

การใช้แบบจำลองการผลิตมันสำปะหลังเพื่อประเมินความเหมาะสมของเทคโนโลยีเฉพาะพื้นที่

Application of Cassava Model for Assessment of Site Specific Technology

สุกิจ รัตนศรีวงษ์^{1/} วินัย ศรวัต^{2/} วลัยพร ศะติประภา^{3/}
นรีลักษณ์ วรรณสาย^{4/} โสภิตา สมคิด^{5/}
Sukit Ratanasriwong^{1/} Vinai Sarawat^{2/} Walaiporn Sasiprapa^{3/}
Nareelak Wannasai^{4/} Sopita Somkid^{5/}

ABSTRACT

Cassava production model validation was to find out a decision support system for an appropriate cultivar and production technology of a specific planting area and evaluation of cassava yield potential. The data of daily climate, soil properties, genetic coefficient and cultural practice were simulated to interface with geographic information system (GIS). The yields of 7 cassava cultivars from 108 farmer's fields in the north, east and central regions of Thailand were imposed. The results showed that the computerized simulating model could accurately predict cassava yield with the agreement index (AI) of 0.76-0.93, except Rayong cultivar 72 which gave the lowest AI (0.64). All cultivars showed quite low RMSE (0.75-1.57 ton/rai), except Rayong 72 which simulated yield was higher than observed yield. As a whole country area, cassava production model could predict the yield of 7 cassava cultivars depending the variation climate, soil series and planting season. The model can be used as a decision support system tool for cassava production.

Key words : cassava, GIS, DSSAT, decision support system, crop simulation model

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา 30340
Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Centre, Sikhio district, Nakhon Ratchasima province 30340

^{2/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
Khon Kaen Field Crops Research Centre, Meaung district, Khon Kaen province, 40000

^{3/} ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900
Information Technology Centre, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000
Pisanulok Agricultural Research and Development Centre, Wang Thong district, Pisanulok province 65000

^{5/} สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190
Office of Agricultural Research and Development Region 4, Sawang Werawong district, Ubon Ratchathani province 34190

บทคัดย่อ

การทดสอบแบบจำลองการปลูกมันสำปะหลังที่ใช้ข้อมูลภูมิอากาศรายวัน คุณสมบัติของดิน ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมและการจัดการด้านเขตกรรม เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยคอมพิวเตอร์ เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง กับสภาพพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 7 พันธุ์รวม 108 แปลง ในไร่เกษตรกรจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกและภาคกลาง ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550–ธันวาคม พ.ศ. 2552 เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ ในการเลือกพันธุ์ปลูกและเทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ของแหล่งปลูกมันสำปะหลัง พบว่าแบบจำลองโดยคอมพิวเตอร์สามารถคาดการณ์ผลผลิตได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยมีค่า agreement index ระหว่าง 0.76-0.93 ยกเว้นพันธุ์ระยอง 72 ที่ให้ค่า agreement index ต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ คือ 0.64 และทั้ง 7 พันธุ์มีค่า RMSE ค่อนข้างต่ำ 0.75-1.57 ต้นไร่ ยกเว้นพันธุ์ระยอง 72 ที่ให้ค่าผลผลิตคาดการณ์สูงกว่าค่าผลผลิตจริง และเมื่อนำแบบจำลองมาใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่แหล่งปลูกทั่วประเทศ พบว่าแบบจำลองสามารถคาดการณ์ผลผลิตของมันสำปะหลังทั้ง 7 พันธุ์ได้ตามความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ ชุดดินและฤดูปลูก และสามารถใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ ในการเลือกพันธุ์ปลูกและเทคโนโลยีการผลิต ให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ในแหล่งปลูกมันสำปะหลังได้

คำหลัก : มันสำปะหลัง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบบจำลองพืช

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจและพืชพลังงานที่มีปริมาณความต้องการสูงในประเทศ แต่ผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ พันธุ์และการจัดการ การเลือกพื้นที่ปลูกจึงเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง ดังนั้นพื้นที่ๆ เหมาะสมจะช่วยให้เกษตรกรผลิตมันสำปะหลังได้ผลผลิตสูง และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ แต่การผลิตมันสำปะหลังที่ถูกต้องและเหมาะสม จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในแต่ละพื้นที่ ทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายสูง การใช้แบบจำลองพืชเพื่อคาดการณ์ผลผลิต จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกพันธุ์ปลูกให้เหมาะสมกับพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว แตกต่างจากการประเมินคุณภาพที่ดินที่จัดชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ โดยนำลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน (กลุ่มชุดดิน) ที่เป็นลักษณะถาวรมาใช้ในการพิจารณา ไม่ได้หมายความถึงการคาดคะเนผลผลิตของพืชที่ได้รับ (นิรนาม, 2523; เฉลียว, 2533; Eiumnoh, 1999) ทั้งนี้เพราะการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชนั้นมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ภูมิอากาศ การจัดการ โรคและแมลง เป็นต้น ดังนั้นดินแต่ละชนิดไม่จำเป็นต้องมีสมรรถนะอยู่ในชั้นเดิมตลอดปี

แบบจำลองพืช ได้รับการพัฒนาโดยมีพื้นฐานจากความเข้าใจในกระบวนการสำคัญ ๆ ของพืชหลายกระบวนการ เช่น การสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของน้ำและไนโตรเจนในดินและพืช เป็นต้น การจำลองการเจริญเติบโตของพืชโดยแบบจำลอง เปรียบเสมือนการทำการเพาะปลูกในสภาพแปลงเพาะปลูกจริง แต่จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการทดสอบการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมและการจัดการที่แตกต่างกัน จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานด้านการเกษตรได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันมีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง GUMCAS (Matthews and Hunt, 1994) ซึ่งชื่อเรียกมีที่มาจากคำในภาษาพื้นเมืองตากาล็อกของฟิลิปปินส์ว่า Gumaya หมายถึง simulate รวมกับ cassava ในภาษาอังกฤษใช้เป็นแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (crop growth simulation model) ที่บรรจุอยู่ในโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร หรือ DSSAT (decision support system for agrotechnology transfer) ซึ่งพัฒนาโดยโครงการ IBSNAT (The International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) (Uehara and Tsuji, 1998) โดยแบบจำลองมันสำปะหลัง GUMCAS นี้ได้พัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้จำลองการเจริญเติบโต ผลผลิตและพลวัต (dynamic) ของน้ำในดินระดับแปลง ภายใต้เงื่อนไขสภาวะแวดล้อมและการจัดการที่เฉพาะเจาะจง ข้อมูลที่เป็นปัจจัยสำคัญในการนำเข้า

แบบจำลองได้แก่ ข้อมูลภูมิอากาศ ชูดิน สัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพืช และข้อมูลการจัดการแปลง (Jones et al., 1994)

วินัยและคณะ (2547) วรยุทธและคณะ (2548) และวรยุทธ (2551) ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังจำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 5 ระยอง 90 เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 72 ระยอง 7 และระยอง 9 สำหรับใช้กับแบบจำลองพืชในระบบ DSSAT เพื่อคาดการณ์ผลผลิตและจัดทำเป็นแผนที่ศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (วินัยและสุกิจ, 2549) สุกิจและคณะ (2551ก, 2551ข) ได้นำระบบ GIS และแบบจำลอง DSSAT มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง แบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วมในพื้นที่จ.ร้อยเอ็ด พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างของสภาพแวดล้อมและศักยภาพการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังในแต่ละพื้นที่ได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว

เนื่องจากสภาพแวดล้อมของการผลิตมันสำปะหลัง ในระดับประเทศมีความหลากหลาย อีกทั้งการจัดการในแต่ละสภาพแวดล้อมก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการทดสอบแบบจำลอง เพื่อคาดการณ์ผลผลิตของมันสำปะหลังของแต่ละสภาพแวดล้อม และเชื่อมโยงเข้ากับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system, GIS) สำหรับวิเคราะห์หาหน่วยจำลองการผลิต (simulation mapping unit, SMU) ซึ่งจำนวนของ SMU ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่เป้าหมาย

และความผันแปรของปัจจัยการผลิตในพื้นที่นั้น ๆ (พนมศักดิ์และคณะ. 2545) การใช้ระบบดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผน เปรียบเทียบ การขยายผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ไปสู่การใช้ประโยชน์ในพื้นที่เป้าหมายทุกแหล่งปลูกของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือหลักในการจัดเตรียมข้อมูล และแบบจำลองพืช GUMCAS ที่บรรจุอยู่ใน DSSAT 3.5 จำลองการให้ผลผลิตจากข้อมูลภูมิอากาศรายวัน คุณสมบัติของดิน (soil profile description) ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficient) ของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ และการจัดการภายใต้สภาพแวดล้อมการผลิตมันสำปะหลังของในแต่ละท้องที่ เช่น พันธุ์ วันปลูก ระยะเวลาปลูก อายุเก็บเกี่ยว โดยอาศัยน้ำฝน ภายใต้สมมุติฐานที่ไม่พิจารณาเรื่องปุ๋ย มีกระบวนการตามแผน (Figure 1) ดำเนินงานระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 – ธันวาคม พ.ศ. 2551 และมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สํารวจข้อมูลการจัดการ (พันธุ์ปลูก วันปลูก ระยะเวลาปลูก อายุเก็บเกี่ยวและผลผลิต) แปลงทดสอบพันธุ์มันสำปะหลัง 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 90 ระยอง 7 ระยอง 72 ระยอง 9 ระยอง 11 และเกษตรศาสตร์ 50 ในปี พ.ศ. 2549 รวม 105 แปลง ในพื้นที่ 18 จังหวัด ประกอบด้วยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10 จังหวัด ได้แก่ จ.กาฬสินธุ์ ขอนแก่น สกลนคร ร้อยเอ็ด

นครราชสีมา บุรีรัมย์ Mukdahan มหาสารคาม เลย และอุบลราชธานี ภาคตะวันออก 4 จังหวัด ได้แก่ จ.ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยองและสระแก้ว ภาคกลาง 4 จังหวัด ได้แก่ จ.กาญจนบุรี ชัยนาท สุพรรณบุรีและอุทัยธานี พร้อมด้วยพิถีแปลงทดสอบในระบบ UTM (universal transverse mercator)

2. นำเข้าข้อมูล พิถีแปลงทดสอบข้อมูลสภาพแวดล้อม และการจัดการที่ระบุ ยกเว้นการจัดการปุ๋ยที่แบบจำลองยังไม่สามารถประเมินการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยในมันสำปะหลังได้ เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการจำลอง (simulated yield) กับผลผลิตที่ได้จากแปลงทดสอบ (observed yield) เพื่อประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง โดยการวิเคราะห์เชิงซ้อนกับแผนที่ชุดดิน และแผนที่เขตภูมิอากาศซึ่งได้จากการแบ่งเขตสถานีอุตุนิยมวิทยาด้วยเทคนิค Theissen polygon ซึ่งเป็นเทคนิคทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการแบ่งขอบเขตของสถานีภูมิอากาศแต่ละแห่ง เพื่อความสะดวกในการระบุข้อมูลภูมิอากาศ และชุดดินของแปลงทดสอบ (Hartkamp et al., 1999)

3. เปรียบเทียบผลผลิตจากแปลงทดสอบกับผลผลิตที่ได้จากแบบจำลอง ด้วยค่า RMSE (root mean square error) ที่แสดงความแตกต่างระหว่างผลผลิตจากแบบจำลองกับผลผลิตจริง และ agreement index จากสูตร (Jones et al., 1994)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}$$

เมื่อ S = ผลผลิตจากแบบจำลอง
 O = ผลผลิตจริง
 n = จำนวนค่าสังเกต agreement

index ที่แสดงความใกล้เคียงระหว่างแบบจำลอง
 กับค่าสังเกต (Willmott, 1982)

$$d = 1 - \frac{[\sum(\text{predicted value} - \text{observed value})^2]}{[\sum((\text{predicted value} - \bar{x} \text{ observed value}) + (\text{observed value} - \bar{x} \text{ observed value}))^2]}$$

Predicted value = ค่าจากแบบจำลอง

Observed value = ค่าจากผลผลิตจริง

4. คาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง
 โดยใช้แบบจำลอง GUMCAS จากพื้นที่ปลูกในปี
 พ.ศ. 2549 ซึ่งมีพื้นที่ 7,158.657 ไร่ (นิรนาม,
 2549) โดยนำแผนที่พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังราย

จังหวัดมาทำภาพเชิงซ้อน (overlay) กับแผนที่
 ชุดดิน และแผนที่เขตภูมิอากาศ ที่แบ่งเขตสถานี
 ตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาด้วยเทคนิค
 Thiessen polygon ทำให้ได้แผนที่ที่มีข้อมูลทั้ง

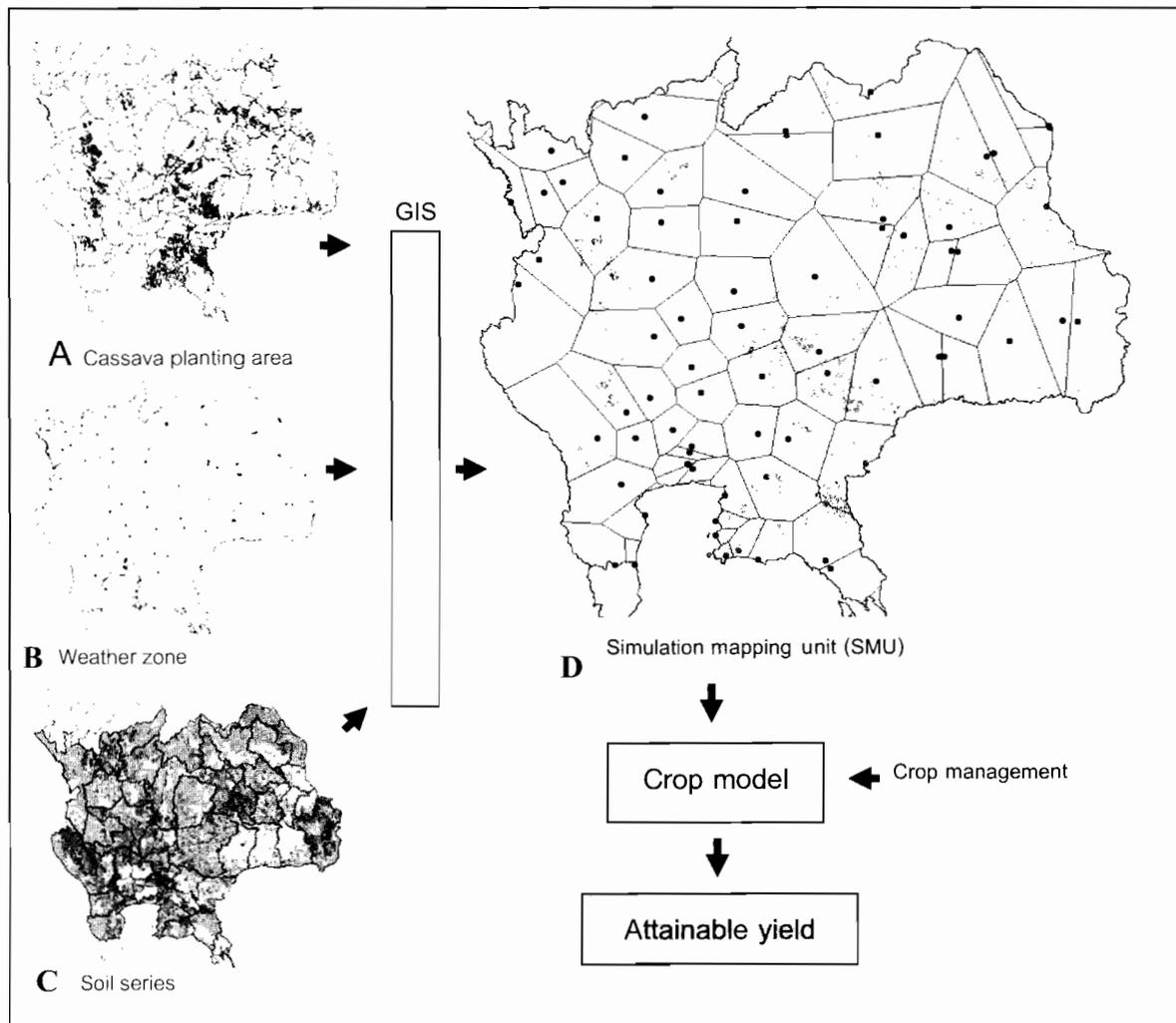


Figure 1. Simulation mapping unit creation; planted area, the year 2006 (A) weather zone (B) soil series map (C) and simulation mapping unit, SMU (D)

ชุดดินและภูมิอากาศอยู่ในชั้นข้อมูลเดียวกันเรียกว่า หน่วยจำลองการผลิตหรือ SMU (Figure 1) สำหรับใช้เป็นฐานในการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง โดยจำลองสถานการณ์การผลิตในสภาพภูมิอากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2550 กับมันสำปะหลัง 7 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 90 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 72 ระยอง 11 และเกษตรศาสตร์ 50 กำหนดวันปลูก 52 ช่วง ห่างกันทุกสัปดาห์ในรอบปี เพื่อเลือกช่วงปลูกที่เหมาะสม โดยใช้ระยะปลูก 80 x 60 ซม. ซึ่งเป็นที่นิยมปลูกของเกษตรกร (วินัย, 2549ก. และ 2549ข.) เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (นิรนาม, 2545) และคาดการณ์ผลผลิตในช่วงปลูกที่เลือก

5. ผลผลิตคาดการณ์เฉลี่ยของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ โดยถ่วงน้ำหนักจากขนาดของพื้นที่แต่ละ SMU จากสูตร

$$\bar{y}_b = \frac{\sum_{i=1}^n A_i W_{s_i}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

เมื่อ y_b = ผลผลิตเฉลี่ยแต่ละพันธุ์ในเดือน

A_i = พื้นที่ของ SMU นั้นๆ

W_{s_i} = ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ในเดือนและ SMU นั้นๆ

n = จำนวนค่าสังเกต

6. จัดทำแผนที่ความเหมาะสมของเทคโนโลยี นำผลการคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังและชนิดเทคโนโลยีที่เลือก เชื่อมโยงกับข้อมูล

เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คำนวณพื้นที่ จัดทำเป็นแผนที่คาดการณ์ผลผลิต ทางเลือกและคำแนะนำในการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละพื้นที่

ผลการทดลองและวิจารณ์

ประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง

การนำเข้าข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และการจัดการของแปลงทดสอบพันธุ์มันสำปะหลัง 7 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 90 ระยอง 7 ระยอง 72 ระยอง 9 ระยอง 11 และเกษตรศาสตร์ 50 ในปี พ.ศ. 2549 รวม 105 แปลง ในพื้นที่ 18 จังหวัด เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากแบบจำลอง กับผลผลิตจากแปลงทดสอบ พบว่าแบบจำลองสามารถคาดการณ์ผลผลิตได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยค่า RMSE ที่ค่อนข้างต่ำ แสดงว่าแบบจำลองคาดการณ์ได้ค่อนข้างแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการคาดการณ์ในพันธุ์ระยอง 9 ระยอง 90 และระยอง 11 ที่มีค่า RMSE 0.75, 0.86 และ 0.69 ตามลำดับ สำหรับ agreement index มีค่าค่อนข้างสูง เข้าใกล้หนึ่ง (0.76–0.93) ยกเว้นพันธุ์ระยอง 72 ที่ค่า agreement index ต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ คือ 0.64 และค่าผลผลิตคาดการณ์สูงกว่าค่าผลผลิตจริงทุกกรณี (Figure 2) สอดคล้องกับสุกิจและคณะ (2551ก.) ที่พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างของสภาพแวดล้อม และศักยภาพการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง ในแต่ละพื้นที่ได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว ในส่วนของการนำข้อมูลผลการคาดการณ์พันธุ์ระยอง 72 ไปใช้ประโยชน์ จำเป็นต้อง

ระมัดระวังเนื่องจากค่าประมาณการมากกว่าความเป็นจริงอีกทั้งสูงกว่า 6 พันธุ์ อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างผลผลิตของค่า simulated และค่า observed ที่เกิดขึ้น อาจมีสาเหตุจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นที่ไม่รวมอยู่ในชุดของข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง เนื่องจากแบบจำลองจะแสดงผลผลิตสูงสุดในแต่ละ SMU ภายใต้เงื่อนไขของข้อมูลนำเข้าเท่านั้น

คาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง

Eiumnoh (1999) นำข้อมูลผลงานวิจัยของการใช้ประโยชน์ที่ดิน และแผนที่ชุดดินมาจัดชั้นความเหมาะสมของดินต่อการผลิตมันสำปะหลัง สามารถนำไปใช้วางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ แต่ยังคงขาดข้อมูลศักยภาพการให้ผลผลิต ดังนั้นจึงพัฒนาผลงานวิจัยดังกล่าว โดยนำพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังปี พ.ศ. 2549 มาวิเคราะห์เชิงซ้อนกับแผนที่ชุดดิน พบว่าพื้นที่บางส่วนปรากฏอยู่บนชุดดินที่ยังไม่มีการสำรวจดิน เช่น ดินที่ลาดเชิงซ้อน (slope complex) ดินตะกอนน้ำพา (alluvium land) และบางส่วนปรากฏบนดินนา เช่น ชุดดินราชบุรี พิมาย สระบุรี ท่งล้ม ฤทธิ ชัยนาทและบ้านหมี่ ซึ่งอาจคลาดเคลื่อนจากการสำรวจหรือกระบวนการจัดทำแผนที่ จึงได้ตัดพื้นที่ดังกล่าว รวมทั้งพื้นที่ที่ข้อมูลยังมีปัญหาออก ดังนั้นเมื่อนำพื้นที่มาซ้อนกับแผนที่เขตภูมิอากาศ คงเหลือพื้นที่เพื่อนำเข้าแบบจำลอง 6.1 ล้านไร่ แบ่งได้ 61 เขตภูมิอากาศ 141 ชุดดิน รวม 1,308 SMU ในช่วงปลูกต้นฝนและปลายฝน พบว่าผลผลิตผันแปรตาม

สภาพแวดล้อม พันธุ์และฤดูปลูกมันสำปะหลังทุกพันธุ์ ที่ปลูกปลายฤดูฝนผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกต้นฤดูฝน (Table 1) อย่างไรก็ตามในปลายฤดูฝน ผลผลิตจะมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะพันธุ์ระยอง 5 และระยอง 90 ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7–1.9 และ 1.6–1.8 ตัน/ไร่ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 พบว่าสามารถปลูกได้ดีทั้งปลายฤดูฝนและต้นฤดูฝนโดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.0–1.4 และ 1.1–1.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ระยอง 7 การปลูกในเดือนพฤษภาคมมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7 ตัน/ไร่ แสดงว่ามีสภาพแวดล้อมบางแห่งที่ไม่เหมาะสม เช่นเดียวกับพันธุ์ระยอง 5 และระยอง 90 ที่ปลูกปลายฤดูฝน ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อหาสาเหตุที่เป็นปัจจัยของความแปรปรวนดังกล่าว

การยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศด้วยการเลือกใช้พันธุ์

ผลผลิตมันสำปะหลังทั่วประเทศเฉลี่ย 3.5 ตัน/ไร่ (นิรนาม, 2550) การยกระดับผลผลิตโดยการเลือกใช้พันธุ์และช่วงปลูกที่เหมาะสมเมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยผลผลิตของประเทศใหม่โดยใช้ผลผลิตคาดการณ์ของพันธุ์แต่ละพันธุ์และแต่ละช่วงปลูกในแต่ละหน่วยการผลิต และเนื้อที่ที่มีในแต่ละหน่วยการผลิตทั้ง 7 พันธุ์และ 4 ช่วงปลูก พบว่าหากปลูกพันธุ์ระยอง 5 ในช่วงเดือนพฤษภาคมและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 เดือนทั่วประเทศจะทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมัน

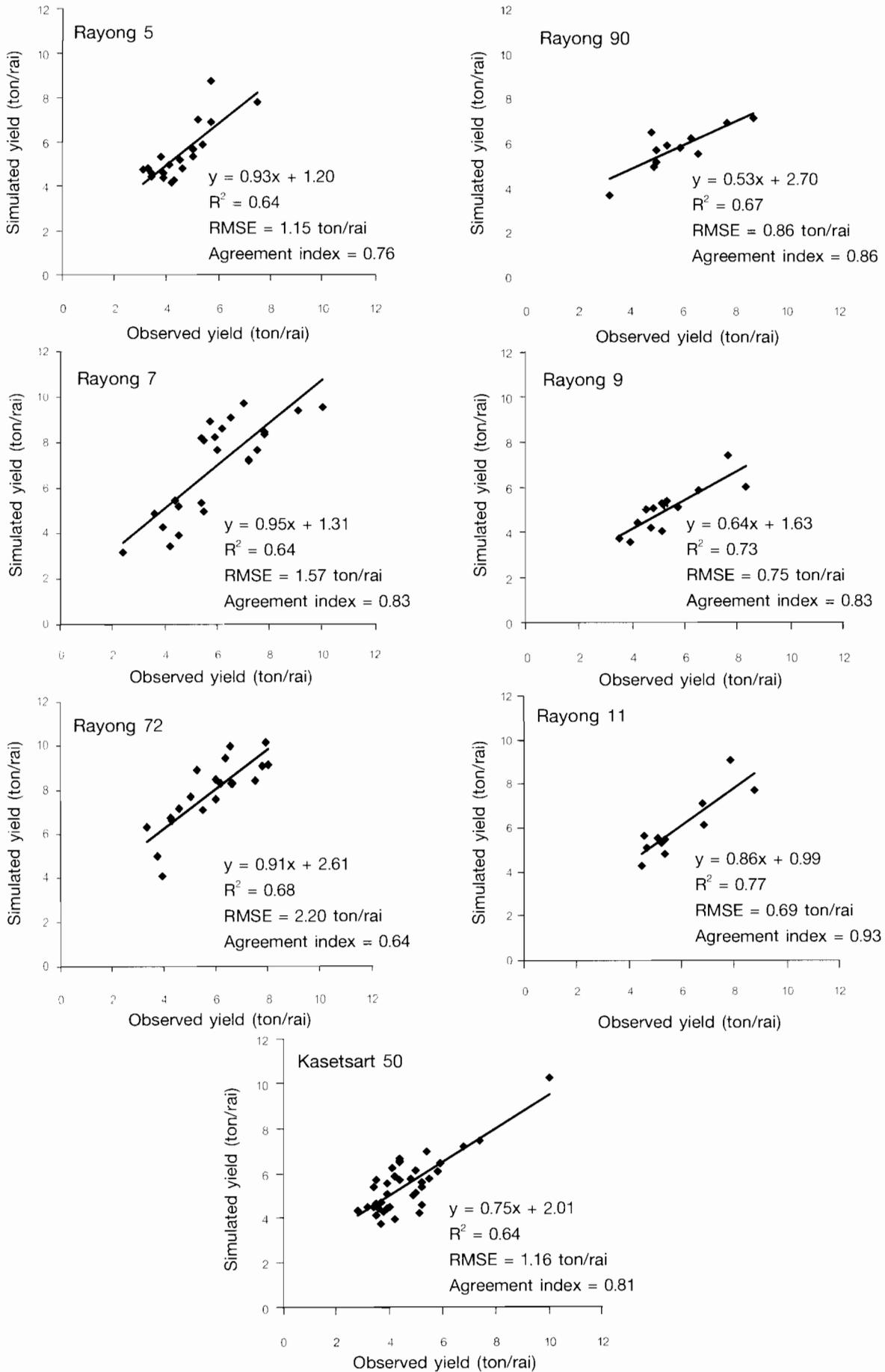


Figure 2. Simulated yield and observed yield of cassava from DSSAT simulating

Table 1. Attainable cassava yield in different planting dates (ton/rai fresh weight)

Cultivar	Yield	May	June	October	November
Rayong 5	Average	6.9	5.5	7.0	8.8
	Maximum	11.5	10.7	11.8	15.4
	Minimum	1.0	1.0	3.0	2.1
	Standard deviation	1.5	1.3	1.7	1.9
Rayong 7	Average	6.1	5.0	7.1	8.8
	Maximum	11.6	10.4	12.6	13.3
	Minimum	1.0	1.0	3.3	3.8
	Standard deviation	1.7	1.3	1.3	1.3
Rayong 72	Average	6.4	4.9	8.7	10.3
	Maximum	12.0	11.0	13.7	15.9
	Minimum	1.6	2.1	4.0	4.6
	Standard deviation	1.7	1.3	1.4	1.5
Rayong 90	Average	4.8	3.8	5.2	7.0
	Maximum	10.3	9.5	9.4	13.1
	Minimum	1.0	1.0	1.0	1.2
	Standard deviation	1.2	1.1	1.6	1.8
Rayong 9	Average	3.7	4.0	6.2	7.9
	Maximum	8.8	8.7	11.3	12.2
	Minimum	1.3	1.2	2.5	2.9
	Standard deviation	1.1	1.0	1.3	1.4
Rayong 11	Average	4.9	3.0	6.8	8.3
	Maximum	10.7	9.5	11.4	12.8
	Minimum	1.0	1.0	2.3	2.7
	Standard deviation	2.2	1.5	1.3	1.5
Kasetsart 50	Average	4.7	3.8	7.7	9.4
	Maximum	9.3	9.6	12.6	14.3
	Minimum	2.3	1.8	4.0	4.3
	Standard deviation	1.1	1.1	1.3	1.4

สำปะหลังสูงขึ้นไปเป็น 6.9 ตัน/ไร่ และหากใช้พันธุ์ระยอง 90 ระยอง 72 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 และเกษตรศาสตร์ 50 ปลูกลงในช่วง

เวลาเดียวกัน จะทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของประเทศเปลี่ยนแปลงเป็น 4.8 6.4 6.1 3.7 4.9 และ 4.7 ตัน/ไร่ตามลำดับ และช่วงปลูกลงอื่นในทำนองเดียวกัน

(Table 1) จากสภาพแวดล้อมการผลิตมันสำปะหลังทั้ง 1,308 SMU สามารถนำข้อมูลมาจัดทำคำแนะนำและทางเลือกในการใช้เทคโนโลยี เช่น พันธุ์และช่วงปลูกเฉพาะพื้นที่ เป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ได้

กรณีศึกษาการเปลี่ยนพันธุ์

การปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝน และใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (นิรนาม, 2550) หากใช้ข้อมูลการคาดการณ์ในช่วงปลูกเดือนพฤษภาคมเป็นหลักและใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นฐานในการเลือกพันธุ์และช่วงปลูกที่เหมาะสม จะสามารถสร้างผลผลิตและมูลค่าจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้จำนวนมาก เช่น การเลือกใช้พันธุ์ระยอง 5 ในช่วงเดือนพฤษภาคมแทนพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลผลิตต่อไร่ที่สูงขึ้น ไม่น้อยกว่า 22.5 ล้านบาท หากเลือกช่วงปลูกและพันธุ์ที่เหมาะสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิต มูลค่าผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นจำนวนมาก โดยใช้การคำนวณจากสูตร

มูลค่าเพิ่ม = (ผลต่างของผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ระยอง 5 และผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) x เนื้อที่ปลูกมันสำปะหลัง (ไร่) x ราคาผลผลิตมันสด หรือ $(6.9 - 4.8) \times 7,158,657 \times 1.50 = 22,549,769.5$ บาท

อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้ ดำเนินการภายใต้ข้อจำกัดของข้อมูล เช่น จำนวนพันธุ์ที่มีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม ข้อมูลดิน เป็นต้น จึงควรได้รับการพัฒนารวมทั้งศึกษา

เพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ในการนำมาใช้งานต่อไป เช่น การศึกษาเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ใหม่ ๆ การพัฒนาการประยุกต์ใช้แบบจำลองพืชในงานวิจัยให้มากขึ้น ซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย และลดระยะเวลาในการจัดทำแปลงทดสอบพันธุ์และเทคโนโลยีในพื้นที่ได้ การคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังปัจจุบันยังคงใช้ข้อมูลภูมิอากาศในอดีต แม้จะสามารถใช้ข้อมูลภูมิอากาศจำนวนหลายปีได้ แต่ควรพัฒนาและศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลภูมิอากาศแบบ online เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยาเริ่มพัฒนาระบบการตรวจและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเลือกพื้นที่เป้าหมายในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ เช่น การผลิตพลังงาน การผลิตแปง และการผลิตอาหารสัตว์ให้เพียงพอ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากระดับผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศได้ จากผลผลิตเฉลี่ยของประเทศ 3.5 ตัน/ไร่ เพิ่มขึ้นเป็น 5 ตัน/ไร่หรือมากกว่านั้น ได้ด้วยการเปลี่ยนพันธุ์ ปรับช่วงปลูกให้ที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยตอบคำถามเกี่ยวกับที่ไหนได้ ซึ่งจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากสินค้านี้

สรุปผลการทดลอง

แบบจำลองมันสำปะหลัง GUMCAS ที่บรรจุอยู่ในโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร (DSSAT) สามารถคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังได้ค่อนข้าง

ข้างแม่นยำ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตจริงจากแปลงทดสอบมันสำปะหลังทั้ง 7 พันธุ์ พบว่าแบบจำลองสามารถคาดการณ์ผลผลิตได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยมีค่า agreement index ระหว่าง 0.76-0.93 และมีค่า RMSE ค่อนข้างต่ำ 0.75-1.57 ยกเว้นพันธุ์ระยอง 72 ซึ่งมีค่า agreement index ต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ การนำข้อมูลผลการคาดการณ์ในส่วนของพันธุ์ระยอง 72 จึงต้องระวังเนื่องจากประมาณการสูงกว่าความเป็นจริง การนำแบบจำลองมาใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังในแหล่งปลูกของประเทศ ทำให้สามารถเลือกใช้พันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตได้เหมาะสมกับพื้นที่ภายใต้การจัดการช่วงเวลาปลูก ระยะเวลาปลูกและอายุเก็บเกี่ยว ที่เหมาะสมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนายก้อนทอง พวงประโคน ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะรวมทั้งทีมวิจัยในพื้นที่ของสำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 และเกษตรกรที่ร่วมมือในการดำเนินการทดสอบและให้ข้อมูลสุดท้ายขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรที่จัดสรรงบประมาณสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยทำให้งานวิจัยสำเร็จได้เป็นไปตามแผนการทดลองที่วางไว้

เอกสารอ้างอิง

- เจลีเยว แจ้งไพโร. 2533. *การประเมินคุณภาพที่ดินในประเทศไทย*, เอกสารวิชาการฉบับที่ 127 กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ. 43 หน้า.
- นิรนาม. 2523. *คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ*, เอกสารวิชาการเล่มที่ 28 กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ. 70 หน้า.
- นิรนาม. 2549. *การสำรวจและคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังปีการผลิต 2549 โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*, เอกสารวิชาการเลขที่ 32/09/49 สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 180 หน้า.
- นิรนาม. 2550. *รายงานผลการสำรวจมันสำปะหลังโรงงานปี 2550*, เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 414. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 70 หน้า.
- พนมศักดิ์ พรหมบุรุษย์ ปรากฏ ศรีงามและอรุณชัย จินตะเวช. 2545. ระบบประมาณการผลผลิตอ้อยในพื้นที่ขนาดใหญ่ "อ้อยไทย 1.0". หน้า 55-85. ใน : *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยการประมาณผลผลิตอ้อยด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์*. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วรยุทธ์ ศิริชุมพันธ์ จรุงสิทธิ์ ลิ้มศิลา และ
 อัจฉรา ลิ้มศิลา. 2548. การศึกษา
 พัฒนาการ การเจริญเติบโตและค่า
 สัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของมันสำปะ
 หลังพันธุ์ก้าวหน้า. หน้า 182-211. ใน :
 รายงานผลงานวิจัยปี 2548 เล่มที่ 1.
 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและ
 พัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชา
 การเกษตร.
- วรยุทธ์ ศิริชุมพันธ์. 2551. การศึกษาพัฒนาการ
 การเจริญเติบโต และค่าสัมประสิทธิ์ทาง
 พันธุกรรมของมันสำปะหลังพันธุ์ใหม่.
 หน้า 465-497. ใน : รายงานผลงานวิจัย
 ปี 2550 เล่มที่ 2. ศูนย์วิจัยพืชไร่
 ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการ
 เกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.
- วินัย ศรวัต สุกิจ รัตนศรีวงษ์ และเพียงเพ็ญ
 ศรวัต. 2547. การศึกษาพัฒนาการเจริญ
 โตและสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของ
 มันสำปะหลังเพื่อใช้ในการกำหนดเขต
 การผลิตมันสำปะหลัง. หน้า 1-3. ใน :
 ผลงานวิจัยดีเด่นประจำปี 2545. กรม
 วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
 สหกรณ์.
- วินัย ศรวัต และสุกิจ รัตนศรีวงษ์. 2549.
 แผนที่ศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังใน
 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. โครงการจัดทำ
 แผนที่ศักยภาพการผลิตมันสำปะหลัง.
 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและ
 พัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชา
- การเกษตร. 51 หน้า.
- วินัย ศรวัต. 2549ก. *ฐานข้อมูลการผลิตมันสำ
 ปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอน
 บน.* โครงการจัดทำแผนที่ศักยภาพการ
 ผลิตมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่
 ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการ
 เกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. 65
 หน้า.
- วินัย ศรวัต. 2549ข. *ฐานข้อมูลการผลิตมันสำ
 ปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอน
 ล่าง.* โครงการจัดทำแผนที่ศักยภาพการ
 ผลิตมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่
 ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการ
 เกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. 58
 หน้า.
- สุกิจ รัตนศรีวงษ์ เรื่องศักดิ์ พากุมิพฤษ์
 จุฑาทิพย์ สีดาพาลี และเบญจพล
 ดันประดิษฐ์. 2551ก. การพัฒนาการผลิต
 มันสำปะหลังแบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วมใน
 จังหวัดร้อยเอ็ด. หน้า 63-71. ใน : *ผล
 งานวิจัยดีเด่นและผลงานวิจัยที่เสนอเข้า
 ร่วมพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่นประจำ
 ปี 2550.* กรมวิชาการเกษตร กระทรวง
 เกษตรและสหกรณ์.
- สุกิจ รัตนศรีวงษ์ โสภิตา สมคิด วลัยพร ศะศิ
 ประภา และนฤทัย วรสถิตย์. 2551ข.
*การพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังจังหวัด
 ร้อยเอ็ด.* ศูนย์บริการวิชาการด้านพืช
 และปัจจัยการผลิตร้อยเอ็ด สำนักวิจัย
 และพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชา

- การเกษตร 28 หน้า.
- Eiumnoh A., 1999. *Land Suitability Evaluation for Cassava Cultivation in the Northeast Provinces of Thailand*. Final Report. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. 45 p.
- Hartkamp, A.D., K. De Beurs, A. Stein, and J.W. White. 1999. *Interpolation Techniques for Climate Variables*. NRG-GIS Series 99-01. CIMMYT, Mexico, D.F. 26 p.
- Jones, J.W., L.A. Hunt, G. Hoogenboom, D.C. Godwin, U. Singh, G.Y. Tsuji, N.B. Pickering, P.K. Thornton, W.T. Bowen, K.J. Boote, and J.T. Ritchie. 1994. Input and Output Files. Pages 1-94. *In : DSSAT v3 vol. 2*. Tsji G.Y., J.W. Jones and S. Balas (eds.), University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.
- Matthews, R.B. and L.A. Hunt. 1994. GUMCAS: a model describing the growth of cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz). *Field Crops Res.* 36: 69-84.
- Uehara, G. and G.Y. Tsuji. 1998. Overview of IBSNAT. Pages 1-7. *In : Understanding Options for Agricultural Production*. Tsuji G.Y. G. Hoogenboom and P.K. Thornton (eds.), IBSNAT.
- Willmott, C.J. 1982. Some comments on the evaluation of model performance. *Amer. Meteorol. Soc.* 63: 1309 – 1313.