การจำลองการตอบสนองของมันฝรั่งต่อการจัดการปุ๋ยแบบต่าง ๆ

พันธุ์ทิพย์ นนทรีย์[1] และอรรถชัย จินตะเวช[2]

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีที่มีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตมันฝรั่งในพื้นที่หมู่บ้านห้วยแก้ว จ.เชียงใหม่ และการจำลองการตอบสนองของมันฝรั่งต่อการจัดการปุ๋ยแบบต่าง ๆ โดยการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็นสองงานทดลองซึ่งมีวันปลูกที่แตกต่างกันคือวันที่ 28 ตุลาคม และ 23 ธันวาคม 2545 ตามลำดับ โดยงานทดลองแรก วางแผนการทดลองแบบ split-plot design RCB ทำ 4 ซ้ำ ซึ่งมีพันธุ์มันฝรั่งเป็น main plot และการจัดการปุ๋ยเป็น sub plot พันธุ์มันฝรั่งมี 2 ระดับ ได้แก่ พันธุ์แอตแลนติกและพันธุ์สปุนต้า การจัดการปุ๋ยเคมี 3 ระดับ ได้แก่ ไม่มีการใส่การจัดการแบบเกษตรกร และการจัดการตามช่วงพัฒนาการพืชและคุณภาพดิน สำหรับงานทดลองแรกนี้มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินก่อนปลูกเท่ากับ 4 กก.ต่อไร่ 22 กก.ต่อไร่ และ 46 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองที่ 1 พบว่า ช่วงสร้างหัว น้ำหนักแห้งใบและหัวไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ส่วนน้ำหนักแห้งต้นและดัชนีพื้นที่ใบมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ โดยพันธุ์สปุนต้ามีน้ำหนักแห้งต้นมากกว่าพันธุ์แอตแลนติก และพันธุ์แอตแลนติกมีดัชนีพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์สปุนต้า เมื่อเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยพบว่า ทุกการจัดการปุ๋ยให้น้ำหนักหัวและดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างของน้ำหนักแห้งใบและต้น โดยการจัดการแบบเกษตรกรให้น้ำหนักแห้งใบและต้นมากกว่าไม่มีการใส่ปุ๋ยและการจัดการตามช่วงพัฒนาการพืชและคุณภาพดิน สำหรับช่วงกลางการเจริญเติบโตของหัว พันธุ์สปุนต้ามีน้ำหนักแห้งต้น ใบ หัว และดัชนีพื้นที่ใบในทุกระดับการจัดการปุ๋ยไม่แตกต่างกัน และที่ช่วงเก็บเกี่ยว พันธุ์แอตแลนติกมีน้ำหนักแห้งต้น ใบ หัว และดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันในทุกระดับการจัดการปุ๋ย ส่วนงานทดลองที่ 2 เปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยเคมีกับมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้า โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB ทำ 4 ซ้ำ โดยมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินก่อนปลูกเท่ากับ 1 กก.ต่อไร่ 19 กก.ต่อไร่ และ 50 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ช่วงสร้างหัว ช่วงกลางการเจริญเติบโตของหัว และที่ช่วงเก็บเกี่ยว ค่าน้ำหนักแห้งต้น ใบ และหัว รวมทั้งดัชนีพื้นที่ใบ ไม่มีความแตกต่างกันสำหรับทุกระดับการจัดการปุ๋ย สำหรับการจำลองการตอบสนองของมันฝรั่งต่อการจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่าง ๆ พบว่า การจำลองพัฒนาการการเริ่มเกิดหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกและพันธุ์สปุนต้าทั้งสองงานทดลองไม่ใกล้เคียงกับค่าสังเกต จึงทำให้การคาดการณ์การเติบโตของมันฝรั่งไม่ใกล้เคียงกับค่าสังเกต ดังนั้นจึงควรมีการทำการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เพื่อจะนำไปใช้ในการคาดการณ์จัดการการผลิตมันฝรั่งที่มีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: การจัดการปุ๋ย การเจริญเติบโตและผลผลิตมันฝรั่ง แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช

คำนำ

ผลผลิตมันฝรั่งในประเทศไทยค่อนข้างต่ำและมีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากต้องนำหัวพันธุ์เข้าจากต่างประเทศ และขาดเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสม จากการสำรวจ พบว่าเกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีให้กับมันฝรั่งเป็นปริมาณมากและบ่อยครั้งจนเกินความจำเป็นติดต่อกันเป็นเวลานานหลายปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2541) นอกจากนี้ยังไม่ได้

[1] นักศึกษาปริญญาโทช่วยวิจัย ศวพก. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ และ ศวพก. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินและความต้องการธาตุอาหารของมันฝรั่ง การปรับปรุงการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมกับธาตุอาหารในดินและความต้องการของมันฝรั่ง จึงเป็นทางหนึ่งที่จะสามารถลดต้นทุน เพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งได้ (ศศิธร, 2543)

แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (crop growth model) ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและวิจัยการตอบสนองของพืชนั้น ๆ ต่อสภาพแวดล้อมและการจัดการ รวมทั้งเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ ช่วยการวิเคราะห์ความเสี่ยง (risk analysis) และช่วยการประเมินศักยภาพการผลิตพืชในแต่ละพื้นที่ (อรรถชัย, 2539) ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด เช่น แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว CERES-Rice Model แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวโพด CERES-Maize และแบบจำลองการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง SUBSTOR-Potato (Tsuji, 1994) ซึ่งการใช้แบบจำลองมันฝรั่ง เพื่อจำลองกระบวนการพัฒนาการ (Phenology) และการเจริญเติบโต (growth) ของมันฝรั่ง การคาดการณ์ผลผลิต และวิเคราะห์ผลของการจัดการปุ๋ย ซึ่งจะช่วยให้สามารถวางแผนการจัดการปุ๋ย อันจะเป็นการลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพผลผลิตได้ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อการจัดการปุ๋ยเคมีที่มีประสิทธิภาพสำหรับการปลูกมันฝรั่ง และใช้แบบจำลองดังกล่าวในการประมาณผลผลิตและเปรียบเทียบทางเลือกในการจัดการปุ๋ยในระบบการผลิตมันฝรั่ง

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ทดสอบเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับการผลิตมันฝรั่งในพื้นที่หมู่บ้านห้วยแก้ว จ.เชียงใหม่ สองงานทดลอง โดยมีวันปลูกที่แตกต่างกัน คือวันที่ 28 ตุลาคม และ 23 ธันวาคม 2545 ตามลำดับ

งานทดลองแรกปลูกวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ.2545 เก็บเกี่ยวในวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2546 วางแผนการทดลองแบบ split-plot design in RCB ทำ 4 ซ้ำ มีพันธุ์มันฝรั่ง 2 ระดับ เป็น main plot และมีการจัดการปุ๋ยเคมี 3 ระดับเป็น sub plot ประกอบด้วย

main plot ประกอบด้วย

M1 = พันธุ์สปุนต้า (พันธุ์บริโภค) M2 = พันธุ์แอตแลนติก (พันธุ์แปรรูป)

sub-plot ประกอบด้วย

S1 = การจัดการโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย (ไม่มีการให้ปุ๋ยตลอดฤดูกาลเพาะปลูก)

S2 = การจัดการแบบเกษตรกร

S3 = การจัดการปุ๋ยตามพัฒนาการของมันฝรั่งและคุณภาพดินตามผลการวิเคราะห์ดิน

งานทดลองที่สอง ปลูกในวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2545 และเก็บเกี่ยวในวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2546 วางแผนการทดลองแบบ RCB ทำ 4 ซ้ำ โดยใช้พันธุ์สปุนต้า และประกอบด้วยการจัดการ 3 ระดับ ได้แก่ การจัดการแบบ S1 S2 และ S3

ก่อนปลูกมันฝรั่ง ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ซึ่งในงานทดลองแรกพบว่าปริมาณธาตุอาหารในดินของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 4 กก. ต่อไร่ 22 กก. ต่อไร่ และ 46 กก. ต่อไร่ ในแปลงปลูก

งานทดลองที่สอง พบว่าปริมาณธาตุอาหารในดินของค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1 กก. ต่อไร่ 19 กก. ต่อไร่ และ 50 กก. ต่อไร่ ซึ่งการจัดการแบบ S3เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ 6.4 ตันต่อไร่ จะต้องการปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ดังนี้คือ 26 กก. ต่อไร่ 3 กก. ต่อไร่ และ 36 กก. ต่อไร่ ตามลำดับ (Lorenz and Maynard, 1984) การจัดการปุ๋ยแบบ S3 ได้ใช้ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท (15-0-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50) โดยให้ปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมกับปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งไนโตรเจนแบ่งให้ 2 ครั้ง และโพแทสเซียมแบ่งให้ 3 ครั้งตลอดฤดูกาลเพาะปลูกทั้งสองงานทดลอง การจัดการแบบ S2 ของงานทดลองแรก มีอัตราการให้ปุ๋ยเคมีตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเป็นจำนวนเท่ากับ 225 กก.ต่อไร่ โดยจำแนกเป็นธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 64 กก. ต่อไร่ ธาตุฟอสฟอรัสเท่ากับ 64 กก. ต่อไร่ และ ธาตุโพแทสเซียมเท่ากับ 92 กก. ต่อไร่ ซึ่งต้นทุนปุ๋ยเคมีการผลิตของเกษตรกร เท่ากับ 2,430 บาทต่อไร่ ส่วนการจัดการแบบ S3 ให้ปุ๋ยเคมีตลอดฤดูกาลเท่ากับ 371 กก. จำแนกเป็นธาตุไนโตรเจน อัตรา 46 กก. ต่อไร่ และธาตุโพแทสเซียม อัตรา 26 กก. ต่อไร่ สำหรับงานทดลองที่สอง การจัดการแบบ S2 มีอัตราการให้ปุ๋ยทั้งหมดตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเป็นจำนวนเท่ากับ 457 กก. ต่อไร่ โดยแบ่งเป็นปุ๋ยคอกจำนวน 260 กก. ปุ๋ยเคมีจำนวน 197 กก. โดยจำแนกเป็นธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 56 กก. ต่อไร่ ธาตุฟอสฟอรัสเท่ากับ 56 กก. ต่อไร่ และ ธาตุโพแทสเซียมเท่ากับ 80 กก. ต่อไร่ ส่วนการจัดการแบบ S3 มีการให้ปุ๋ยตลอดฤดูกาลเท่ากับ 371 กก. ต่อไร่ โดยจำแนกเป็นไนโตรเจน อัตรา 49 กก. ต่อไร่ และโพแทสเซียม อัตรา 22 กก. ต่อไร่ และทำการเก็บข้อมูลพัฒนาการ (phenology) และการเจริญเติบโต (growth) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักลำต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักหัว (Griffin *et al*., 1993) แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงมันฝรั่งเริ่มมีการลงหัว ช่วงกลางการสะสมน้ำหนักของหัว และช่วงเก็บเกี่ยว ใช้ตาราง ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูลงานทดลอง ส่วนการวิเคราะห์ผลจากการจำลองของแบบจำลอง SUBSTOR-Potato โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับค่าสังเกต โดยใช้ค่า

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (S_i - O_i)^2}{n}} \quad (\text{Willmolt}, 1982)$$

โดยที่ n= จำนวนข้อมูล, S_i = ค่าจากแบบจำลอง (ค่าจำลอง) และ O_i= ค่าสังเกต

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์คุณภาพดินของคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีดิน จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดิน ซึ่งมีลักษณะเนื้อดิน จำแนกเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ประกอบด้วย sand ร้อยละ 55 silt ร้อยละ 25 และ clay ร้อยละ 20 ของงานทดลองแรกและงานทดลองที่สอง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติดินก่อนปลูกวันปลูกงานทดลองแรกและงานทดลองที่สอง

คุณสมบัติดิน	งานทดลองแรก		งานทดลองที่สอง	
	ความลึก (ซม.)			
	0-20	20-40	0-20	20-40
$pH_{(H2O)}$	5.60	5.75	6.19	6.25
อินทรีย์วัตถุ (%)	0.94	0.89	1.55	1.58
แอมโมเนียม- NH^{4+} (ppm)	6.20	13.24	3.65	2.95
ไนเตรท- NO^{3-} (ppm)	13.66	10.23	4.25	1.74
ฟอสฟอรัสที่สามารถเป็นประโยชน์ (ppm)	74	69	59	59
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm)	156	143	171	156

ที่มา: จากการวิเคราะห์ดิน ตุลาคม 2545 และ ธันวาคม 2545

การสะสมน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนของมันฝรั่ง

งานทดลองแรก

การสะสมน้ำหนักแห้งของมันฝรั่ง ของน้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักหัว รวมทั้งดัชนีพื้นที่ใบของแต่ละการจัดการของการเก็บตัวอย่างพืชครั้งที่ 1 หลังจากที่มันฝรั่งเริ่มลงหัว โดยจำแนกเป็นพันธุ์แอตแลนติกเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2545 และพันธุ์สปุนต้าวันที่ 24 ธันวาคม 2545 พบว่าช่วงเริ่มสร้างหัว น้ำหนักแห้งใบและหัวไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยมีค่าเท่ากับ 15.57 และ 21.50 กรัมต่อต้น สำหรับพันธุ์แอตแลนติกและพันธุ์สปุนต้า ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งต้นและดัชนีพื้นที่ใบมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์โดยพันธุ์สปุนต้ามีน้ำหนักแห้งต้นมากกว่าพันธุ์แอตแลนติก มีค่าเท่ากับ 18.56 และ 6.37 กรัมต่อต้นตามลำดับ และพันธุ์แอตแลนติกมีดัชนีพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์สปุนต้า มีค่าเท่ากับ 3.57 และ 2.04 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยพบว่า ทุกการจัดการปุ๋ยให้น้ำหนักหัวและดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกัน มีค่าน้ำหนักหัวอยู่ในช่วง 5.41-9.73 กรัมต่อต้น และค่าดัชนีพื้นที่ใบอยู่ในช่วง 1.60-3.72 แต่มีความแตกต่างของน้ำหนักแห้งใบและต้น โดยการจัดการแบบ S2 ให้น้ำหนักแห้งใบและต้นมากกว่าการจัดการแบบ S1 และการจัดการแบบ S3 ค่าน้ำหนักแห้งใบ มีค่าเท่ากับ 14.88 22.72 และ 17.7 กรัมต่อต้น และค่าน้ำหนักแห้งต้นมีค่าเท่ากับ 10.19 15.72 และ 11.49 กรัมต่อต้น ของการจัดการแบบ S1 S2 และ S3 ตามลำดับ

การสะสมน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2545 และพันธุ์สปุนต้าวันที่ 8 ธันวาคม 2545 พบว่าพันธุ์แอตแลนติกมีน้ำหนักแห้งต้น หัว และดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันในทุกการจัดการปุ๋ย มีค่าน้ำหนักแห้งต้น และใบแห้ง โดยเฉลี่ย 3.77 และ 3.49 กรัมต่อต้น ค่าน้ำหนักแห้งหัวโดยเฉลี่ย 34.33 กรัมต่อต้น สำหรับพันธุ์สปุนต้าช่วงกลางการสะสมน้ำหนักหัว พันธุ์สปุนต้าช่วงเก็บเกี่ยว มีน้ำหนักแห้งต้น ใบ หัว และดัชนีพื้นที่ใบในทุกระดับการจัดการปุ๋ยไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าน้ำหนักแห้งต้น ใบ ใบแห้ง และหัว โดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.78 3.61 3.92 และ 19.01 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับค่าดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.44

งานทดลองที่สอง

การสะสมน้ำหนักแห้งของมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้าของงานทดลองที่สอง ซึ่งปลูกในวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ของค่าน้ำหนักต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักหัว รวมทั้งดัชนีพื้นที่ใบของแต่ละการจัดการของการเก็บตัวอย่างพืชครั้งที่ 1 หลังจากที่มันฝรั่งเริ่มลงหัว โดยเก็บตัวอย่างมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้าครั้งแรกในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ครั้งที่สองในวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2546 และครั้งที่สามช่วงเก็บเกี่ยวในวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2546 ซึ่งการสะสมน้ำหนักแห้งของมันฝรั่งพบว่าค่าน้ำหนักแห้งต้น ใบ หัว และค่าดัชนีพื้นที่ใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ครั้ง ซึ่งค่าการสะสมน้ำหนักแห้งช่วงเริ่มลงหัว ของค่าน้ำหนักแห้งต้นมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 9.4 และ 7.6 กรัมต่อต้น ค่าน้ำหนักแห้งใบมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.4 12 และ 7 กรัมต่อต้นตามลำดับ ค่าน้ำหนักแห้งหัวมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24 49.3 และ 60 กรัมต่อต้น ของการเก็บตัวอย่าง ช่วงเริ่มลงหัว ช่วงกลางการสะสมน้ำหนักหัว และช่วงเก็บเกี่ยว ตามลำดับ สำหรับค่าดัชนีพื้นที่ใบมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.5 และ 2.0 ของช่วงเริ่มลงหัว และช่วงกลางการสะสมน้ำหนักหัว ตามลำดับ

ผลการจำลองด้านพัฒนาการของมันฝรั่ง

ผลการจำลองพัฒนาการของจำนวนวันที่เริ่มเกิดหัวของมันฝรั่ง พบว่า แบบจำลอง จำลองจำนวนวันที่เริ่มเกิดหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกได้มากกว่าค่าจากการสังเกต โดยค่าจากการจำลองของการจัดการแบบ S1 S2 และ S3 มีค่าเท่ากับ 41 45 และ 44 วัน ตามลำดับ ค่าที่ได้จากการสังเกตเท่ากับ 33 วัน ส่วนพันธุ์สปุนต้างานทดลองแรก ค่าจำลองของการจัดการแบบ S1 S2 และ S3 มีค่าเท่ากับ 28, 29 และ 28 วัน ตามลำดับ ค่าที่ได้จากการสังเกตเท่ากับ 34 วัน ในทุก ๆ การจัดการ สำหรับงานทดลองที่สองค่าจำลองของการจัดการแบบ S1 S2 และ S3 มีค่าเท่ากับ 27 วันทุกการจัดการ และค่าที่ได้จากการสังเกตมีค่าเท่ากับ 34 วัน

ผลการจำลองการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง

งานทดลองแรก

ผลการเปรียบเทียบค่าจำลองและค่าสังเกตของค่าน้ำหนักแห้ง ต้น ใบ หัว ของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในช่วงมันฝรั่งเริ่มมีการลงหัว แบบจำลองประเมินค่าน้ำหนักแห้งต้นได้ต่ำกว่าค่าสังเกต และหลังจากช่วงเริ่มลงหัวจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว แบบจำลองประเมินค่าน้ำหนักแห้งต้น ใบ ได้สูงกว่าค่าสังเกต และค่าจากการจำลอง ยังมีการเติบโตของต้น และ ใบ ในทุก ๆ การจัดการ สำหรับค่าดัชนีพื้นที่ใบในช่วงมันฝรั่งเริ่มลงหัวค่าจากการจำลองมีค่าต่ำกว่าค่าสังเกต

ผลการเปรียบเทียบค่าจำลองและค่าสังเกตของค่าน้ำหนักแห้ง ต้น ใบ หัว ของมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้า ทั้ง 2 ช่วงในการเก็บตัวอย่าง ค่าการจำลองค่าน้ำหนักแห้งต้นมีค่าคงที่ ส่วนค่าจำลองค่าน้ำหนักแห้งใบมีค่าน้อยกว่าค่าสังเกตทั้ง 2 ช่วงของการเก็บตัวอย่าง ส่วนค่าน้ำหนักแห้งผลผลิตค่าจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าสังเกต ยกเว้นในช่วงการเริ่มลงหัวและช่วงการสะสมน้ำหนักหัว ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าสังเกตในการจัดการแบบ S2 และค่าดัชนีพื้นที่ใบ ค่าจำลองมีค่าต่ำกว่าค่าสังเกตทุก ๆ การจัดการ (ตารางที่ 2 และตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าจำลองของค่าน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ และดัชนีพื้นที่ใบ งานทดลองแรก จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

พันธุ์	การจัดการ	น้ำหนักแห้งต้น		น้ำหนักแห้งใบ		น้ำหนักแห้งผลผลิต		ดัชนีพื้นที่ใบ	
		ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต
		---------- กก./เฮกแตร์----------							
Atlantic	S1	216	461	281	586	1	766	0.76	4.82
	S2	489	579	637	709	1	433	1.72	4.42
	S3	311	487	405	650	1	514	1.09	4.7
	RMSE	182		230		587		3.50	
Spunta	S1	44	878	49	1052	546	584	0.13	1.65
	S2	145	1406	171	1670	1691	517	0.46	2.75
	S3	72	937	83	1148	906	578	0.22	1.78
	RMSE	1006		1209		704		1.82	

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าจำลองของค่าน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ และดัชนีพื้นที่ใบ งานทดลองแรก จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

พันธุ์	การจัดการ	น้ำหนักแห้งต้น		น้ำหนักแห้งใบ		น้ำหนักแห้งผลผลิต		ดัชนีพื้นที่ใบ	
		ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต
		---------- กก./เฮกแตร์----------							
Atlantic	S1	338	272	334	277	3675	2967	1.16	
	S2	1103	357	1194	277	5927	2429	3.65	
	S3	692	276	739	173	5242	2844	2.39	
	RMSE	495		623		2482		2.54	
Spunta	S1	44	371	44	275	738	952	0.15	0.3
	S2	145	716	158	450	2314	1389	0.51	0.92
	S3	72	674	75	552	1224	1081	0.25	0.9
	RMSE	515		349		554		0.45	

งานทดลองที่สอง

ผลการเปรียบเทียบค่าจำลองและค่าสังเกตในช่วงมันฝรั่งเริ่มลงหัวของพันธุ์สปุนต้า ช่วงกลางการสะสมน้ำหนักหัว และช่วงเก็บเกี่ยว พบว่าค่าน้ำหนักแห้งต้น ใบ มีค่าน้อยกว่าค่าสังเกต รวมทั้งค่าน้ำหนักแห้งหัว โดยที่ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต้นมีค่าคงที่ทั้ง 3 ช่วง ยกเว้นการจัดการแบบ S2 ที่มีค่าน้ำหนักแห้งหัวมากกว่าค่าสังเกต ทุกช่วงของการเก็บตัวอย่าง สำหรับค่าดัชนีพื้นที่ใบค่าจากการจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าสังเกตทั้ง 2 ช่วง (ตารางที่ 4, 5 และ 6)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าจำลองของค่าน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ และดัชนีพื้นที่ใบงานทดลองที่สองจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

พันธุ์	การจัดการ	น้ำหนักแห้งต้น		น้ำหนักแห้งใบ		น้ำหนักแห้งผลผลิต		ดัชนีพื้นที่ใบ	
		ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต
		----------กก.ต่อเฮกแตร์----------							
Spunta	S1	92	524	101	630	1498	1689	0.27	1.3
	S2	184	579	210	778	2769	2014	0.57	1.6
	S3	92	585	101	814	1498	1934	0.27	1.64
	RMSE	442		608		515		1.15	

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าจำลองของค่าน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ และดัชนีพื้นที่ใบงานทดลองที่สอง จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2

พันธุ์	การจัดการ	น้ำหนักแห้งต้น		น้ำหนักแห้งใบ		น้ำหนักแห้งผลผลิต		ดัชนีพื้นที่ใบ	
		ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต
		----------กก.ต่อเฮกแตร์----------							
Spunta	S1	92	572	89	688	2139	3494	0.24	2.32
	S2	184	509	190	724	4017	4216	0.51	1.83
	S3	92	603	90	733	2140	4001	0.24	2.01
	RMSE	446		594		1334		1.75	

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าจำลองของค่าน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ และดัชนีพื้นที่ใบงานทดลองที่สอง จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3

พันธุ์	การจัดการ	น้ำหนักแห้งต้น		น้ำหนักแห้งใบ		น้ำหนักแห้งผลผลิต		ดัชนีพื้นที่ใบ	
		ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต	ค่าจำลอง	ค่าสังเกต
		----------กก.ต่อเฮกแตร์----------							
Spunta		92	389	79	351	2513	3341	0.21	3.14
		184	514	175	453	4771	3927	0.47	2.17
		92	468	81	489	2520	3463	0.22	2.98
	RMSE	336		325		873		2.52	

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองในการจัดการปุ๋ยทั้ง 3 แบบ จะเห็นได้ว่าผลผลิตมันฝรั่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจเนื่องมาจากในการศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมันฝรั่งในการจัดการปุ๋ยแบบต่างๆ ในครั้งนี้ ได้ทำการทดลองร่วมกับเกษตรกร จึงอาจเกิดจากการที่เกษตรกรได้จัดการปุ๋ยในแปลงทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย จึงทำให้การตอบสนองของผลผลิตมันฝรั่งไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนผลการจำลองของแบบจำลองมันฝรั่ง ในการคาดการณ์การพัฒนาการการเริ่มเกิดหัวของมันฝรั่ง ในพันธุ์แอตแลนติกแบบจำลองคาดการณ์จำนวนวันที่เริ่มเกิดหัวได้มากกว่าค่าสังเกต ส่วนพันธุ์สปุนต้า ค่าจากการจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าสังเกต และในงานทดลองที่สองพันธุ์ สปุนต้า แบบจำลองคาดการณ์จำนวนวันที่เริ่มเกิดหัวได้น้อยกว่าค่าสังเกต สำหรับผลการจำลองการเติบโตในการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของมันฝรั่ง ของพันธุ์แอตแลนติก แบบจำลองคาดการณ์ได้ไม่ใกล้เคียงกับค่าสังเกต ซึ่งแนวโน้มของการสะสมน้ำหนักแห้งของพันธุ์แอตแลนติก ได้น้อยกว่าค่าสังเกตในช่วงการเริ่มเกิดหัว และมากกว่าค่าสังเกตในช่วงการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะค่าการสะสมน้ำหนักแห้งหัวจากค่าจำลองมีค่าแตกต่างกับค่าสังเกตอย่างมาก ทั้งในระยะการเริ่มเกิดหัว และระยะกลางการสะสมน้ำหนักหัว ส่วนพันธุ์สปุนต้าแนวโน้มการสะสมน้ำหนักแห้งต้นมีค่าคงที่ตั้งแต่ระยะเริ่มลงหัว จนกระทั่งระยะกลางการสะสมน้ำหนักหัว ซึ่งไม่มีการสะสมน้ำหนักแห้งต้นเพิ่มขึ้น ส่วนค่าน้ำหนักแห้งใบมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยกว่าค่าสังเกตมาก และมีน้ำหนักแห้งลดลงน้อย จนถึงระยะกลางการสะสมน้ำหนักหัว แต่ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งหัวมีค่ามากกว่าค่าสังเกตทั้ง 2 ช่วงการเก็บตัวอย่าง ส่วนพันธุ์สปุนต้าในงานทดลองที่สอง แบบจำลองคาดการณ์การเติบโตของพันธุ์สปุนต้าช่วงค่าการสะสมน้ำหนักแห้งได้ไม่ใกล้เคียงกับค่าสังเกต ซึ่งจากผลการทดสอบแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองไม่สามารถคาดการณ์ระยะพัฒนาการของมันฝรั่งได้แม่นยำ รวมทั้งการคาดการณ์การเติบโตเช่นกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของแต่ละพันธุ์ ที่มีผลต่อการคาดการณ์ระยะพัฒนาการของมันฝรั่ง รวมทั้งการเติบโตของมันฝรั่งด้วย ดังนั้นจึงควรมีการทำการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่เหมาะสมสำหรับมันฝรั่ง เพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เพื่อจะนำไปใช้ในการคาดการณ์ การจัดการการผลิตมันฝรั่งที่มีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ศศิธร วรปิติรังสี. 2543. การใส่ปุ๋ยมันฝรั่ง. *ใน* ***เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกร*** โครงการ ลดพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่และกระเทียม เพื่อปลูกมันฝรั่งทดแทน ปี 2543. กรมวิชาการเกษตร. น. 37-44.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. การศึกษาการผลิต การตลาดมันฝรั่ง ปีเพาะปลูก 2539/40 *ใน* ***เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร***. เลขที่ 34/2541 น. 36-37.

อรรถชัย จินตะเวช. 2539. แนะนำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชและการใช้ในด้านเกษตร. ***วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร***. ปีที่ 3 มกราคม-เมษายน 2539. น. 82-84.

Griffin, T.S., B.S. Johnson and J.T. Ritchie. 1993. A Simulation Model for Potato Growth Development: SUBSTOR-POTATO Version 2.0. ***IBSNAT Research Report Series*** 02. 29 p.

Lorenz, O.A., and D.N. Maynard. 1984. ***Potato.***pp.154-165.In Plucknett, D.L., and H.B. Sprague (eds.). Detecting Mineral Nutrient Deficencies in Tropical and Temperate Crops. Westview Tropical Agriculture Series:7. Westview Press, U.S.A. pp. 535-557.

Tsuji, G. Y., G. Uehara and S.Balas (eds.). 1994. ***DSSAT*** v3. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. 286 P.

Willmolt, C.J. 1982. ***Some comments on the evaluation of model perform***ance. Am.Met. Soc. Bull. 63: 1309-1313.