การคาดการณ์ผลผลิตอ้อยของพื้นที่โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียวโดยใช้แบบจำลอง CSM-CANEGRO ปีการผลิต 2552/53 และ 2553/54

Estimation of Sugarcane Production for Mitr Phu Khieo Sugar Mill Using CSM-CANEGRO for2009/10 and 2010/2011 Crop Year

ชนากานต์ พุทโธ[1] Saravanan Rethinum[1] อัปสร เปลี่ยนสินไชย[1] และอรรถชัย จินตะเวช[2]
Chanakan Putto[1], Saravanan Rethinum[1], Upsorn Pliansinchai[1], Attachai Jintrawet[2]

บทคัดย่อ

การคาดการณ์ปริมาณอ้อยเป็นกิจกรรมสำคัญของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล เพื่อเตรียมการวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเข้ากระบวนการหีบ และเชื่อมโยงกับแผนการผลิตน้ำตาลของโรงงานรวมทั้งการบริหารการขายในตลาดล่วงหน้าวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณอ้อย การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในแปลงตัวแทนปีเพาะปลูก 2552/53 พบว่าผลผลิตอ้อยที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับกับผลผลิตจริงทั้งในสภาพที่มีการให้น้ำเสริมและสภาพน้ำฝน โดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.42 และ 0.60 สำหรับอ้อยพันธุ์ K84-200 และ K88-92 ตามลำดับภายใต้สภาพน้ำฝน และ 0.79 สำหรับพันธุ์ K88-92 ภายใต้สภาพน้ำฝน2) การใช้แบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณอ้อยของพื้นที่โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว ในปีการผลิต 2552/53 แบบจำลองได้ประเมินผลผลิตไว้ที่ 4,469,688 ในขณะที่ปริมาณอ้อยเข้าหีบจริงของโรงงานอยู่ที่ 3,399,365 ตัน ผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองสูงกว่า 32% และในปีการผลิต 2553/54 แบบจำลองประเมินผลผลิตได้ 5,148,766 ปริมาณอ้อยเข้าหีบจริงเท่ากับ 4,296,147 ตัน ผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองสูงกว่า 20% ความแตกต่างของผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองและปริมาณอ้อยเข้าจริงหีบ ส่วนหนึ่งเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลนำเข้าและความสามารถของแบบจำลองที่ยังไม่มีการตอบสนองต่อจำนวนประชากรของลำอ้อย รวมทั้งโรคและแมลง ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาต่อไป

คำสำคัญ: CSM-CANEGRO, แบบจำลองการเจริญเติบโตอ้อย, อ้อย, การประเมินผลผลิต

[1] บริษัท มิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด
[2] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่50200
[1] Mitr Phol Sugarcane Research Center, Thailand E-mail: chanakanp@mitrphol.com
[2] Crop Science and Natural Resources Dept. and Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand E-mail: attachai.j@cmu.ac.th

Abstract

Cane yield estimation is an important activity for sugarcane and sugar industry as yield estimation data is a major factor for harvesting, sugar processing and marketing planning. Therefore, we have developed a systemic estimation method, which implement a process-oriented simulation model called CSM-CANEGRO model together with spatial databases, for Mitr Phu Khieo Sugar Mill production areas. We have tested our yield estimation method in two parts. In the first part, we compared simulated cane yields with cane yield from selected crop cutting plots during crop year 2009/10. The simulated cane yields agree satisfactorily with the crop cutting yield for both irrigated and rainfed conditions. The coefficients of correlation are 0.42 and 0.60 for K84-200 and K88-92 cane cultivars in irrigated condition, respectively, and 0.79 for K88-92 in rainfed condition. In the second part, we compared the actual reported cane crushing with the simulated cane production. In 2009/2010 crop year, the simulated yield was 4,469,688 tonnes while actual cane crushing was 3,399,365 tonnes, an overestimation of 32%. In 2010/2011, the simulated yield is 5,148,766 tonnes while the actual cane crushing was 4,296,147 tonnes, an overestimation of 20%. Difference between simulated yield and actual cane crushing may be due to completion of input data, which include cultivar coefficient, soil, weather and management data. In addition, in 2010/2011, we have improved the accuracy by 10%. However, error may occur from capability of CSM-CANEGRO that does not respond to cane population as well as abiotic factors. Consequently such approaches require further development.

Keywords:CSM-CANEGRO, crop simulation model,sugarcane, yield estimation

บทนำ

การคาดการณ์ปริมาณอ้อยเป็นกิจกรรมสำคัญของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล ซึ่งจะได้ข้อมูลผลผลิตอ้อยเพื่อเตรียมการวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเข้ากระบวนการหีบสกัดของโรงงานน้ำตาลและเชื่อมโยงกับแผนการผลิตน้ำตาลของโรงงานรวมทั้งการบริหารการขายในตลาดล่วงหน้า การคาดการณ์ปริมาณอ้อยมีหลายวิธี แต่ยังมีความแม่นยำอยู่ในระดับต่ำ และบางวิธีมีการสุ่มตัดอ้อยทำให้สูญเสียผลผลิตในกระบวนการเก็บข้อมูลปีการผลิต 2553/54 สำนักสถิติและประเมินอ้อย บริษัท มิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด ได้นำแบบจำลองอ้อย CSM-CANEGRO มาประกอบการคาดการณ์ผลผลิตอ้อยของพื้นที่ผลิตอ้อยของโรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว

CANEGRO (O'Leary, 2000) เป็นแบบจำลองการเจริญเติบโตอ้อยที่บรรจุอยู่ในโปรแกรม DSSAT (Tsuji et al., 1994) ที่ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้จำลองการเจริญเติบโตผลผลิตของพืช และพลวัติของน้ำและไนโตรเจนในดิน ภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่เฉพาะเจาะจงในระดับแปลง โดยการประมวลองค์ความรู้พื้นฐานของกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างพืช และปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เช่น อุณหภูมิ พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ ปริมาณน้ำฝน และความอุดมสมบูรณ์ของดินในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยในโปรแกรม DSSAT จึงประกอบด้วย ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลดิน

ข้อมูลสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของอ้อยแต่ละพันธุ์ และ ข้อมูลการจัดการ โดยในเบื้องต้นจะเป็นการทดสอบความม่นยำของแบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณอ้อยและพัฒนาต่อไปจนสามารถนำไปใช้งานได้จริงในพื้นที่ขนาดใหญ่

เอกสารฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อรายงานผลการคาดการณ์ปริมาณอ้อยในระดับแปลงและในระดับโรงงานน้ำตาลปีการผลิต 2553/54 ของพื้นที่การผลิตอ้อยโรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว โดยการใช้แบบจำลองอ้อยCSM-CANEGRO ประกอบกับข้อมูลการผลิตอ้อย

วิธีการศึกษา

1) การสร้างหน่วยจำลองการผลิต (Simulating Mapping Unit: SMU)

สร้างแผนที่หน่วยจำลองการผลิตอ้อยเพื่อเป็นตัวแทนแปลงอ้อย แต่ละแปลงโดยนำข้อมูลเชิงพื้นที่ของแปลงปลูกอ้อยที่เกษตรกรลงทะเบียนไว้กับโรงงาน แผนที่ชุดดิน และแผนที่อากาศ มาเชิงซ้อนโดยเทคนิค GIS (Overlay operation technique) ทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่โดยในแต่ละหน่วยจำลองการผลิตอ้อยประกอบด้วยรหัสเฉพาะหน่วย ได้แก่ รหัสชุดดิน รหัสสถานีอากาศ พันธุ์อ้อยประเภทอ้อย (อ้อยปลูก อ้อยตอ) ฤดูปลูก การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ย ซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญสำหรับแบบจำลองอ้อย CSM-CANEGRO

2) การจำลองผลผลิตอ้อยในระดับแปลงอ้อยที่ทำการเก็บข้อมูลผลผลิตอ้อยในปีเพาะปลูก 2552/53

ใช้แบบจำลองการผลิตอ้อย CANEGRO จำลองสถานการณ์การผลิตอ้อยตอในแปลงที่เก็บข้อมูลผลผลิตอ้อยในปีเพาะปลูก 2552/53 โดยใช้อ้อยพันธุ์ K84-200 และ K88-92 ที่ได้มีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมไว้แล้ว (ติดต่อส่วนตัว) สร้างหน่วยจำลองการผลิตอ้อยในแฟ้มข้อมูลการจัดการผลิต (FILEX ของโปรแกรม DSSAT) ทุกหน่วยจำลองการผลิตอ้อยกำหนดให้มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้งๆ ละ 25 กก./ไร่ ครั้งแรกใส่พร้อมปลูก (หลังจากการตัดอ้อย) และครั้งที่สองห่างจากครั้งแรก 75 วัน มีวิธีการจัดการน้ำ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการอาศัยน้ำฝน และวิธีการให้น้ำเสริม 2 ครั้ง ครั้งแรกให้น้ำพร้อมปลูก และครั้งที่สองห่างจากครั้งแรก 75 วัน ปลูกวันที่ 15 กุมภาพันธ์ ระยะปลูกระหว่างแถว 1.5 เมตร และเก็บเกี่ยวเมื่ออ้อยอายุได้ 12 เดือน

3) การคาดการณ์ปริมาณอ้อยในระดับโรงงานน้ำตาลของพื้นที่โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว ในปีการผลิต 2553/54

ใช้แบบจำลองการผลิตอ้อย CANEGRO จำลองสถานการณ์การผลิตอ้อยในพื้นที่โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว ปีเพาะปลูก 2553/54 สร้างหน่วยจำลองการผลิตในแฟ้มข้อมูลที่เรียกว่า FILEX ของโปรแกรม DSSAT ทุกหน่วยจำลองการผลิตกำหนดให้มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้งๆ ละ 25 กก./ไร่ ครั้งแรกพร้อมปลูก (หลังจากตัดอ้อย) และครั้งต่อไปอีก 75 วัน ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนโดยมีการให้น้ำเสริม 1 ครั้งในพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำหรือระบบชลประทาน และ 2 ครั้ง ในพื้นที่ที่มีระบบชลประทานหรือมีแหล่งน้ำ ครั้งแรกพร้อมปลูก และครั้งต่อไปอีก 75 วัน ปลูกวันที่ 1 พฤษภาคมสำหรับอ้อยต้นฝน วันที่ 15 กุมภาพันธ์สำหรับอ้อยตอ วันที่ 1 มีนาคมสำหรับอ้อยน้ำราด และ วันที่ 25 ตุลาคมสำหรับอ้อยปลายฝน ระยะปลูก 1.5 เมตร และเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 เดือน ซึ่งใกล้เคียงกับการปฏิบัติของเกษตรกร

ผลการศึกษา

1) การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในแปลงที่เก็บข้อมูลผลผลิตอ้อยในปีเพาะปลูก2552/53

ผลการจำลองสถานการณ์การผลิตอ้อย พบว่าผลผลิตอ้อยที่ได้จากแบบจำลองสูงกว่าผลผลิตจริงในแปลงตัวแทน ทุกสถานการณ์ แบบจำลองให้ผลผลิตที่สอดคล้องกับกับผลผลิตจริงทั้งในสภาพที่มีการให้น้ำเสริมและสภาพน้ำฝนโดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.42 และ 0.60 สำหรับอ้อยพันธุ์ K84-200 และ K88-92 ตามลำดับภายใต้สภาพน้ำฝน และ 0.79 สำหรับพันธุ์ K88-92 ภายใต้สภาพน้ำฝน (Figure 1)

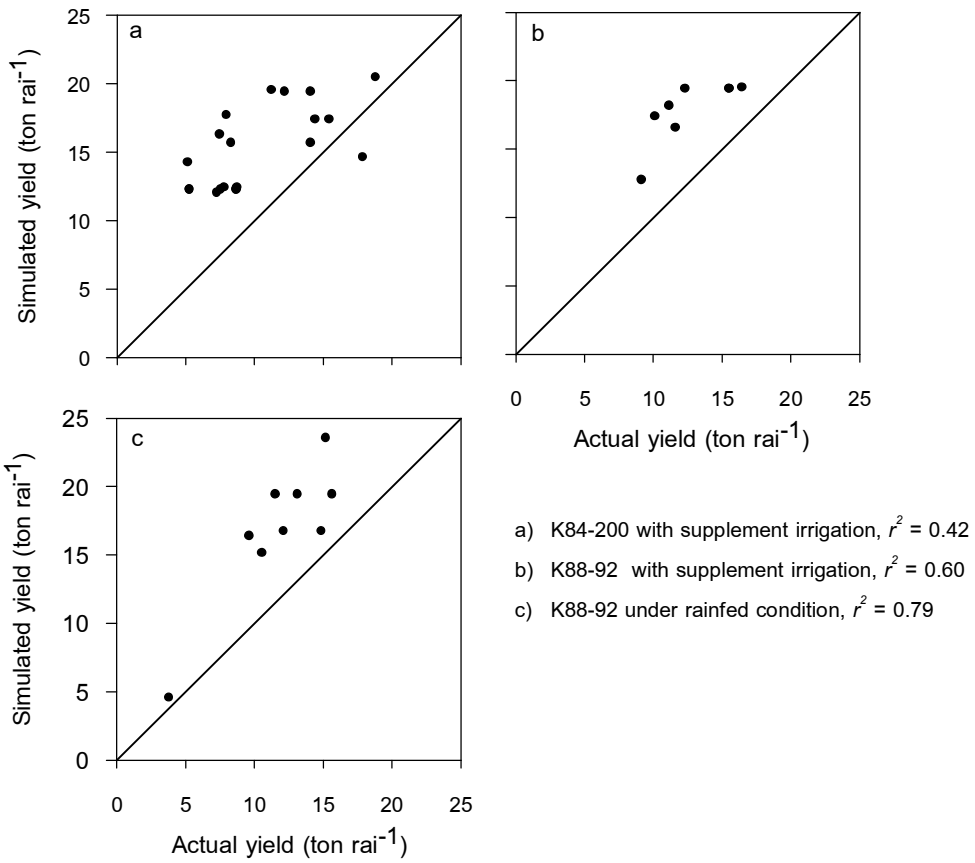

Figure 1 Actual and simulated yields (ton/rai) of K84-200 and K88-92 sugarcane varieties under supplementary irrigation and rainfed conditions

ผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตจริงในแปลงตัวแทน มีเพียงหน่วยการผลิตเดียว คือ ในดินชุดเขาสวนกวาง(Ksk) สถานีอากาศเกษตรสมบูรณ์ ที่มีผลผลิตต่ำกว่า โดยผลผลิตจะผันแปรไปตามลักษณะดินและสภาพภูมิอากาศ โดยพบว่าภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนมีผลต่อผลผลิตอ้อยมากกว่าปัจจัยอื่นๆ โดยในสถานีอากาศที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดอายุเพาะปลูกมากคือสถานีอากาศชุมแพ 1,616 มิลลิเมตร รองลงมาคือสถานีอากาศภูกระดึง 1,337 มิลลิเมตร และสถานีอากาศเกษตรสมบูรณ์รวม 781 มิลลิเมตร ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยในแต่ละสถานีเท่ากับ 18.05 16.27 และ 12.68 ตันต่อไร่ตามลำดับ และภายในสถานีอากาศเดียวกันพบว่าผลผลิตอ้อยผันแปรไปตามชุดดิน ผลที่ได้จากแบบจำลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 สถานการณ์ คือ อ้อยตอพันธุ์ K84-200 ที่มีการให้น้ำเสริมอ้อยตอพันธุ์ K88-92 ที่มีการให้น้ำเสริมและอ้อยตอพันธุ์ K88-92 ในสภาพน้ำฝน (Table 1 2 และ 3) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถแยกความแตกต่างของผลผลิตอ้อยที่เกิดลักษณะดินและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันได้

Table 1 Actual and simulated K84-200 sugarcane yields under supplemented irrigation

SMU	Actual yield	Simulated yield
CPKB-Cni	8.78	12.39
CPKB Kng	7.30	12.01
CPKB Ksk	17.91	14.61
CPKB Pho	7.84	12.39
CPKB Sn	5.31	12.24
CPKB Sn	7.58	12.24
CPKB Sn	5.31	12.24
CPKB Sn	8.72	12.24
CPKB Sn	8.72	12.24
CPKB Tp	5.20	14.23
KKCP Cni	18.85	20.44
KKCP Ct	8.00	17.68
KKCP Kt	14.45	17.36
KKCP Kt	15.48	17.36
KKCP Ly	11.28	19.51
KKCP Pm	8.33	15.65
KKCP Pm	14.12	15.65
KKCP Pp	14.12	19.39
KKCP Pp	12.23	19.39
LOPD Nkg	7.51	16.27

Table 2 Actual and simulated yields of K88-92 sugarcane variety under supplemented irrigation in 2009/2010

SMU	Actual yield	Simulated yield
CPKB Png	9.17	12.73
KKCP Kt	10.16	17.36
KKCP Nkg	16.48	19.48
KKCP Pp	12.36	19.39
KKCP Pp	15.55	19.39
KKCP Pp	15.55	19.39
LOPD Wi	11.19	18.13
SBNK Pc	11.66	16.54

crop year

Table 3 Actual and simulated yields of K88-92 sugarcane variety under rainfed in 2009/2010 crop year

SMU	Actual yield	Simulated yield
KKCP By	11.57	19.39
KKCP By	15.69	19.39
KKCP By	13.17	19.39
KKCP Kt	14.91	16.71
LOPD Ppm	15.24	23.51
LOPD Re	9.68	16.36
LOPD St	12.17	16.71
LOWP Wi	10.60	15.12
NPSB Ptk	3.84	4.54

2) การใช้แบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณอ้อยของพื้นที่โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว

ในปีการผลิต 2553/54 แบบจำลองประเมินผลผลิตได้ 5,351,715 ตันในขณะที่ปริมาณอ้อยเข้าหีบจริงเท่ากับ 4,329,742 ตัน ผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองสูงกว่าปริมาณอ้อยที่เข้าหีบ 23.6% เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มพื้นที่พบว่า ผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองส่วนใหญ่มากกว่าปริมาณอ้อยเข้าหีบจริง มีบางกลุ่มพื้นที่ที่ผลผลิตจากแบบจำลองและปริมาณอ้อยเข้าหีบจริงใกล้เคียงกัน โดยแบบจำลองมีผลผลิตสูงกว่าปริมาณอ้อยเข้าหีบจริงเพียง 9.5% และในบางพื้นที่ที่แบบจำลองให้ผลผลิตที่น้อยกว่าถึง 40.8 และ 32.2% (ไม่เปิดเผยข้อมูล)

สำหรับอ้อยแต่ละประเภท และในแต่ละฤดูปลูก พบว่าแบบจำลองให้ผลผลิตที่สอดคล้องกับความเป็นจริงคือ ผลผลิตในอ้อยตอต่ำกว่าอ้อยปลูก ยกเว้นอ้อยปลูกในช่วงต้นฝน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอ้อยปลูกในแต่ละฤดูพบว่า อ้อยน้ำราดให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาคืออ้อยปลายฝน และอ้อยต้นฝน ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Simulated sugarcane yields (ton/rai) in different zones under four planted methods in 2010-2011 crop year

Zone	Simulated cane yield (ton/rai)			
	Early rainy cane	Ratoon cane	Irrigated cane	Late rainy cane
01	13.65	16.15	18.23	17.31
02	12.88	16.15	18.10	17.00
03	12.43	17.99	18.29	20.58
04	13.15	12.55	17.22	18.68
05	13.62	17.05	19.44	18.73
06	13.92	16.43	18.07	17.43
07	13.19	14.75	15.11	14.50
08	12.36	15.38	15.77	17.99
09	13.03	16.51	18.23	17.47
10	16.81	17.44	18.67	18.97
11	13.00	16.19	17.82	16.84
12	12.58	16.01	17.96	17.82
13	14.15	16.76	18.33	17.69
14	13.94	18.03	19.34	19.91
15	12.93	17.00	19.43	18.21
Average	**13.44**	**16.29**	**18.00**	**17.94**

วิจารณ์และสรุปผล

จากการจำลองสถานการณ์การผลิตอ้อยทั้งในระดับแปลง และระดับโรงงานสำหรับพื้นที่ปลูกอ้อยที่ลงทะเบียนกับโรงงานพบว่า แบบจำลองCSM-CANEGRO ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตในแปลง และจำนวนอ้อยที่เข้าหีบจริง การที่แบบจำลองให้ผลผลิตที่สูงกว่าผลผลิตจริงในแปลง แสดงให้เห็นโอกาสในการที่จะยกระดับผลผลิตให้เท่ากับศักยภาพของพื้นที่นั้นๆที่เกิดปัจจัยของดินและสภาพภูมิอากาศ เช่น อ้อยตอพันธุ์ K84-200 ในสภาพที่มีการให้น้ำเสริมในหน่วยการผลิต CPKB Sn (สถานีอากาศเกษตรสมบูรณ์ ชุดดินสูงเนิน) แบบจำลองให้ผลผลิต 12.24 ตันต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตจริงในแปลงตัวแทนเท่ากับ 5.31, 7.58 และ 8.72 ตันต่อไร่ ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองและในแปลงจริงมีความแตกต่างของผลผลิตถึง 5.11 ตันต่อไร่ และผลผลิตจริงในแปลงที่มีชุดดินและสภาพภูมิอากาศที่เหมือนกันยังมีความแตกต่างของผลผลิตระหว่างแปลงอยู่ถึง 3.41 ตันต่อไร่ เช่นเดียวกับอ้อยตอพันธุ์ K88-92 ในสภาพน้ำฝน ในหน่วยการผลิต KKCP By (สถานีอากาศชุมแพ ชุดดินบัวใหญ่) ผลผลิตจริงในแปลงตัวแทนเท่ากับ 11.57 13.17 และ 15.69 ตันต่อไร่ เห็นได้ว่าในหน่วยการผลิตเดียวกันซึ่งมีดินและสภาพภูมิอากาศเหมือนกันยังมีความแตกต่างของผลผลิตระหว่างแปลงอยู่ถึง 4.12 ตันต่อไร่ และผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงตัวแทนถึง 5.91 ตันต่อไร่ สำหรับการจำลองสถานการณ์การผลผลิตอ้อยในแต่ละพื้นที่กลุ่มของโรงงานยังแสดงให้เห็นถึงปริมาณอ้อยที่พึงมีตามศักยภาพของพื้นที่ นั่นหมายถึงการนำไปตั้งเป้าหมายการส่งอ้อยในแต่ละพื้นที่กลุ่มซึ่งจะรวมไปถึงประสิทธิภาพในการส่งเสริมชาวไร่อ้อยของเจ้าหน้าที่ส่งเสริม และประสิทธิภาพในการจัดหาอ้อยของด้านอ้อยของโรงงานอีกด้วย

ความแตกต่างของผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองและผลผลิตจริงในแปลง ส่วนหนึ่งเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลนำเข้าซึ่งประกอบด้วยข้อมูลพืช ข้อมูลดิน ข้อมูลอากาศ และข้อมูลการจัดการ โดยเฉพาะในเรื่องของการจัดการ ซึ่งการกำหนดสถานการณ์ในครั้งนี้กำหนดวันปลูก วันเก็บเกี่ยว การจัดการน้ำ และปุ๋ยตามคำแนะนำเบื้องต้นในการปลูกอ้อย ซึ่งคาดว่าถ้ามีระบบการจัดการที่ดีผลการคาดการณ์ปริมาณอ้อยจะมีความแม่นยำมากกว่า 90% ความคลาดเคลื่อนอีกส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากการที่แบบจำลอง CSM-CANEGRO ยังไม่มีการตอบสนองต่อจำนวนประชากรของลำอ้อย รวมทั้งโรคและแมลง ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ด้านอ้อย โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว สำหรับการเอื้อเฟื้อข้อมูลส่งอ้อยในแต่ละพื้นที่กลุ่ม กรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับการเอื้อเฟื้อข้อมูลภูมิอากาศ กรมพัฒนาที่ดินสำหรับการเอื้อเฟื้อข้อมูลดิน และบริษัท มิตรผลวิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาล สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Jones JW, Hunt LA, HoogenboomG, Godwin DC, Singh U, Tsuji GY, Pickering NB, Thornton PK, Bowen WT, BooteKJ and Ritchie JT. 1994. Input and output files. P. 1-94. *In* G.Y. Tsuji, J.W. Jones and S. Balas (eds.) DSSAT v3 vol.2. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

O' Leary GL. A review of three sugarcane simulation models with respect to their production of sucrose yield. Field Crop Research. 2000; 68: 97-111.

Tsuji GY, UeharaG and BalasS. 1994. DSSAT 3. Vol.1,2 and 3 International Benchmark. Sites Network for AgrotechnologyTransfer, University of Hawaii, Honolulu. 671p.