การใช้แบบจำลองประเมินวันปลูกและประมาณผลผลิตข้าว ในระดับไร่นาที่บ้านห้วยแก้วจังหวัดเชียงใหม่[1]

สุนทร บูรณะวิริยะกุล[2] และอรรถชัย จินตะเวช[3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ก็เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประมาณผลผลิตข้าวในระดับไร่นาโดยการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากที่เก็บจากแปลงเกษตรกรและแบบจำลอง ตัวอย่างข้าวเก็บจากหมู่บ้านห้วยแก้ว ต. แม่แฝก อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ ซึ่งมีดินเป็นชนิด sandy loam เก็บตัวอย่างข้าวสามพันธุ์คือ สันป่าตอง1 (สปต1) (n=93) หอมสกลนคร (n=7) และ กข 6 (n=8) ในปี 2545 เกษตรกรส่วนใหญ่ย้ายกล้าในเดือนกรกฎาคม ผลผลิตของ สปต1 มีค่าตั้งแต่ 399-868 กก./ไร่ เฉลี่ยได้ 607 (SD= 112) ขณะที่สกลนคร และ กข 6 เฉลี่ยได้ 461 (SD= 107) และ 516 (SD= 156) กก./ไร่ ตามลำดับ ความแตกต่างของผลผลิตเนื่องมาจากวันปลูกที่แตกแตกต่างกันและปริมาณปุ๋ยที่ใช้ ในปี 2546 จำนวนตัวอย่างมีน้อย (1-3) โดยพันธุ์ สปต1 มีค่าเฉลีย 582 กก./ไร่ และ 379 สำหรับพันธุ์ กข6 ในกรณีที่มีตัวอย่างมากพอเพียง ค่าเฉลี่ยสามารถใช้เป็นค่าประมาณของเฉลี่ยของประชากรที่มีการกระจายตัวแบบ normal ของแต่ละพื้นที่ได้ ซึ่งนำไปสู่การคำนวณผลผลิตทั้งประเทศ การเก็บตัวอย่างทั่วประเทศต้องมีค่าใช้จ่ายและใช้เวลามาก ถ้าแบบจำลองสามารถประมาณผลผลิตได้ไม่แตกต่างเกินร้อยละ 10 ของค่าที่คาดการณ์ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลง ผลการใช้แบบจำลอง Ceres-rice ผลผลิตของแปดเดือนโดยใช้ข้อมูลอากาศ 23 ปี ของพันธุ์ สปต1 และสกลนครได้ผลใกล้เคียงกันในทุกเดือน โดยเดือน พ.ค. และ มิ.ย. ให้ผลผลิตสูงสุด (668 660 กก/ไร่ ตามลำดับ) และเป็นเดือนปลูกที่มีผลผลิตสูงกว่าด้วยค่าโอกาส (probability) ที่เท่ากัน ข้อดีของการประมาณโดยการเก็บตัวอย่างคือไม่ต้องการข้อมูลอะไรนอกจากพันธุ์ข้าว ขณะที่แบบจำลองต้องการหลายอย่างโดยเฉพาะวันปลูก การใช้ปุ๋ยและการจัดการอื่น ๆ ที่จะมีผลกระทบกับการผลิต การใช้ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ข้อมูลอากาศหลายปีของเดือนที่เกษตรกรส่วนใหญ่ย้ายกล้าในแต่ละพื้นที่น่าจะให้ค่าที่ดี จากการวิเคราะห์ 23 ปี ให้ค่าเฉลี่ยของเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 583 กก. /ไร่

คำสำคัญ: Ceres-Rice model, Seasonal simulation

คำนำ

พื้นที่ทำการเกษตรที่ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทรายส่วนใหญ่จะได้รับน้ำชลประทาน ทำให้ปลูกข้าวมากกว่าหนึ่งครั้ง เกษตรกรมากกว่าร้อยละ 80 จะปลูกข้าวเหนียวในฤดูฝน และจะเก็บไว้บริโภคในครอบครัว บางส่วนขาย ภายในแต่ละหมู่บ้านประกอบด้วยเกษตรกรรายย่อยซึ่งมีความแตกต่างกันในการจัดการต่างๆ รวมถึงการใช้พันธุ์และวันปลูก เกษตรกรจะปลูกข้าวตามความพร้อม

---

[1] สนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

[2] ภาควิชาพืชไร่ และหน่วยวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการทรัพยากรเกษตร ศวพก. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[3] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ และหน่วยวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการทรัพยากรเกษตร ศวพก. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

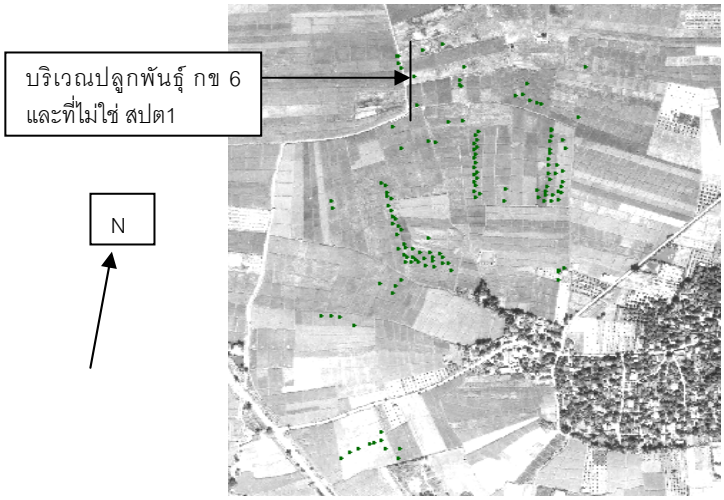
ในการเก็บเกี่ยวของพืชก่อนหน้าข้าว และความพร้อมของเครื่องไถ ความแปรปรวนบางประการดังกล่าว รวมถึงของดิน ทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกันภายในแปลงและระหว่างเกษตรกร

ปัจจุบันได้มีการนำแบบจำลองพืชต่างๆ ออกมาเผยแพร่เพื่อทำการทดสอบ โดยหวังว่าจะนำมาช่วยในการจัดการผลิตและพยากรณ์ผลผลิต การศึกษาแบบจำลองพืชโดยทั่วไปจะจำกัดอยู่ในสภาพที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ไม่ต้องการทราบ ซึ่งในหลายกรณีผลที่ได้ก็ยังแสดงความไม่แน่นอน ได้มีการนำโมเดลพืชไปใช้วิเคราะห์การจัดการการปลูกพืชเพื่อประเมินความเหมาะสมของปัจจัยต่าง ๆ ของแต่ละพื้นที่ (Boot, *et al*., 1996) และความเป็นไปได้ในการประมาณผลผลิตของประเทศ (Supit, 1997) ในประเทศไทยได้มีการทดสอบโมเดลข้าว Ceres-Rice (Singh *et al.,* 1993) มานานพอควร แต่ยังไม่ค่อยมีรายงานการนำเอาแบบจำลองนี้ไปใช้ประเมินผลผลิตพืชในระดับไร่นา รวมถึงการศึกษาวันปลูกที่เหมาะสมของพันธุ์ข้าวเหนียว เกษตรกรอาจจะไม่ทราบว่าการปลูกข้าวล่าช้าจะทำให้ผลผลิตลดลง จึงควรได้รับคำแนะนำวันปลูกที่เหมาะสม เพราะเกษตรกรสามารถปรับเวลาปลูกพืชอื่นก่อนปลูกข้าวได้โดยไม่มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำ

การประมาณผลผลิตข้าวในพื้นที่ต่างๆ โดยการสอบถามจากเกษตรกรโดยตรงมีความไม่แน่นอนสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเอาใจใส่ในตัวเลขมากน้อยแค่ไหน เป็นที่เข้าใจกันว่าการประมาณผลผลิตโดยการเก็บตัวอย่างน่าจะมีความแม่นยำกว่าถ้ามีการเก็บที่ดี แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก ส่วนหนึ่งของรายงานนี้ก็เพื่อศึกษาความแปรปรวนของผลผลิตของข้าวเหนียวในแปลงเกษตรกรโดยเก็บตัวอย่าง และใช้แบบจำลองข้าว CERES-Rice เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้แบบจำลองในระดับไร่นา วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งก็เพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมของวันปลูกข้าวในหมู่บ้านห้วยแก้วโดยใช้แบบจำลอง

วิธีการศึกษา

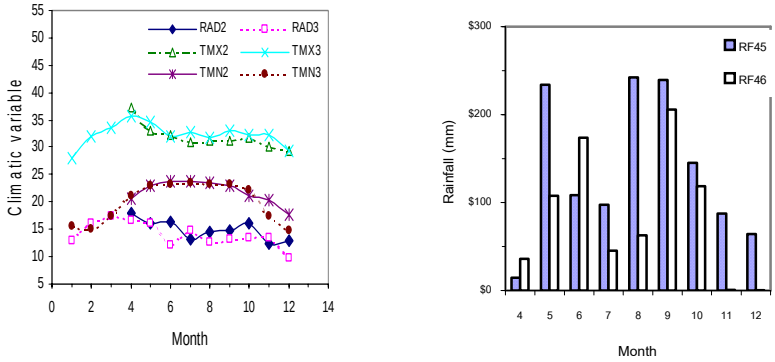
ผลผลิตข้าวจากแปลงเกษตรกร: หมู่บ้านห้วยแก้วมีพื้นที่ในการปลูกข้าวในฤดูฝนประมาณ 235 ไร่ ในปี 2545 วัดผลผลิตข้าวโดยการเก็บตัวอย่าง 5-10 กอจากแปลงเกษตรกร ระยะระหว่างตัวอย่างห่างกันประมาณสิบเมตร ในการเก็บตัวอย่างแต่ละจุดมีการวัดตำแหน่งด้วยเครื่อง GPS (Global Positioning System) ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างแสดงในภาพที่ 1 พื้นที่จะลาดเอียงตั้งแต่ตะวันออกไปทางตะวันตกและเหนือ โดยแปลงของเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างจะยาวตามแนวเหนือใต้ นอกจากนั้นทำการสุ่มวัดจำนวนหลุมของแต่ละเกษตรกรเพื่อคำนวณประชากรเฉลี่ยของข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ตัวอย่างที่เก็บรวมเป็น 93 ตัวอย่าง สำหรับพันธุ์ สปต 1 นอกนั้นเป็นพันธุ์อื่น ๆ (พันธุ์หอมสกลนคร และ กข 6) เก็บไม่ถึง 10 ตัวอย่าง เนื่องจากมีคนปลูกน้อยมาก นำตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกมาวัดความชื้นแล้วทำให้เป็นข้าวสารที่มีความชื้นร้อยละ 14 เนื่องจากมีความแตกต่างของประชากรของหลุมของแต่ละเกษตรกร จึงได้วัดจำนวนกอต่อตารางเมตร ในปี 2545 ส่วนใหญ่ทำการย้ายกล้ากันในเดือนกรกฎาคม โดยทั่วไปเกษตรกรจะไม่ใช้ปุ๋ย ในรายงานข้อมูลอากาศ ได้จากการติดตั้ง automatic data logger ข้อมูลชุดดินที่ใช้เป็น sandy clay loam (ชุดดินแม่ริม) หน้าดินลึกประมาณ 30-50 ซม.



ภาพที่ 1 จุดที่แสดงบนแผนที่เป็นที่ๆ เก็บตัวอย่างข้าวในปี 2545 มีหลายจุดที่แสดงไม่ได้เก็บซึ่งอยู่ทางด้านบนของรูป

ในปี 2546 สุ่มเก็บตัวอย่าง 15-20 หลุมต่อพันธุ์ ของสามพันธุ์เหมือนในปี 2545 ในแปลงของเกษตรกร 7 ราย จำนวนหลุมต่อตารางเมตรที่เกษตรกรปลูกจะอยู่ในช่วง 9-12 หลุม เกษตรกรรายที่หนึ่งปลูกพันธุ์หอมสกลนครใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 12.5 กก. ต่อไร่ (2 กก. N/ไร่) เกษตรกรรายที่สองปลูกสันป่าตอง1 ใส่ยูเรียหนึ่งครั้งประมาณ 18 กก. ต่อไร่ (2 กก. N/ไร่) และปลูกพันธุ์ กข 6 แต่ไม่ใส่ปุ๋ย รายที่สามปลูกพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยสองครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 5 กก. ต่อไร่ และปุ๋ยยูเรียประมาณ 16 กก. ต่อไร่ (รวม 8.2 กก. N/ไร่) ส่วนอีกสองรายไม่ทราบรายละเอียด

สำหรับข้อมูลอากาศ มีการติดตั้ง data logger ไว้ในหมู่บ้าน รูป 2 เปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวแปรของอากาศตั้งแต่เดือนเมษายนถึงธันวาคมของหมู่บ้านห้วยแก้วของปี 2545 และ 2546 ในปี 2546 ปริมาณแสงแดดเฉลี่ยรายวันของเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นกล้า และตั้งแต่เดือนสิงหาคมจนถึงธันวาคมจะน้อยกว่าปี 2545 ยกเว้นเดือนพฤศจิกายน แต่อุณหภูมิสูงสุดมีลักษณะตรงกันข้ามตั้งแต่เดือนกรกฎาคม (ภาพที่ 2) ขณะที่ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดมีความแตกต่างกันน้อยมากยกเว้นสองเดือนสุดท้ายซึ่งจะไม่มีผลต่อผลผลิต ปริมาณน้ำฝนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากแม้แต่ในเดือนสิงหาคม (ภาพที่ 2) ปี 2545 มีปริมาณฝนมากกว่าปี 2546 ประมาณร้อยละ 44 ในระยะเก้าเดือนหลัง



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของแสงแดด (RAD: MJ m^{-2} d^{-1}) อุณหภูมิสูงสุด (TMX: ^{o}C) และต่ำสุด (TMN: ^{o}C) และปริมาณน้ำฝนรายเดือน (RF, mm) ปี 2545 และ 2546 (ตัวแปรลงท้ายด้วยเลข 2 และ 3 ตามลำดับ) ณ หมู่บ้านห้วยแก้ว ต.แม่แฝก อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่

การประเมินผลผลิต: แบบจำลองพืชที่ใช้ในการจำลองการผลิตข้าวคือ Ceres-rice model (Singh *et al*., 1993) อยู่ในระบบ DSSAT (Jones *et al*., 1990) รุ่น 3.5 ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดย IBSNAT (1993) ในการประเมินผลผลิตในสองปีใช้ชุดสัมประสิทธิ์ของพันธุ์ของเดือนมิถุนายน (สุนทร และ อรรถชัย, 2547) สำหรับพันธุ์สันป่าตอง 1 และหอมสกลนคร ซึ่งเกษตรกรเริ่มย้ายกล้าในเดือนดังกล่าว ในการจำลองผลผลิตของเกษตรกรทุกรายจะตั้งอยู่บนสมมติฐานเบื้องต้น (initial conditions) ที่เหมือนกัน

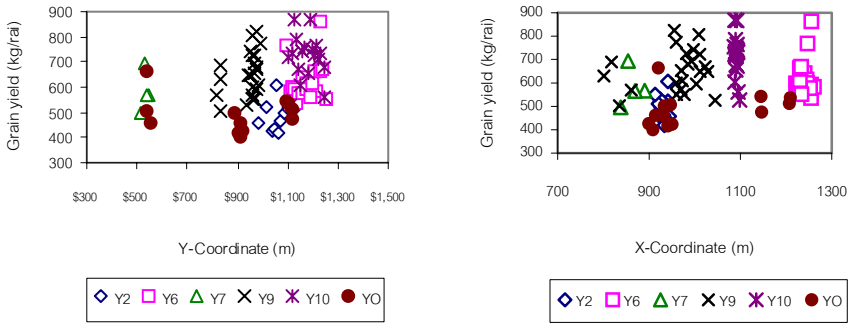
ศักยภาพการผลิตข้าวกับวันปลูก: เนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวในต่างวันกัน ในหน้าแล้งอาจเริ่มในเดือนมกราคม หรือกุมภาพันธ์ การศึกษาการกระจายตัวของผลผลิตในวันปลูกแต่ละเดือนที่เกษตรกรอาจทำการปลูกจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแนะนำแก่เกษตรกรโดยไม่ขัดกับระบบการปลูกพืช ในแบบจำลองประกอบด้วย 8 วันปลูก โดยใช้ระยะปลูก 30 x 30 ซม. มีสี่ต้นต่อหลุม และไม่มีการใช้ปุ๋ย โดยสมมุติว่าสภาพเริ่มต้นของแต่ละวันปลูกเหมือนกัน นอกจากนั้นปลูกข้าวโดยไม่ขาดน้ำ พันธุ์ที่จะทดสอบคือข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 และหอมสกลนคร โมเดลใช้ seasonal simulation ใน DSSAT ver 3.5 สัมประสิทธิ์ของพันธุ์ใช้ของเดือนมิถุนายนซึ่งให้ผลผลิตในรูปแบบที่คล้ายกับที่เคยวัดได้จากแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (สุนทร และอรรถชัย, 2547)

1	2	3	4	5	6	7	8
17-ม.ค.	13-ก.พ.	5-มี.ค.	17-พ.ค.	13-มิ.ย.	11-ก.ค.	11-ส.ค.	8-ธ.ค.

ใช้ข้อมูลอากาศ 23 ปี (2523-2545) ได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา อ.สันทรายประกอบด้วยอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนรายวัน แต่ไม่มีปริมาณแสงแดดซึ่งต้องคำนวณโดยใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด

ผลการศึกษา

การกระจายตัวของผลผลิตข้าว: ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตกับทิศทางของเกษตรกรแยกกันห้าราย และแบบรวมเกษตรกรหลายราย (YO) (โดยแต่ละรายมีจำนวนตัวอย่าง 2-4 ตัวอย่าง) ในรายที่มีจำนวนตัวอย่างมากจะเห็นว่ามีการกระจายตัวของผลผลิตมากของเกษตรกรแต่ละรายที่แต่ละระยะทางไม่ว่าจะในทิศทางเหนือ (Y-coordinate) หรือตะวันออก (X-coordinate) ความแตกต่างของผลผลิตของแต่ละเกษตรกรมีตั้งแต่ 187 ถึง 340 กก./ไร่ ถ้าดูการกระจายโดยรวมแล้วผลผลิตไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงกับทิศทางอย่างชัดเจนกับทิศทาง การวิเคราะห์ในทิศทาง Y-coordinate มีการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตประมาณ 1.5 กก./ไร่ ในทุกระยะ 10 ม. กับทิศทางความลาดเอียง โดย R^2 มีค่าเพียง 0.08 Miller *et al.* (1988) ซึ่งศึกษาผลผลิตข้าวสาลีกับความลาดเอียงที่มีความลาดเอียงมากกว่าในกรณีนี้ได้ค่า R^2 น้อยเช่นกัน (0.12) การเพิ่มขึ้นทีละน้อยของผลผลิตในทิศทางของน้ำไหลอาจจะแปรผลว่ามีการถ่ายเทธาตุอาหารจากที่สูงกว่าไปสู่ที่ต่ำกว่า ซึ่งไม่น่าจะมีผลเพราะในกรณีของ X-coordinate ผลผลิตดูเหมือนจะเพิ่มขึ้นกับความชัน การแสดงการเปลี่ยนแปลงกับระยะทางอาจเป็นเพราะว่าจำนวนตัวอย่างของเกษตรกร Y7 มีน้อยไป ตารางที่ 1 พิสูจน์ให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันของผลผลิตข้าวระหว่างแปลงเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างตั้งแต่ 4 ตัวอย่างขึ้นไป

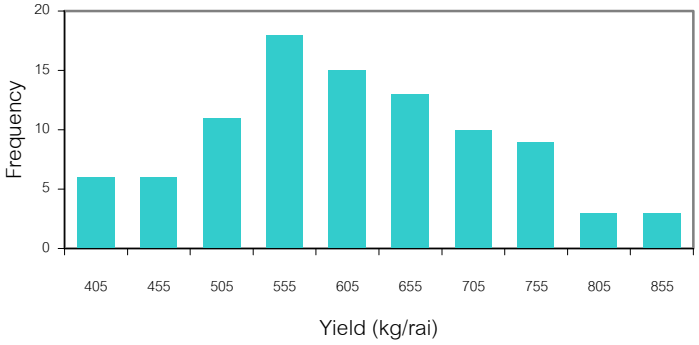


ภาพที่ 3 ผลผลิต (กก. ต่อไร่) ข้าวพันธุ์ สปต 1 ของเกษตรกรแต่ละรายในทิศทางเหนือ (Y-Coordinate) และตะวันออก (X-Coordinate) (ค่าของ x scale ได้ทำให้น้อยโดยลบด้วยค่าคงที่) สัญลักษณ์ต่าง ๆ ใช้แทนเกษตรกรแต่ละรายยกเว้น YO ซึ่งรวมเกษตรกรหลายราย

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิต (กก. /ไร่) ปี 2545 ของข้าวพันธุ์สปต 1 ระหว่างเกษตรกร เฉพาะที่มีจำนวนตั้งแต่ห้าตัวอย่าง

SOURCE	DF	SS	MS	P
FARMER	4	380,322	95,083	.0000
ERROR	83	561,031	6,759.4	
TOTAL	87	941,363		

ภาพที่ 4 แสดงกราฟแท่งของผลผลิตของพันธุ์สันป่าตอง 1 ในปี 2545 ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่า error ที่ได้จากตารางที่ 1 พบว่าข้อมูลมีความใกล้เคียงกับการกระจายตัวแบบ normal นอกจากนั้น ค่า median ก็ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 2) ประมาณร้อยละ 71 ของตัวอย่างมีผลผลิตของพันธุ์นี้อยู่ระหว่าง 505-705 กก. /ไร่ ข้าวพันธุ์ กข 6 และหอมสกลนครในปี 2545 ก็มีช่วงความแตกต่างมากเช่นกันถึงแม้ว่าจำนวนตัวอย่างจะน้อย ช่วงความแตกต่างที่สูง อาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น วันปลูก การใส่ปุ๋ย ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ย ความแตกต่างของประชากรข้าว และการจัดการที่ต่างกัน (การควบคุมวัชพืช หอย และ ปู) สำหรับพันธุ์ กข 6 ซึ่งมีลำต้นสูง โอกาสที่จะมีความคลาดเคลื่อนจะมีมากขึ้น โดยเฉพาะถ้ามีฝนตกมาก ในปี 2545 มีฝนตกเป็นปริมาณมากกว่า 110 มม. ก่อนเก็บเกี่ยว 25 วัน ทำให้ต้นล้มการเก็บตัวอย่างจึงผิดสูง ผลผลิตต่ำสุดมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าต่ำสุดของปี 2546 ซึ่งไม่มีฝนมากในช่วงใกล้เก็บเกี่ยว (เดือน พ.ย., ภาพที่ 2) แต่ต้นก็ล้มเช่นกันผลผลิตของสองพันธุ์ลดลง ซึ่งส่วนหนึ่งน่าจะเนื่องมาจากปริมาณแสงแดดมีค่า ต่ำกว่าปี 2545 (ภาพที่ 2) ตั้งแต่เริ่มมีการย้ายกล้า โดยหลักการแล้วผลผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้นถ้าปริมาณแสงแดดในช่วงหลังการออกดอก (Yoshida, 1981) ขณะที่พันธุ์หอมสกลนครมีค่าสูงขึ้นก็เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บมีเพียงค่าเดียวจากเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ย ขณะที่อีกสองพันธุ์เก็บสามตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยที่ได้จึงไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนผลผลิตเฉลี่ยของหมู่บ้าน



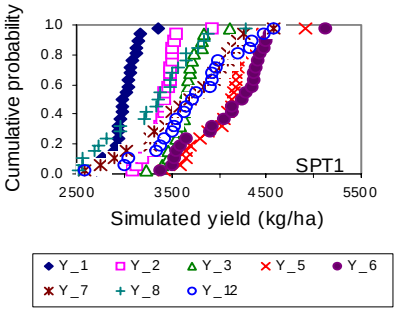
ภาพที่ 4 ความถี่ของผลผลิตของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 จากตัวอย่างปี 2545 หมู่บ้านห้วยแก้ว

ค่าที่ได้จากแบบจำลอง (ตารางที่ 2) โดยการรันโมเดล 1-2 วันปลูกเท่านั้น (ต้นและกลางเดือน) ในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยในปี 2545 (ในวงเล็บเป็นผลจากการใช้ปุ๋ย 6 และ 12 กก. N/ไร่ สำหรับสปต1 และกข 6) ผลผลิตที่ได้ตกอยู่ในช่วงของค่าที่วัดได้ แต่มิได้หมายความว่าจะใกล้เคียงกันรายต่อรายที่ศึกษา ส่วนในปี 2546 ค่าจากแบบจำลองค่อนข้างจะต่างจากค่าที่วัด (> 19 %) สำหรับพันธุ์ กข 6 ผลผลิตจากแบบจำลองมีค่ามากกว่าค่าที่วัดได้ในทุกตัวอย่าง โดยเฉพาะที่ใส่ปุ๋ยมีค่าน้อยกว่าที่คาด ซึ่งอาจเกิดจากการจัดการปุ๋ยของเกษตรกรไม่มีประสิทธิภาพ

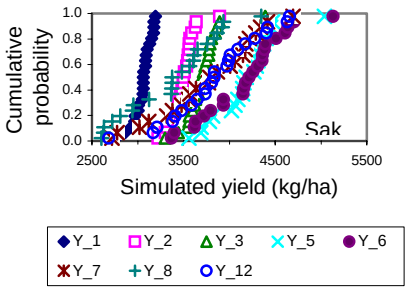
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด และค่าความเบี่ยงเบน (SD) ของผลผลิตข้าว (กก.ต่อไร่) สามพันธุ์เก็บจากแปลงเกษตรกรในปี 2545 และ 2546 และผลผลิตจากแบบจำลองที่หมู่บ้านห้วยแก้ว เชียงใหม่ (ในวงเล็บเป็นค่าที่มีการใช้ปุ๋ย)

พันธุ์ข้าว	Mean	Median	Min-Max	SD	CV(%)	Simulated
2545						
สปต1 (N=93)	607	592	399-868	112	18.4	431-481(734)
กข6 (N=8)	516	497	246-734	156	30.3	364-516(922)
สกลนคร (N=7)	461	448	329-639	107	23.2	451
2546						
สปต1 (N=3)	582	-	392-604	181	31.0	486
กข6 (N=3)	379	-	265-497	116	30.7	409-628
สกลนคร (N=1)	576	-	-	-	-	392

ศักยภาพของผลผลิตกับวันปลูก: ภาพที่ 5 และ 6 แสดงความเสี่ยงของการปลูกข้าวในเดือนต่าง ๆ ของพันธุ์ สปต1 และสกลนคร ในการปลูกข้าวนาปรัง เกษตรกรพร้อมจะปลูกข้าวตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึง มี.ค. การปลูกข้าวในสามเดือนแรกโอกาสที่ความแตกต่างระหว่างปีที่ไม่เกิน 70 กก./ไร่ มีมากกว่าร้อยละ 83 ของ 23 ปี ในทั้งสองพันธุ์ การปลูกในเดือน มี.ค. ให้ผลผลิตมากกว่าเดือน ม.ค. และก.พ. ในทุกปี และมีโอกาสให้ผลผลิตสูงกว่า 3500 กก.ต่อฮ.ต. (560 กก./ไร่) แต่ทำให้การปลูกข้าวนาปีอาจต้องเลื่อนไปถึงปลายเดือน ก.ค. สำหรับการปลูกข้าวนาปี แบบจำลองแสดงให้เห็นว่า เดือน พ.ค. และมิ.ย. ให้ผลดีกว่าเดือนอื่น ๆ ร้อยละ 87 ของ 23 ปี ที่ผลผลิตจะได้ตั้งแต่ 560 กก./ไร่ ถึง 682 และ 706 กก./ไร่ สำหรับ สปต1 และ สกลนคร ตามลำดับ แต่เกษตรกรส่วนใหญ่จะย้ายกล้าในเดือนก.ค. ในแบบจำลองผลผลิตของวันปลูกของเดือนนี้ มีค่า 413-730 กก./ไร่ โอกาสที่พันธุ์ทั้งสองจะให้ผลผลิตตั้งแต่ 560 กก./ไร่ มีประมาณ 63 % ใน 23 ปี

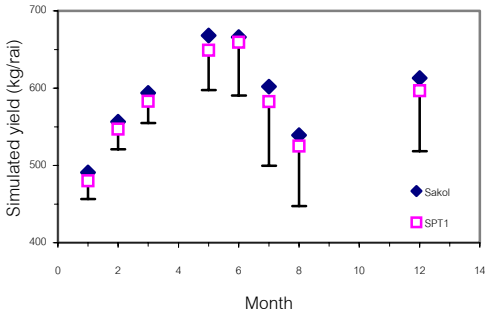


ภาพที่ 5 Cumulative probability ของผลผลิต (กก./ฮ.ต.) เฉลี่ย 23 ปีจากแบบจำลองของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 (SPT1) ในแปดวันปลูก



ภาพที่ 6 Cumulative probability ของผลผลิต (กก./ฮ.ต.) เฉลี่ย 23 ปี จากแบบจำลอง ของข้าวพันธุ์หอมสกลนคร (Sakol) ในแปดวันปลูก

เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตจากแบบจำลองของวันปลูกต่าง ๆ จาก ภาพที่ 5 และ 6 โดยหาค่าเฉลี่ย 23 ปี ปรากฏว่าพันธุ์ทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงกับวันปลูกในลักษณะเดียวกัน (ภาพที่ 7) เนื่องจากสัมประสิทธิ์ของพันธุ์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก เดือนพฤษภาคมและมิถุนายนให้ผลผลิตที่เคียงกันและดีกว่าวันปลูกเดือนอื่น ๆ โดยที่พันธุ์ สันป่าตอง 1 ให้ผลผลิตสูงสุดในเดือน มิ.ย. (660 กก.ต่อไร่) การขึ้นลงของผลผลิตน่าจะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและปริมาณแสงแดด จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร พบว่าผลผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งสองอย่างมาก (ไม่ได้ตีพิมพ์, 2546) ผลผลิตจากโมเดลของเดือนธันวาคมควรจะต่ำกว่านี้เพราะว่าในช่วงการแตกแขนงอุณหภูมิกลางคืนต่ำ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตในวันปลูกเดือนธันวาคม เนื่องมาจากอุณหภูมิเฉลี่ยและแสงแดดสูงขึ้นมากในช่วงออกดอกถึงสุกแก่



ภาพที่ 7 ผลผลิต (กก./ไร่) เฉลี่ย 23 ปี จากแบบจำลองของข้าวหอมสกลนคร (Sakol) และพันธุ์สันป่าตอง 1 (SPT1) ใน 8 วันปลูก เส้นแนวดิ่งแสดงค่า SD ของ SPT1

การประมาณผลผลิตทั้งหมด: กรณีที่การเก็บตัวอย่างพอเพียงจะเป็นตัวแทนของพื้นที่ซึ่งทำให้การกระจายตัวของตัวอย่างเป็นแบบ normal น่าจะทำให้การคำนวณผลผลิตโดยรวมได้แม่นยำ วิธีนี้มีข้อดีคือไม่ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับวันปลูกหรือวิธีการจัดการของเกษตรกร หรือการถูกทำลายด้วยสาเหตุต่าง ๆ อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างก็มีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลา และต้องมีการสำรวจเพื่อ รู้ว่าปลูกพันธุ์อะไรและใช้พื้นที่เท่าไร การใช้แบบจำลองถึงแม้จะสะดวกเพราะมีข้อมูลหลายอย่างในฐานข้อมูลแล้ว ในระบบนี้จะมีการเชื่อมโยงระหว่างฐานข้อมูลของแต่ละครัวเรือนในแต่ละหมู่บ้านกับระบบ DSSAT ทำการรันโมเดลตามจำนวนครัวเรือนที่ปลูกข้าว อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ก็ยังต้องมีการสำรวจเช่นกันในบางพื้นที่ เพราะอาจมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดู คือวันปลูกของพันธุ์ต่าง ๆ และการใช้ปุ๋ย นอกจากนั้นค่าที่ประมาณได้ของแต่ละเกษตรกรอาจจะไม่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของแต่ละราย Supit (1997) ได้เสนอการประมาณผลผลิตข้าวสาลีของประเทศ โดยสร้างสมการที่ใช้ผลผลิตที่ได้จากโมเดล WOFOST สรุปว่าผลการประมาณไม่ได้แม่นยำไปกว่าการใช้ trend extrapolation หรือค่าเฉลี่ยในทุกกรณี

อีกวิธีหนึ่งที่ยังเป็นคำถามคือการใช้ค่าเฉลี่ยจาก seasonal simulation มาประมาณค่าเฉลี่ยของพื้นที่ได้หรือไม่ โดยใช้ข้อมูลอากาศที่วัดจริงเพิ่มเข้าไปทุกปี และสมมุติว่าความ

แปรปรวนของอากาศปีต่อปี ณ เวลาหนึ่งของเดือน จะมีผลคล้ายกับความแปรปรวนของอากาศตลอดเดือนก.ค. ข้อมูลทั้งสองปีดูเหมือนจะใกล้เคียง (เปรียบเทียบ 607 582 กก./ไร่ กับ ที่ได้จากโมเดล 583 กก./ไร่ สำหรับพันธุ์ สปต1) ขณะที่พันธุ์สกลนครได้ผลไม่ดี (ตารางที่ 2 และภาพที่ 7) อย่างไรก็ตามการใช้โมเดล ceres-rice ในทางปฏิบัติยังใช้ไม่ได้ทั่วไปเนื่องจากโปรแกรมยังไม่ได้เขียนครอบคลุมถึงปัจจัยเรื่องความแปรปรวนของธาตุอาหารที่สำคัญบางชนิดและปัจจัยความเครียดของสภาพแวดล้อมได้ หรือการปรับค่าจากผลของความเสียหายจากฝนตกในช่วงเก็บเกี่ยว ในพื้นที่ที่ไม่มีปัญหาเหล่านั้นการใช้โมเดลข้าวน่าจะช่วยได้โดยตรงหรือโดยทางอ้อม

เอกสารอ้างอิง

สุนทร บูรณะวิริยะกุล และอรรถชัย จินตะเวช. 2547. ฐานข้อมูลข้าวกับการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ของพันธุ์สำหรับแบบจำลอง Ceres_Rice. ใน ***ระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลิตพืชในระดับท้องถิ่น: ท้องทุ่งไทย 1.0***. อรรถชัย และคณะ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ต่อ สกว. 2547.

Boote, K. J., J. W. Jones, and N. B. Pickering. 1996. Potential uses and limitations of crop models. ***Agron. J.*** 88:704-716.

IBSNAT 1993. ***The IBSNAT decade***. Department of Agronomy and Soil Science, College of Tropical Agriculture and Human Resouces, University of Hawaii, Honolulu, HI.

Jones, J.W., S.S. Jagtap, G. Hoogenboom, and G.Y. Tsuji. 1990. The structure and function of DSSAT. p. 1-4. *In*: ***Proceedings of IBSNAT Symposium: Decision Support System for Agrotechnology Transfer, Las Vegas, NV.*** 16-18 October 1989. Part 1: Symposium Proceedings. Department of Agronomy and Soil Science, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Honolulu, Hi.

Miller, M.P., M.J. Singer, and D.R. Nielsen. 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Sci. ***Soc. Am. J.*** 52:1133-1141.

Singh, U., J.T. Ritchie, and D.C. Godwin. 1993. ***A User's Guide to Ceres-Rice*** v2.10. International Fertilizer Development Center, Muscle Shoals, AL.

Supit, T. 1997. Predicting national wheat yields using a crop simulation and trend models. ***Agric. For. Meteorol.*** 88:199-214.

Yoshida, S. 1981. ***Fundamentals of rice crop science***. IRRI, Los Banos, Philippines, 269 p.