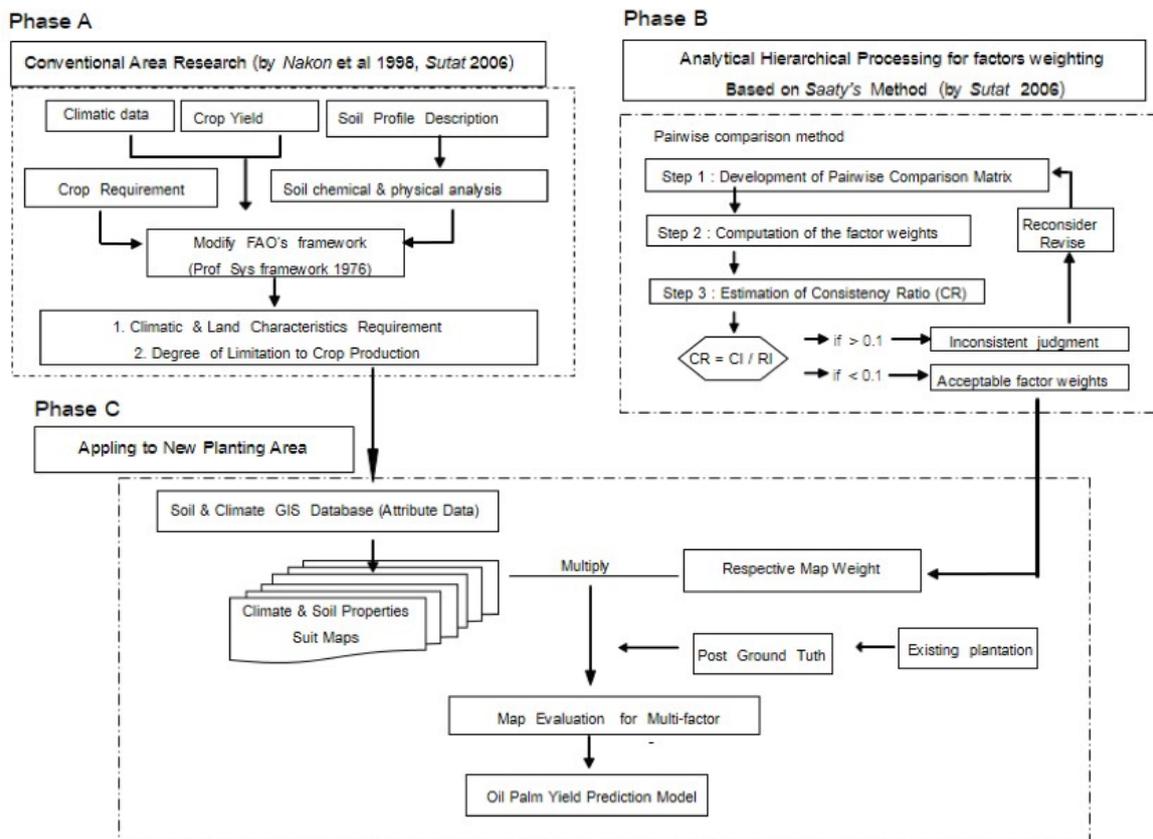


Figure 1 Multi-factor land evaluation in- GIS method for oil palm yield prediction. (Source : Dansagoonpon, (2006)

Table 1 Climatic/Land characteristic requirements and degree of limitation for oil palm production

| Climatic/Land characteristic requirements | Degree of limitation | | |
|---|----------------------|-----------------|------------|
| | P1 | P2 | P3 |
| Yield (Ton/Rai/Year) | >3 | > 2.5-3 | <2.5 |
| Soil depth (Cm) | >150 | <150-100 | <100-50 |
| Ground water table depth (Cm) | 30-150 | 15-30, >150-200 | <15, >200 |
| Water drainage ** | 5-7 | 4 | 1-3 |
| Soil texture*** | 6-12 | 4-5 | 1-3, 13-21 |
| Water deficit (mm / Year) | <200 | 200-300 | 300-400 |
| Slope (%) | 0-4 | 4-12 | 12-23 |
| Organic Carbon (%) (0-15 Cm Upper Soil) | >1.5 | 1.5-0.8 | <0.8 |

Data Source : FAO 1976, Nakan et.al., 1998 , Dansagoonpon, 2006

* P1: Suitable P2: Moderately suitable P3: Non suitable

** Water drainage classes

- 1: Very poorly drained 2: Poorly drained 3: Somewhat poorly drained
 4: Moderately well drained 5: Well drained 6: Somewhat excessively drained
 7: Excessively drained

*** Soil Texture Types

- | | | | |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 : Sandy Loam | 2 : Fine Sandy Loam | 3 : Very fine Sandy Loam | 4 : Loam |
| 5 : Silt Loam | 6 : Silt | 7 : Sandy Clay Loam | 8 : Clay Loam |
| 9 : Silty Clay Loam | 10 : Sandy Clay | 11 : Silty Clay | 12 : Clay |
| 13 : Heavy Clay | 14 : Slightly Gravelly | 15 : Slightly Stony | 16 : Gravelly |
| 17 : Stony | 18 : Bouldery | 19 : Very Gravelly | 20 : Very Stony |
| 21 : Very Bouldery | 22 : Very Gravelly Clay | | |

1. ชั้นความเหมาะสมของความลึกหน้าดิน จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยชั้นความเหมาะสม 3 ชั้น (Figure 2a) ดังนี้ P1 (Suitable) เขตความลึกหน้าดิน > 150 ซม. P2 (Moderate) เขตความลึกหน้าดิน < 150- 100 ซม. และ P3 (Non Suitable) เขตความลึกหน้าดิน < 100-50 ซม.

2. ชั้นความเหมาะสมของระดับน้ำใต้ดิน จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยชั้นความเหมาะสม 3 ชั้น

(Figure 2b) ดังนี้ (P1) เขตระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 30-150 ซม. (P2) เขตระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 15-30 และ >150-200 ซม. และ (P3) เขตระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า < 15 และ > 200 ซม.

3. ชั้นความเหมาะสมของการระบายน้ำของดิน จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยชั้นความเหมาะสม 3 ชั้น (Figure 2c) ดังนี้ (P1) เขตการระบายน้ำของดินดี (P2) เขตการระบายน้ำของดินดี

ปานกลาง และ (P3) เขตการระบายน้ำของดินเลว
ค่อนข้างเลว

4. ชั้นความเหมาะสมของเนื้อดิน
จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยชั้นความเหมาะสม
3 ชั้น (Figure 2d) ดังนี้ (P1) เขตดินร่วนเหนียว
ร่วนเหนียวปนทราย เหนียว (P2) เขตดินร่วน (P3)
เขตดินทราย ทรายจัด

5. ชั้นความเหมาะสมของความลาดชัน
จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยชั้นความเหมาะสม 3 ชั้น
(Figure 2e) ดังนี้ (P1) เขตความลาดชัน 0-4 %
(P2) เขตความลาดชัน 4-12 % (P3) เขตความ
ลาดชัน > 12 %

6. ชั้นความเหมาะสมของปริมาณฝน
จ.กาญจนบุรี (ฝนตกทั้งปีเฉลี่ย 39 ปี) ประกอบ
ด้วยชั้นความเหมาะสม 3 ชั้น (Figure 2f) ดังนี้
(P1) เขตฝนตกทั้งปี > 1,800 มม./ปี (P2) เขต
ฝนตกทั้งปี >1,600-1,800 มม./ปี (P3) เขตฝนตก
ทั้งปี < 1,600 มม./ปี

7. ชั้นความเหมาะสมของอินทรีย์วัตถุ
จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยชั้นความเหมาะสม

3 ชั้น (บริเวณหน้าดิน 0-15 ซม.) (Figure 2g)
ดังนี้ (P1) เขตอินทรีย์วัตถุ > 1.5 % (P2)
เขตอินทรีย์วัตถุ < 1.5 – 0.8 % (P3) เขตอินทรีย์วัตถุ
< 0.8 %

ขั้นตอน B (Phase B) การคำนวณให้น้ำหนัก ปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน

ปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตพืชนั้นส่งผลต่อ
การผลิต ในลักษณะส่งผลร่วม และแต่ละปัจจัยส่งผล
ผลมากน้อยไม่เท่ากัน ประกอบกับสาเหตุที่บางกลุ่ม
ปัจจัยไม่สามารถปรับแก้ไข/เปลี่ยนแปลงปัจจัยได้
บางกลุ่มสามารถปรับแก้ไข/เปลี่ยนแปลงปัจจัยได้
ง่าย ดังนั้น เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการประเมิน
ศักยภาพที่ดิน จำเป็นต้องคำนวณหาน้ำหนักปัจจัย
ที่จำเป็น โดยคำนึงถึงปัจจัยไม่สามารถปรับแก้ไข /
เปลี่ยนแปลงปัจจัยได้ เป็นลำดับแรก

การคำนวณให้น้ำหนักปัจจัยในขั้นตอนนี้
เลือกวิธีการ เอเอชพี (AHP : Analytical
Hierarchical Processing) ที่คิดค้นโดย Saaty's,
(1990). จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่า เป็นวิธีการ

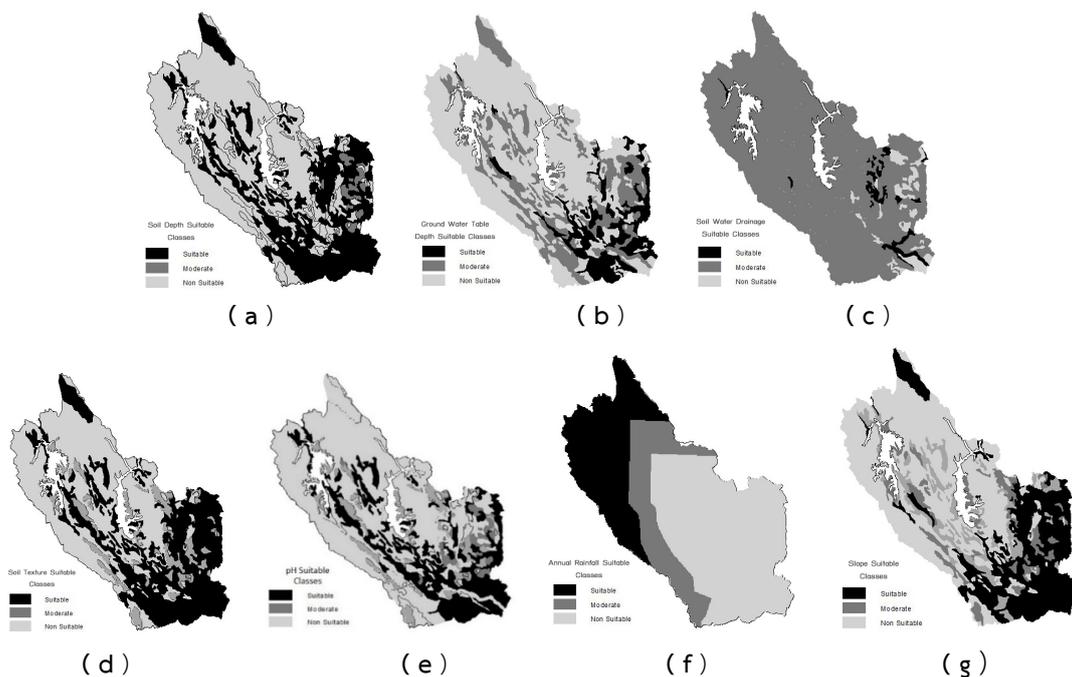


Figure 2 Map of (a) Soil depth suit (b) Ground water table depth suit (c) Water drainage suit
(d) Soil texture suit (e) Slope suit (f) Rainfall suit map (g) Soil OC suit

ที่สะดวกรวดเร็วไม่ยุ่งยากซับซ้อน ตอบโจทย์โดยตรงตามวัตถุประสงค์ จึงนำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินศักยภาพพื้นที่ผลิตพืชของโครงการนี้ โดยนำมาใช้ในการคำนวณให้ระดับน้ำหนักปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน วิธีการจะแสดงผลอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหนึ่งกับอีกปัจจัยหนึ่ง ในเชิงที่มีความสำคัญกว่าหรือมีความจำเป็นมากกว่าต่อการให้ผลผลิตหรือต่ออัตราความเจริญของพืช เพื่อจัดหรือลดความลำเอียงของผู้วิจัย ในการให้น้ำหนักปัจจัยเริ่มแรกของวิธีการเอเอชพี Dabsagoonpon and Nitin (2006) ได้พัฒนาแก้ไขเพิ่มเติม โดยเพิ่มการใช้วิธีการแพวไรส์คอมเพริสัน (Pairwise Comparison Method) ซึ่งวิธีการจะทำการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ ๆ แบบปัจจัยหนึ่งสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่ง จนครบทุกคู่แบบไม่ลำเอียง แล้วทำการจัดเรียง สร้างลำดับ

ตามความสำคัญของปัจจัย และให้ค่าตั้งแต่ 1 2 3 4 5 หลังจากนั้น จึงนำไปประเมินและคำนวณให้น้ำหนักเบื้องต้น แล้วนำไปตรวจสอบค่าความสม่ำเสมอ (CR : Consistency Ratio) โดยค่าที่ได้นี้ ควรมีค่า CR ต่ำกว่า 0.10 ถึงจะเป็นการให้น้ำหนักปัจจัยที่ยอมรับได้ในความสมเหตุสมผลของความสัมพันธ์ ทั้งน้ำหนักและลำดับความสำคัญ ของทุก ๆ ปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้อง แต่หากค่า CR ที่ได้สูงกว่า 0.10 จะต้องมีการกลับไปทบทวนการให้น้ำหนักเริ่มต้น ในขั้นตอนวิธีการแพวไรส์คอมเพริสันใหม่ กระทำซ้ำ ๆ จนค่า CR ต่ำกว่า 0.10 จึงใช้ได้ นอกจากนี้ และ Dabsagoonpon and Nitin (2006) ได้สรุปเป็นดัชนีปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Index) ลำดับปัจจัยและน้ำหนักของแต่ละปัจจัยตามสมการ (1) ดังนี้

$$\text{Oil Palm Index} = (\text{SD} \times 0.35) + (\text{D} \times 0.35) + (\text{GW} \times 0.12) + (\text{T} \times 0.06) + (\text{S} \times 0.06) + (\text{WDef} \times 0.04) + (\text{OC} \times 0.03) \dots\dots\dots(1)$$

Where as : GW = Ground water table depth , T = Soil texture , SD = Soil depth S = Slope D = Water drainage) WDef = Water deficit OC = Organic Carbon

ขั้นตอน C (Phase C) การนำข้อมูลไปประยุกต์เพื่อการพยากรณ์และกำหนดเขตพื้นที่ปลูกใหม่
 ขั้นตอนนี้ ได้อาศัยเทคนิคสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS Technique) นำแผนที่รูปแบบจำลองแต่ละปัจจัยที่สร้างขึ้น (Fig 2a-2g) จากขั้นตอน A ไปวางซ้อนกัน (Superimpose) ในพิกัดตำแหน่งที่ตรงกัน โดยทุกจุดสี่ภาพ (Pixel หรือ Grid) ของทุก Digital suit maps จะถูกนำมาคูณด้วยตัวคูณตามลำดับความสำคัญ (Respective map weight) (สมการ 1) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 (Phase B) นำไปประเมินศักยภาพที่ดินด้วยแผนที่กระบวนการนี้ จากหลาย Digital suit maps

จะถูกนำไปคำนวณใหม่เพื่อสร้างเป็นแผนที่รูปแบบจำลองใหม่เพียงแผนที่เดียว (Single suit maps หรือ Single image of precision oil palm zone) (Figure 3)

การประเมินศักยภาพที่ดินที่ได้นี้ได้แยกชั้นความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันของ จ.กาญจนบุรี ออกเป็น 3 ชั้น และเนื่องจากพื้นที่ของ จ.กาญจนบุรี ประกอบด้วยปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตตามที่ปาล์มน้ำมันต้องการตรงกับภาคใต้ ดังนั้น จึงสามารถพยากรณ์ผลผลิตปาล์มทะเลทราย สดมีศักยภาพในการให้ผลผลิตเท่ากัน และสามารถสร้างแผนที่รูปแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตปาล์ม

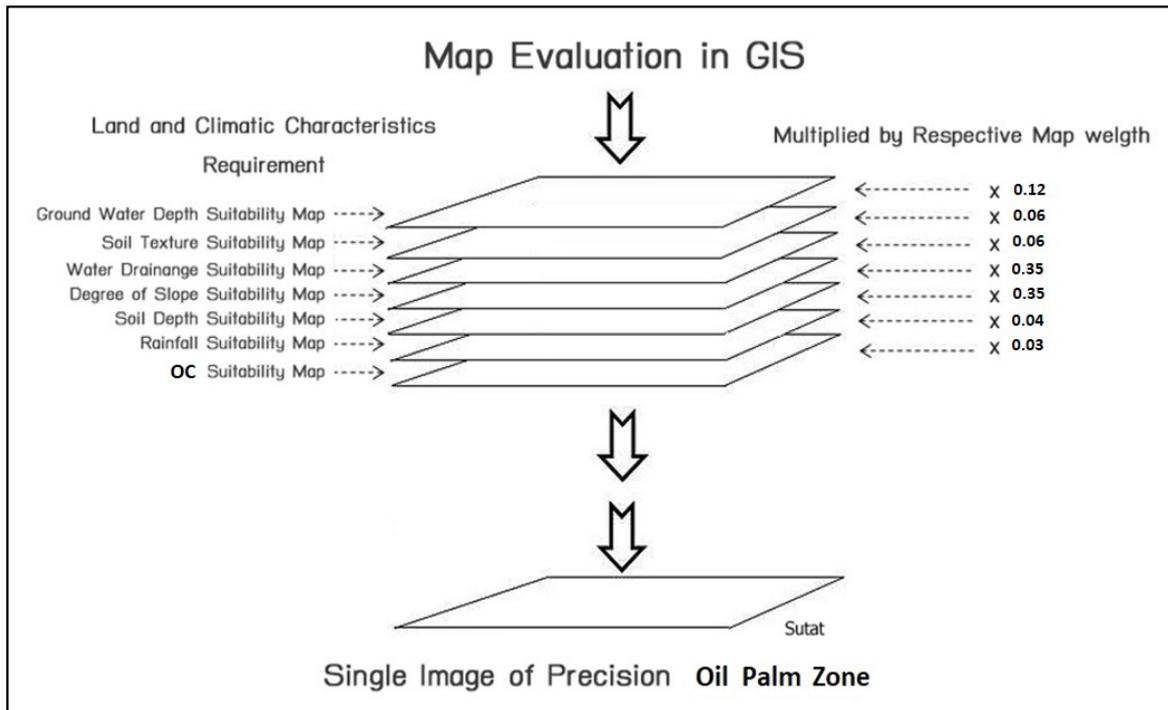


Figure 3 Map evaluation or Map calculation for oil palm production

น้ำมัน (Oil palm yield prediction model) ของ จ.กาญจนบุรี ได้ (Figure 4) โดยแบ่งศักยภาพต่อการผลิตเป็น 3 ระดับ ได้แก่

P1 : พื้นที่ที่มีศักยภาพต่อการผลิตปาล์ม น้ำมัน พื้นที่กลุ่มนี้ประกอบด้วยปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตตามที่ปาล์มน้ำมันต้องการตรงกับ P1 ของภาคใต้ พบว่า กระจายตัวอยู่ใน อ. สังขละ ทองพูนภูมิ และ ไทรโยค เท่ากับ 198,138 ไร่, 309,727 ไร่ และ 98,763 ไร่ ตามลำดับ รวมทั้งหมด 606,628 ไร่ จึงคาดว่าพื้นที่เหล่านี้มีศักยภาพในการให้ผลผลิต ทะลายปาล์มสดได้ไม่ต่ำกว่า 3 ตัน/ไร่/ปี

P 2 : พื้นที่ที่มีศักยภาพต่อการผลิตปานกลาง เป็นพื้นที่ทางเลือกปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตตามที่ปาล์มน้ำมันต้องการ ตรงกับ P2 ของภาคใต้ พบว่า กระจายตัวอยู่ใน อ. สังขละ ทองพูนภูมิ และ ไทรโยค เท่ากับ 152,207 ไร่, 236,704 ไร่ และ 175,601 ไร่ ตามลำดับ รวมทั้งหมด 564,512 ไร่

คาดว่าพื้นที่นี้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ 2.5-3 ตัน/ไร่/ปี

P3 : พื้นที่ที่ไม่แนะนำให้ปลูก เนื่องจากมี ปัญหาด้านปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตมา

สรุปและข้อเสนอแนะ

การประเมินศักยภาพพื้นที่การปลูกพืชประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ปัจจัยสภาพของดิน ได้แก่ ความลึกหน้าดิน ระดับน้ำใต้ดิน การระบายน้ำของดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และความลาดชันของพื้นที่ ธาตุอาหารในดิน สมบัติทางเคมีของดิน เป็นต้น และปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่จำเป็นต่อพืช ได้แก่ แสง คุณภาพแสง ชั่วโมงแสง อุณหภูมิฝน และการกระจายตัวของฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ลม ทิศทางลม ความเร็วลม ซึ่งการศึกษาข้อมูล ศักยภาพพื้นที่การปลูกพืชที่ประสบผลสำเร็จในพื้นที่หนึ่ง สามารถนำมาทดสอบใช้ในพื้นที่ที่มี

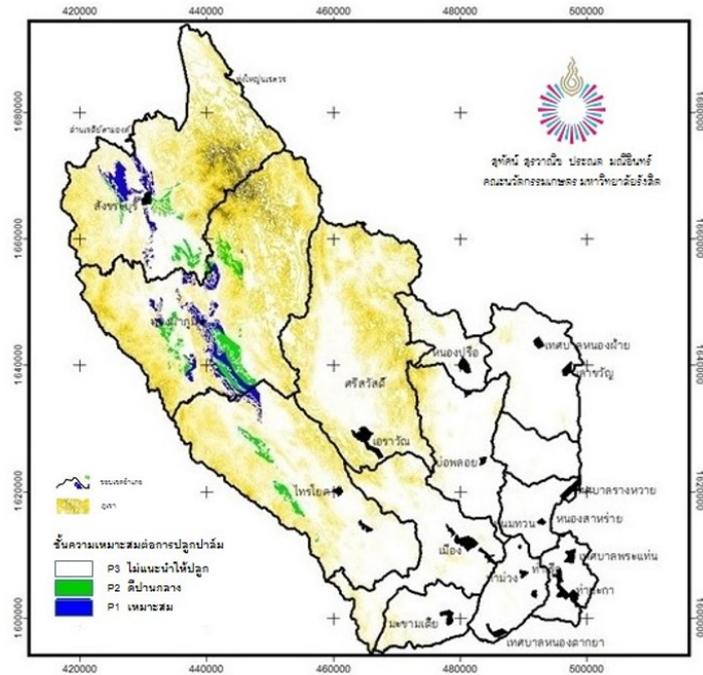


Figure 4 Oil palm yield prediction model in Kanchanaburi Province

ปัจจัยต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ผลผลิตพืชมาใช้ร่วมกับฐานข้อมูลชุดดินเชิงพื้นที่ ฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ ในกรณีศึกษา ได้นำรูปแบบการประเมินการปลูกปาล์มน้ำมันใน จ.สุราษฎร์ธานี มาปรับใช้ในการประเมินการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ จ.กาญจนบุรี สามารถวิเคราะห์สำรวจพบว่า บางส่วนของ จ.กาญจนบุรี พื้นที่ประกอบด้วยปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน เช่นเดียวกับภาคใต้สามารถนำไปสร้างแผนที่รูปแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตปาล์มน้ำมันของ จ.กาญจนบุรี โดยสามารถแบ่งศักยภาพการให้ผลผลิตเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1.) พื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน มีศักยภาพในการให้ผลผลิตมากกว่า 3 ตัน/ไร่/ปี จะอยู่บริเวณที่ราบ ถึงที่ราบเชิงเขาไม่ลาดชัน ของ อ.สังขละ ทองผาภูมิ และ ไทรโยค 2.) พื้นที่เหมาะสมปานกลางต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน มีศักยภาพในการให้ผลผลิตระหว่าง 2.5-3 ตัน/ไร่/ปี พื้นที่นี้จะกระจายอยู่บริเวณที่ราบ ถึงที่ราบเชิงเขาไม่ลาดชันของ อ.สังขละ ทองผาภูมิ และ ไทรโยค

3.) พื้นที่ไม่แนะนำให้ปลูกปาล์มน้ำมัน ได้แก่ อ.เมือง มะขามเตี้ย บ่อพลอย ศรีสวัสดิ์ หนองปรือ เลาชวัญ ท่าเรือ ท่ามะกา และพนมทวน เนื่องจากปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตปาล์มน้ำมันหลายปัจจัยไม่มีความเหมาะสม พื้นที่เหล่านี้ควรพิจารณาเลือกปลูกพืชไร่อื่น ๆ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณคณะอาจารย์ นักวิชาการเกษตร นักศึกษา คณะนวัตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่มีส่วนในการออกสำรวจพื้นที่ภาคสนาม ตลอดจนขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ช่วยตรวจแก้ เสนอแนะความเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ และสุดท้ายขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ อธิการวิทยาลัยนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำ ให้ความสะดวก สนับสนุนผลักดันงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- นคร สารคุณ สมยศ ลินธระหัส และสุทัศน์ ด้านสกุลผล. 2541. วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทย. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร. 266 หน้า.
- สุทัศน์ สุรวาณิช. 2560. การประเมินศักยภาพพื้นที่ในการผลิตพืช ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. หน่วยที่ 15. หน้า 15-1 - 15-81. ใน : *เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการการผลิตพืชไร้อุตสาหกรรม*. ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุทัศน์ สุรวาณิช. 2561. ภูมิอากาศและการจัดการการเกษตร ป่าไม้ และสิ่งแวดล้อม. หน่วยที่ 7. หน้า 7-1 - 7-67. ใน : *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีเพื่อการจัดการทรัพยากรเกษตรทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Dansagoonpon, S. 2006. *Crop Substitution Modeling Using Remote Sensing and GIS*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of technical science (Remote Sensing & GIS), school of engineering and technology, Asian Institute of Technology, Thailand. 154 p.
- Dansagoonpon, S. and K.T. Nitin. 2006. Modeling Site Suitability for Oil Palm Plantations in Southern Thailand. *GIScience & Remote Sensing*. 43(3): 252-267.
- FAO.1976. *A Framework for Land Evaluation*. Soil Bulletin 32. Rome, Italy. 72 p.
- Saaty, T.L. 1990. *Multi Criteria Decision Making-The Analytic Hierarchy Process*. RWS Publication, Ellsworth Avenue, USA. กี่หน้า
- Sinthurath, S. 1992. *Elaboration of Land Evaluation Model of Rubber Cultivation in Peninsular Thailand*. Ph.D Thesis University of Ghent, Belgium. 261 p.
- Sys, C. 1974. *The Pedology of Rubber*. International Training Center for Post-Graduate Soil Scientists (ITC), State University of Ghent, Belgium. 24 p.
- Sys, C. 1992. *Land Evaluation. Part I to III*. International Training Center for Post-Graduate Soil Scientists (ITC), State University of Ghent, Belgium. 125 p.
- Sys, C., E. Van Ranst, and J. Debaveye. 1992. *Land Evaluation. Part I (Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculation)*. International Training Center (ITC) for Post-Graduate Soil Scientists. State University of Ghent, Belgium. 274 p.