ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.

ทฤษฎีของ SOYGRO

SOYGRO เป็นแบบจำลองที่อาศัยแบบจำลองของสมดุลย์คาร์บอนเป็นพื้นฐานในการทำนายการเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง ดัชนีพื้นที่ การพัฒนาการ และผลผลิตของถั่วเหลือง ซึ่งผันแปรตามข้อมูลทางภูมิอากาศ เช่น ฝน รังสีอาทิตย์ ช่วงความยาวของวัน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด สำหรับสถานที่เฉพาะแห่ง โดยมีข้อมูลทางดินอธิบายถึงความสามารถของดินในการเก็บกักน้ำสำหรับพืช รวมไปถึงการอธิบายการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน และการซึมของน้ำ ตลอดจนการเคลื่อนที่ของน้ำภายในโครงสร้างของดิน ดังนั้นลักษณะของดิน ข้อมูลทางภูมิอากาศ ลักษณะประจำพันธุ์ การจัดการจึงมีความสำคัญมากต่อแบบจำลอง (Wilkerson et al.,1983)

การเพิ่มของน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ ประเมินได้จากอัตราการสังเคราะห์แสง การหายใจ การสร้างเนื้อเยื่อ และการร่วงหล่นของใบ ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$dW/dt = W^{+} - S_{1} - S_{2} \quad .....(26)$$

เมื่อ W = น้ำหนักแห้งทั้งหมดของพืช (ก./ตร.ม.)

S_{1} , S_{2} = อัตราการร่วงหล่นของใบ,ก้านใบ (ก./ตร.ม./วัน)

t = เวลา (วัน)

อัตราการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ของพืช W^{+} ขึ้นอยู่กับการสังเคราะห์แสง (P_{g}), การหายใจ (R_{m}), และประสิทธิภาพ (E) ของการสร้างคาร์โบไฮเดรต

$$W^{+} = E * (P_{g} - R_{m}) \quad .....(27)$$

จากสมการที่ 27 ได้มีการปรับปรุงเป็นสมการการเจริญเติบโตของพืช โดยการหาการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนการเจริญเติบโตของใบ(W_{1}) ลำต้น(W_{2}) ราก(W_{r}) ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$dW_l/dt = X_l W^+ - S_l - M_l \quad .....(28)$$

$$dW_s/dt = X_s W^+ - S_s - M_s \quad .....(29)$$

$$dW_r/dt = X_r W^+ - S_r \quad .....(30)$$

เมื่อ M_l, M_s = อัตราการเคลื่อนย้ายโปรตีนภายในใบ และลำต้น (ก./ตร.ม./วัน)

S_r = อัตราการตายของราก (ก./ตร.ม./วัน)

ประสิทธิภาพของการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ไปยังใบ(X_l) ลำต้น(X_s) และราก (X_r) ขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนาการทางสรีรวิทยาของพืช ในช่วงต่างๆ (Fehr et al. ,1971)ได้แก่

1. ช่วงงอกจากเมล็ดและโผล่พ้นดิน
2. ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น
3. ช่วงการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตของใบ ราก ลดลง
4. ช่วงการขยายเปลือกหุ้มเมล็ด การสร้างฝัก และการเจริญทางลำต้นลดลง
5. ช่วงการสร้างเมล็ด
6. ช่วงการร่วงหล่นของใบ

ส่วนการสะสมน้ำหนักแห้งของรากนั้นจะเห็นได้ว่าไม่มีการเคลื่อนย้ายโปรตีนไปสู่ราก เพราะว่ารากมีเฉพาะแหล่งรับคาร์โบไฮเดรต (sink) เท่านั้น

ดัชนีพื้นที่ใบ (L) เป็นส่วนสำคัญในการสร้างน้ำหนักแห้งของใบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน (θ)

$$dL/dT = k(\theta) X_l W^+ - \nu(S_l + M_l) \quad .....(31)$$

เมื่อ $k(\theta)$ = พื้นที่จำเพาะของใบพืชที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของความชื้นในดิน (ซม^2/ก.)

ν = พื้นที่จำเพาะของทรงพุ่ม (ซม^2/ก.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในระยะสร้างฝัก (R4) ไม่มีการเจริญเติบโตของลำต้น ใบ และราก เพราะว่าอาหารถูกจำกัด เนื่องมาจากการสร้างฝัก ซึ่งเป็นแหล่ง sink ที่มีอิทธิพลมากกว่าในใบและลำต้น ดังนั้นการเจริญทางใบและลำต้นจึงถูกจำกัด

อัตราการสร้างเปลือกหุ้มเมล็ดขึ้นอยู่กับ CH_2O ที่เป็นประโยชน์และอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิคงที่อัตราการสร้างเปลือกจะคงที่ ถ้า CH_2O มีปริมาณเพียงพอ จำนวนเปลือกที่เพิ่มขึ้นอาจอธิบายได้ดังสมการที่ 32

$$dSH(a,t)/dt + dSH(a,t)/da = 0 \quad .....(32)$$

เมื่อ SH = จำนวนเปลือกฝัก

a = อายุพืช (วัน)

t = เวลา (วัน)

เมื่อเปลือกอายุได้ 10 วัน อัตราการสร้างเปลือกจะสูงสุดและพืชจะเริ่มสร้างเมล็ด อัตราการสร้างเมล็ดคำนวณได้จาก

$$dSD(t)/dt = \mu(t) * SH(10,t) \quad .....(33)$$

เมื่อ $\mu(t)$ = ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อเปลือก(ฝัก) ที่เริ่มต้นการเจริญเติบโตเมื่อเวลา t

อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของเปลือกและเมล็ด อธิบายโดยสมการ

$$dW_{sh}/dt = X_{sh}W^{+} - M_{sh} \quad .....(34)$$

$$dW_{sd}/dt = X_{sd}W^{+} + \alpha(M_{sh} + M_{l} + M_{s}) \quad .....(35)$$

เมื่อ X_{sh}, X_{sd} = fraction ของ Pg ที่เคลื่อนย้ายไปยังเปลือกและเมล็ด

α = อัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดที่ผลิตได้ต่อน้ำหนักโปรตีนที่ใช้ในการผลิตเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรตีนที่สะสมในใบ (A_l) ลำต้น (A_s) และเปลือก(A_{sh}) สามารถเคลื่อนย้ายไปสร้างการเจริญเติบของเมล็ด อัตราการเคลื่อนย้ายโปรตีนไปสะสมในเมล็ดอาจแสดงได้ดังนี้

$$dA_l/dt = \beta_{pl} X_l W^+ - M_l - \delta_l S^w_l \quad .....(36)$$

$$dA_s/dt = \beta_{ps} X_s W^+ - M_s - \delta_s S^w_s \quad .....(37)$$

$$dA_{sh}/dt = \beta_{psh} X_{sh} W^+ - M_{sh} \quad .....(38)$$

เมื่อ β_{pl}, β_{ps}, β_{psh} = สัดส่วนการเพิ่มน้ำหนักของใบ ลำต้น และเปลือก ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ด

δ_l, δ_s = ความเข้มข้นของโปรตีนในใบและก้านใบ

S^w_l, S^w_s = น้ำหนักแห้งของใบและก้านใบที่ร่วนหล่นต่อเวลา (ก./ตร.ม./วัน)

เมื่อการสร้างเมล็ดสิ้นสุด การสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดอาจถูกจำกัดโดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เคลื่อนย้ายเข้ามา (Pg) หรือโดยขนาดของเมล็ดเอง และขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของโปรตีนในใบ ลำต้น และเปลือกหุ้มเมล็ดด้วย ทำให้การเจริญเติบโตของใบและลำต้นถูกจำกัดโดยความต้องการของคาร์โบไฮเดรตของเมล็ด จนไม่มีการสร้างใบใหม่หรือข้อใหม่ต่อไป

ข้อมูลที่นำเข้า (INPUT)

ข้อมูลที่นำเข้าใน SOYGRO ที่ประกอบด้วยชุดคำสั่ง (subroutine) ทั้งหลาย เมื่อจำแนกออกเป็นกลุ่มๆ สามารถแยกได้ออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ข้อมูลด้านภูมิอากาศ (Weather Data)
2. พารามิเตอร์ทางดิน-ราก (Soil-Root Parameters)
3. พารามิเตอร์ทางลักษณะประจำพันธุ์ (Cultivar Specific Parameters)
4. พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Soybean Growth Parameters) ที่ไม่มีการผันแปรไปตามพันธุ์
5. ข้อมูลด้านสนาม (Field Data)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากข้อมูลที่นำเข้าดังกล่าว เมื่อต้องการทดสอบแบบจำลอง ก็สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ เช่น ข้อมูลด้านภูมิอากาศ พารามิเตอร์ทางดิน-ราก และข้อมูลด้านสนามได้ ส่วนพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนั้น ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ใดหรือเขตการปลูกไหน จะใช้พารามิเตอร์เดียวกันหมด โดยไม่มีการผันแปรไปตามพันธุ์ หรือเปลี่ยนแปลงไปตามเขตการปลูก สำหรับลักษณะประจำพันธุ์ ถ้ามีอยู่แล้วสามารถทำการทดสอบแบบจำลองได้ แต่ถ้าพันธุ์ที่ต้องการทดสอบ ยังไม่มีข้อมูลด้านลักษณะประจำพันธุ์ จะต้องทำการหาลักษณะประจำพันธุ์เสียก่อน (wilkerson et al., 1984)

การเชื่อมโยงขั้นตอนการเจริญเติบโต (INTEGRATION OF GROWTH PROCESSES)

การพัฒนาการ การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายโปรตีน การร่วงหล่นของใบและก้าน การสร้างฝัก และขั้นตอนการเจริญเติบโตต่างๆใน SOYGRO ถูกเชื่อมโยงโดยชุดคำสั่ง SOY และ CROP ชุดคำสั่ง SOY เป็นการคำนวณศักยภาพการเจริญเติบโตของเปลือกฝักและเมล็ด(PODS) และองค์ประกอบการเจริญเติบโตของลำต้น (VEGGR) และคำนวณการร่วงหล่น(SENES) ซึ่งขบวนการทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนพัฒนาการของพืช การคำนวณประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับฝัก (XPOD สำหรับเมล็ดและเปลือกฝัก, XSEED สำหรับเมล็ด ,และ XSHELL สำหรับเปลือกฝัก) และสำหรับการคำนวณประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้น (XLF, XSTEM และ XRT สำหรับใบ ลำต้น และราก) รายละเอียดของขบวนการเหล่านี้บรรจุไว้ในชุดคำสั่ง SOY เช่นกัน

ในชุดคำสั่ง CROP เป็นการคำนวณพัฒนาการของพืช(PHENI) สมดุลย์ของน้ำ (WATBAL) สภาพภูมิอากาศ(WCALC) และการสังเคราะห์แสง(PHOTO) เพื่อใช้ประกอบในการคำนวณของชุดคำสั่ง SOY ดังนั้นการคำนวณการเพิ่มน้ำหนักแห้งของพืชที่อธิบายโดย Wilkerson et al.(1983) ได้ดังแสดงในสมการที่ 26-38 ซึ่งแยกเป็นการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น เมล็ด เปลือกฝัก และราก พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นคำนวณได้จากการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบในช่วงพัฒนาการต่างๆ และพื้นที่ใบจำเพาะ ความเสียหายของพืชที่เกิดจากแมลงหรือโรคทำลาย ก็จะถูกคำนวณในชุดคำสั่งนี้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 1 ข้อมูลทางภูมิอากาศ

ตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
KYR	ปีที่ทำการทดลอง	
JUL	วันทางจูเลียน	จำนวนวันหลัง 1 มค.
XTMAX	อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน	องศาเซนเซียส
XTMIN	อุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวัน	องศาเซนเซียส
XSUP	พระอาทิตย์ขึ้น	ชั่วโมง, a.m.
XSDN	พระอาทิตย์ตก	ชั่วโมง, p.m.
XDAYLG(*)	ความยาววัน	นาที
XLANG	รังสีอาทิตย์ทั้งหมด	เมกะจูล
XPAR	รังสีอาทิตย์ที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสง	ไอน์สไตน์/ตร.ม.
XEVAP(*)	การระเหยน้ำจากถาด	มม.
XWIND(*)	ความเร็วลม	กม./วัน
XRAIN	ปริมาณฝน	มม./วัน
NWETVG(*)	ชั่วโมงที่พืชเปียก	ชม.
NRH(*)	ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด	เปอร์เซนต์
LOC(*)	ลักษณะของสถานที่	

(*) ตัวแปรเหล่านี้ไม่ใช้ใน SOYGRO V5.0 แม้ว่าตัวแปรเหล่านี้ยังประกอบอยู่ในไฟล์ข้อมูลทางภูมิอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ด้านดินและรากพืช [1/]

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
LL(L) [2/]	ขีดพิกัดล่างของความชื้นที่เป็นประโยชน์ในแต่ละชั้นดิน	ซม^3/ซม^3
DUL(L) [2/]	ขีดพิกัดบนของความชื้นที่เป็นประโยชน์ในแต่ละชั้นดิน	ซม^3/ซม^3
SAT(L) [2/]	จุดที่อิ่มตัวด้วยน้ำของแต่ละชั้นดิน	ซม^3/ซม^3
WR(L) [2/]	ความหนาแน่นของรากพืชในแต่ละชั้นดิน	-
RFAC2	ค่ายภาพของอัตราการเพิ่มความลึกของราก	ซม/degree-day
RFAC1	อัตราส่วนของความยาวรากกับน้ำหนักแห้งของราก	ซม./ก.
DEPMAX [2/]	ชั้นความลึกดินสูงสุดที่รากพืช	ซม.
SALB	การสะท้อนรังสีคลื่นสั้นของดิน(Soil albedo)	-
SWCON1,SWCON2,SWCON3	ค่าสัมประสิทธิ์ในสมการการดูดซับน้ำของรากพืช	-
RWUMX	อัตราการดูดน้ำของพืชต่อความยาวรากพืชต่อวัน	ซม^3/ซม.ราก/วัน
U [2/]	การสะสมการระเหยน้ำจากผิวดินที่จำกัดในช่วงแรก	มม.
CN2 [2/]	หมายเลขของกราฟเส้นโค้งของดินตามวิธีการ SCS เพื่อใช้ในการคำนวณการไหลบ่าของน้ำ	-
SWCON [2/]	การไหลซึมน้ำผ่านผิวดิน	1/วัน

1/ พารามิเตอร์ด้านดินและรากพืชสามารถใช้ได้ในทุกๆชุดดิน

2/ พารามิเตอร์เหล่านี้อาจจะมีการผันแปรไปตามในระหว่างชุดดินที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 3 พารามิเตอร์ทางลักษณะประจำพันธุ์
(Cultivar Specific Parameters)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
I. พัฒนาการ (Phenology)		
VARN1(I)	จุดพิกัดล่างของความยาวกลางคืนสำหรับแต่ละพันธุ์(I) ที่พืชมีการพัฒนาการ	ชม.
VARNO(I)	จุดพิกัดบนของความยาวกลางคืนสำหรับแต่ละพันธุ์(I) ที่พืชมีการพัฒนาการ	ชม.
VARTH(I)	จำนวนวันทางสรีรวิทยาสำหรับการสร้างตาดอกของแต่ละพันธุ์(I) ถ้าความยาวกลางคืนน้อยกว่า VARN1(I)	
VARDH(I)	จำนวนวันทางสรีรวิทยาสำหรับการสร้างตาดอกของแต่ละพันธุ์(I) ถ้าความยาวกลางคืนมากกว่า VARNO(I)	
VARTHRS(I,J)	thresholds เฉพาะพันธุ์สำหรับเป็นตัวสะสมที่ใช้ประกอบในการเปลี่ยนช่วงพัฒนาการหนึ่งไปช่วงพัฒนาการต่อไป	
VARFRC	เสี้ยวของการพัฒนาการจาก R1 to R7 เมื่อสิ้นสุดการสร้างฝัก (NPODO)	
VRFRC2	เสี้ยวของการพัฒนาการจาก R1 ถึง R7 เมื่อสิ้นสุดการสร้างใบใหม่ (NDLEAF)	
VRFRC3	เสี้ยวของการพัฒนาการจาก R1 to R7 เมื่อสิ้นสุดการสร้างเมล็ด (NDSET)	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 3(ต่อ) พารามิเตอร์ทางลักษณะประจำพันธุ์

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย	หน่วย
II. <u>การเจริญเติบโตของเมล็ดและเปลือกฝัก</u> (Seed and Shell Growth)		
PODVAR(I)	อัตราการเพิ่มจำนวนฝักสูงสุดของแต่ละพันธุ์(I) เมื่อ P_6 เหมาะสม	ฝัก/วัน
SHVAR(I)	อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของเปลือกฝักในแต่ละพันธุ์	มก./เปลือกฝัก/วัน
SDVAR(I)	อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของเมล็ดในแต่ละพันธุ์	มก./เมล็ด/วัน
SDPDVR(I)	จำนวนเมล็ดต่อฝักของแต่ละพันธุ์ (I)	
III. <u>การเจริญเติบโตของใบ</u> (Leaf Growth)		
TRIFOL(I)	จำนวนใบ trifoliates ต่อวันทางสรีรวิทยา (หลัง V-1)	
SIZELF(I)	ขนาดของใบข้อที่ 8-10 ของแต่ละพันธุ์ (I)	ซม^2/ใบ
SLAVAR(I)	พื้นที่ใบจำเพาะในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative phase) หลังจาก V5 ถึงสิ้นสุดการขยายตัวของใบเมื่อใบมีความหนามากขึ้น	ซม^2/ก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 4 พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Soybean Growth Parameters) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
<u>การสังเคราะห์แสง</u> (Photosynthesis)	
PARMAX	ค่าของ PAR ที่มากที่สุด ในสภาพที่ไม่มีการเพิ่มการสังเคราะห์แสง (เมื่อ PAR = Photosynthetic active radiation), ไอน์สไตน์/ตร.ม.
PHTMAX	อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด ถ้าไม่มีการขาดน้ำ และ PAR มากกว่า PARMAX (ก.CH_2O/ตร.ม./วัน)
PHFAC1,PHFAC2	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงสูงสุด(PTSMAX) กับ PAR
CNIT1,CNIT2,CNIT3	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ ที่มีความสัมพันธ์ต่อการลดลงของการสังเคราะห์แสง (AGEFAC) ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนในทรงพุ่ม (PCNIT)
XPHOTO(I),YPHOTO(I)	ตารางค่าที่มีความสัมพันธ์ต่อการลดลงของการสังเคราะห์แสง (TPHFAC) และอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด และเปลือกฝักที่อุณหภูมิหนึ่งๆ (C)
PHPT1	ดัชนีพื้นที่ใบที่ 63 % ของแสงที่ส่องลงมา ถ้าพืชมีระยะปลูกต่างๆ
PHPT2	จุดตัดของสมการที่มีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนระยะระหว่างแถวกับระยะระหว่างต้น ที่ดัชนีพื้นที่ใบมีการส่องผ่านของแสง 63 %
NLITE	หมายเลขที่ใส่เข้าไปในตารางที่มีความสัมพันธ์กับแสงที่ผ่าน เมื่อดัชนีพื้นที่ใบเป็นปกติ
XLTNOR(I),YLIGHT(I)	ตารางของค่าที่มีความสัมพันธ์กับแสงที่ผ่าน เมื่อดัชนีพื้นที่ใบเป็นปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 4(ต่อ) พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Soybean Growth Parameters) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
การหายใจ (Respiration)	
RES30C	น้ำหนักของ CH_2O ต่อน้ำหนักแห้งของการหายใจเพื่อการดำรงชีพ ช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30
R30C2	น้ำหนักของ CH_2O ที่กำหนดสำหรับโปรตีนที่ใช้ในการหายใจเพื่อการดำรงชีพ ช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30
AGRLF,AGRSTM,AGRRT,AGRSH,AGRSD1,AGRSD2	น้ำหนักของ CH_2O ที่ต้องการใช้ในการสร้างน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของใบ ลำต้น ราก เปลือกฝัก หรือเมล็ด
ALPHBR	น้ำหนักของเมล็ดที่สร้างขึ้นจาก 1 กรัมของโปรตีน ถ้าโปรตีนเป็นแหล่งของพลังงาน และมี C ที่เป็นโครงสร้างหลักดีพอสำหรับโปรตีน
แหล่งสะสมไนโตรเจน (Nitrogen mining)	
PROLFI,PROSTI,PRORTI,PROSHI	สัดส่วนของโปรตีนในใบ ลำต้น ราก และเปลือกฝัก ในช่วงการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ
PROLFF,PROSTF,PRORTF,PROSHF	สัดส่วนของโปรตีนในใบ ลำต้น ราก และเปลือกฝัก ที่สิ้นสุดฤดูกาลปลูก หลังจากมีการสะสมไนโตรเจนในเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 4(ต่อ) พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Soybean Growth Parameters) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
<u>การร่วงหล่น</u> (Senescence)	
SENRTE	น้ำหนักของใบที่ร่วงหล่นต่อน้ำหนักโปรตีนที่เหลืออยู่ในใบ
SENRT2	ปัจจัยที่ใช้ประกอบน้ำหนักของใบที่ร่วงหล่นในแต่ละวันหลังจาก R7
SENDAY	สัดส่วนของใบที่สามารถร่วงหล่นในวันใดๆ ที่เป็นฟังก์ชั่นของการขาดน้ำ
XSTAGE(I),SENPOR(I)	ตารางความสัมพันธ์ของการร่วงหล่นตามปรกติ ถ้าไม่มีการขาดน้ำเกิดขึ้นในช่วง V-stage
XSENMX(I),SENMAX(I)	ตารางความสัมพันธ์ของ fraction ที่ใช้ในการเจริญเติบโตของใบ เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วง V-stage
<u>การเคลื่อนย้ายสารอาหาร</u> (Partitioning)	
FRSTMF	สัดส่วนของการเพิ่มน้ำหนักลำต้นรายวัน ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น หลังสิ้นสุดการสร้างใบใหม่(NDLEAF)
FRLFFF	สัดส่วนของการเพิ่มน้ำหนักใบรายวัน ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น หลังสิ้นสุดการสร้างใบใหม่(NDLEAF)
ATOP	สัดส่วนของตารางการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ และลำต้น ที่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังราก ถ้าเกิดการขาดน้ำ
XLEAF(I),YLEAF(I)	ตารางความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายสารอาหารเพื่อเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ ในช่วง V-stage
XSTEM(I),YSTEM(I)	ตารางความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายสารอาหารเพื่อเพิ่มน้ำหนักแห้งของลำต้น ในช่วง V-stage

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 4(ต่อ) พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Soybean Growth Parameters) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
<u>การเจริญเติบโตของใบ</u> (Leaf Growth)	
(โดยใช้ค่ามาตรฐานของพันธุ์ Bragg ในแบบจำลอง)	
FINBRG	พื้นที่ใบจำเพาะ(SLA) ของถั่วเหลืองพันธุ์ Bragg เมื่องอกโผล่พ้นดิน (พันธุ์ Bragg เป็นพันธุ์มาตรฐาน ค่าที่ได้จะใช้คำนวณสำหรับพันธุ์อื่นๆ ในชุดคำสั่ง VARTY
FBRAGG	พื้นที่ใบจำเพาะของใบใหม่ของพันธุ์ Bragg ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นหลังจาก V5, ซม^2/ก.
SLABRG	พื้นที่ใบจำเพาะสูงสุดของใบใหม่ของพันธุ์ Bragg หลังจาก V5, ซม^2/ก.
SLMNBR	พื้นที่ใบจำเพาะต่ำสุดของพันธุ์ Bragg เมื่อใช้เป็นตัวจำกัดการใช้สารสังเคราะห์แสงสุทธิ(PGNET) เมื่อใบหยุดการเพิ่มความหนา, ซม^2/ก.
SIZBRG	ขนาดของใบบน(ข้อที่ 8-10) ของพันธุ์ Bragg, ซม^2/ใบ
XVGROW(I),YVBRAG(I)	ตารางของการเพิ่มพื้นที่ใบสูงสุดต่อต้น ในช่วงV-stage สำหรับถั่วเหลืองพันธุ์ Bragg, ซม^2/ต้น
<u>การเจริญเติบโตของราก</u> (Root Growth)	
RTDEPI	ความลึกรากเมื่องอกโผล่พ้นดิน, ซม.
RFAC1	อัตราส่วนของความยาวรากต่อน้ำหนักแห้งของราก, ซม./ก.
XRTFAC(I),YRTFAC(I)	ตารางศักยภาพของอัตราการเพิ่มความยาวราก, ซม./degree-day

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 4(ต่อ) พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Soybean Growth Parameters) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
การเจริญเติบโตของเมล็ดและเปลือกฝัก (Seed and Shell Growth)	
THRESH	อัตราส่วนที่มากที่สุดของน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก
LNGSH	เวลาที่ใช้ในการสร้างเปลือกฝัก, วัน
SDPRO	สัดส่วนของน้ำหนักแห้งของเมล็ดกับโปรตีน
พัฒนาการ (Phenology)	
TOPT,TPHMIN,TPHMAX	อุณหภูมิที่เหมาะสม ต่ำสุด และสูงสุดสำหรับพัฒนาการของพืช,
PHTHRS(I),I=1,5	threshold ที่ใช้ในการสะสมเวลากลางคืน หรือการสะสมเวลาทางสรีรวิทยา สำหรับพัฒนาการเมื่อเหตุการณ์ I เกิดขึ้น
อื่นๆ (Miscellaneous)	
WTNEW	น้ำหนักของถั่วเหลือง 1 ต้น เมื่อโผล่พ้นดิน, ก./ต้น
PORPT	อัตราส่วนของน้ำหนักก้านใบกับน้ำหนักใบ
ADJFAC	ปัจจัยที่ใช้ปรับผลผลิตสำหรับความลำเอียงในการเก็บตัวอย่างจากแปลงขนาดเล็ก
WTFAC	จำนวน bushels ของถั่วเหลืองต่อกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 5 ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเพาะปลูกในสนาม

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
AMT(I)	ปริมาณน้ำชลประทานในการให้น้ำชลประทานแต่ละครั้ง, ซม.
BETN	ระยะระหว่างต้นในแถวเดียวกัน, ซม.
DIRRAT	สัดส่วนคงที่ระหว่างเวลาการให้น้ำชลประทาน และความลึกของน้ำที่ให้แต่ละครั้ง
DPGOOD	ปริมาณน้ำชลประทาน เมื่ออัตราส่วนของน้ำที่ให้จริงต่อศักยภาพของน้ำในชั้นรากพืช(RATIO) ตกลงต่ำกว่า THGOOD ซึ่งหลีกเลี่ยงการเกิดการขาดน้ำ
DPOPT	ปริมาณน้ำชลประทาน เมื่ออัตราส่วนของน้ำที่ให้จริงต่อศักยภาพของน้ำในชั้นรากพืช(RATIO) ตกลงต่ำกว่า THROPT ซึ่งหลีกเลี่ยงการเกิดการขาดน้ำ
EFFIRR	ประสิทธิภาพของระบบให้น้ำชลประทาน
IPHN	ดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงวันที่เหตุการณ์ทางพัฒนาการที่อ่านจากข้อมูลด้านสนามหรือคำนวณโดยแบบจำลอง (0 = แบบจำลองคำนวณ, 1 = อ่านจาก file)
IPLT	วันปลูก (Julian date)
ISOILT	ชนิดของดิน
IVARTY	พันธุ์ของถั่วเหลือง
JULAPL(I), I=1,NAP	วันทาง Julian ของตารางการให้น้ำชลประทาน
JULPHN(I), I=1,11	วันทาง Julian ของพัฒนาการช่วงต่างๆ
NAP	หมายเลขของตารางการให้น้ำ ที่อ่านจากข้อมูลด้านในสนาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 5(ต่อ) ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเพาะปลูกในสนาม

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
NIANS	หมายเลขของวิธีการให้น้ำชลประทานที่ใช้ ถ้าการจำลองสถานการณ์สอดคล้องกับข้อมูลด้านสนาม 0 = การให้น้ำชลประทานอ่านจากข้อมูลในสนาม 1 = ไม่มีการให้น้ำชลประทาน 2 = ให้น้ำชลประทานเพื่อหลีกเลี่ยงการขาดน้ำมากๆ 3 = ให้น้ำชลประทานตามวิธีการที่เหมาะสม 4 = สมมุติให้ไม่มีการขาดน้ำเกิดขึ้น
NOVAR	หมายเลขของตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ที่สอดคล้องกับข้อมูลด้านสนาม
NSP	วิธีการกำจัดศัตรูพืชตลอดฤดูปลูก
NSPJUL(I), I=1,25	วันทาง Julian ของการกำจัดศัตรูพืช
NTYPE(I), I=1,25	ชนิดของวิธีการกำจัดศัตรูพืชในวันที่ NSPJUL(I)
NUM(2)	หมายเลขบรรทัดของการเก็บข้อมูล
NV(I), I=1,NOVAR	ตัวชี้ที่ชี้แนะให้เห็นถึงตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ในคอลัมน์ของข้อมูล 1 = วันทาง Julian 2 = ดัชนีพื้นที่ใบ 3 = น้ำหนักแห้งของใบ, ก./ตร.ม. 4 = น้ำหนักแห้งของลำต้น, ก./ตร.ม. 5 = น้ำหนักแห้งของฝัก, ก./ตร.ม. 6 = น้ำหนักแห้งของเมล็ด, ก./ตร.ม. 7 = น้ำหนักแห้งของทรงพุ่ม, ก./ตร.ม. 8 = จำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร 9 = จำนวนฝักต่อตารางเมตร 10 = การเจริญเติบโตทางลำต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 5(ต่อ) ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเพาะปลูกในสนาม

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
	11 = พื้นที่ใบจำเพาะในทรงพุ่ม, ซม^2/ก.
	12 = ปริมาณน้ำฝนและน้ำชลประทาน, มม.
	13 = SWFAC (ปัจจัยที่ใช้ในการลดการสังเคราะห์แสง เมื่อเกิดการขาดน้ำ)
	14 = TURFAC (ปัจจัยที่ใช้ในการลดการขยายตัวของใบ ขณะเกิดการขาดน้ำ)
	15 = น้ำที่สกัดจากดินชั้นที่ 2
	16 = น้ำที่สกัดจากดินชั้นที่ 3
	17 = น้ำที่สกัดจากดินชั้นที่ 4
	18 = น้ำที่สกัดจากดินชั้นที่ 5
	19 = ความยาวรากพืชต่อปริมาตรดินชั้นที่ 2
	20 = ความยาวรากพืชต่อปริมาตรดินชั้นที่ 3
	21 = ความยาวรากพืชต่อปริมาตรดินชั้นที่ 4
	22 = ความยาวรากพืชต่อปริมาตรดินชั้นที่ 5
PHFAC3	ปัจจัยที่ใช้ในการลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสงพื้นฐาน
ROWSPC	ระยะระหว่างต้นภายในแถวปลูก, ซม.
THGOOD	threshold ของการให้น้ำชลประทาน ที่เป็นอัตราส่วนของน้ำที่เป็นประโยชน์ในชั้นรากพืชต่อน้ำที่เป็นประโยชน์ในชั้นรากพืชที่ความชื้นสนาม เพื่อให้น้ำชลประทานป้องกันการขาดน้ำ
THROPT	threshold ของการให้น้ำชลประทานที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ที่เป็นอัตราส่วนของน้ำที่เป็นประโยชน์ในชั้นรากพืชต่อน้ำที่เป็นประโยชน์ในชั้นรากพืชที่ความชื้นสนาม เพื่อให้น้ำชลประทานป้องกันการขาดน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 6 คำอธิบายช่วงการพัฒนาและขั้นตอนต่างๆ รวมทั้งชื่อตัวแปรที่ใช้ใน SOYGRO

ระยะที่	คำอธิบาย	Ending Stage	Threshold Parameter Name
1.	เวลาทางสรีรวิทยาจากปลูกถึงงอก	1.NVEG0(งอก)	PHTHRS(1)
2.	เวลาทางสรีรวิทยาจากปลูกถึงสร้างใบ unifoliate	2.NVEG1(V1)	PHTHRS(2)
3.	เวลาทางสรีรวิทยาจากสร้างใบunifoliate ถึงสิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์(juvenile phase)	3.JPEND	PHTHRS(3)
4.	การสะสมช่วงแสงจากสิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์ ถึงสร้างตาดอก	4.NR0(R0)	PHTHRS(4)
5.	เวลาทางสรีรวิทยาจากสร้างตาดอกถึงออกดอก	5.NR1(R1)	PHTHRS(5)
6.	การสะสมช่วงแสงจากออกดอกถึงสร้างฝักแรก	6.NPODO	PHTHRS(6)
7.	การสะสมช่วงแสงจากออกดอกถึง R4	7.NR4(R4)	PHTHRS(7)
8.	การสะสมช่วงแสงจากออกดอกถึงสิ้นสุดการสร้างใบใหม่	8.NDLEAF	PHTHRS(8)
9.	การสะสมช่วงแสงจากออกดอกถึงสิ้นสุดการสร้างดอก	9.NDSET	PHTHRS(9)
10.	การสะสมช่วงแสงจากออกดอกถึง R7	10.NR7(R7)	PHTHRS(10)
11.	เวลาทางสรีรวิทยาจาก R7 to R8	11.NR8(R8)	PHTHRS(11)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วงเวลาทางสรีรวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการพัฒนาการ (PHYSIOLOGICAL TIME BASIS FOR DEVELOPMENT)

ในแบบจำลองการเจริญเติบโตสำหรับถั่วเหลือง (SOYGRO) ระยะพัฒนาการทั้งหมดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ผลกระทบของอุณหภูมิใช้อธิบายถึงเวลาทางสรีรวิทยา โดยคำนวณข้อมูลด้านภูมิอากาศ(WCALC) และคำนวณพัฒนาการของพืช(PHENI) ซึ่งการสะสมเวลาทางสรีรวิทยานั้น เมื่อถึงระยะหนึ่งพัฒนาการของพืชจะเปลี่ยนไป ซึ่งการสะสมเวลาทางสรีรวิทยาของแต่ละระยะการพัฒนาการขึ้นอยู่กับค่าที่กำหนด (threshold) ของแต่ละพันธุ์ ดังนั้นพัฒนาการของพืช จึงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชเป็นปรกติเมื่ออุณหภูมิเหมาะสม และการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อพบว่าอุณหภูมิรายวันมากกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม

Hesketh et al.(1973) กำหนดช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสม (TOPT) และอุณหภูมิต่ำสุด(TPHMIN) ที่พืชสามารถเจริญเติบโตไว้ที่ 30 และ 7 อาศาเซนเซียส และอุณหภูมิสูงสุดที่ทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต(TPHMAX)กำหนดไว้ที่ 45 องศาเซนเซียส พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ Dare หยุดการเจริญเติบโตและตายเมื่ออุณหภูมิในวันหนึ่งๆมากกว่า 42 อาศาเซนเซียส

<u>ผลกระทบของช่วงแสงต่อการพัฒนาการ</u> (Photoperiod effects on Development)

การสะสมเวลากลางคืน (ACCNIT) ถูกใช้เป็นตัวแทนของช่วงแสงที่มีผลต่อการพัฒนาบางช่วงของพืช แม้ว่าบางระยะของการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว(เวลาทางสรีรวิทยา) SOYGRO ใช้แบบจำลองพัฒนาการของพืชของ Mishoe et al.(1984) ซึ่งอธิบายถึงผลกระทบของช่วงแสงต่อพัฒนาการของถั่วเหลืองในช่วงการสร้างตาดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุดเปลี่ยนสำหรับพัฒนาการ (Thresholds for Development)

จุดเปลี่ยนสำหรับพัฒนาการของถั่วเหลืองแบ่งออกเป็นระยะต่างๆอยู่ 11 ระยะการเจริญเติบโต(PHTHRS(J)) ดังภาคผนวก ก. ตารางที่ 6 โดยที่พัฒนาการระยะ 1,2,3,5 และ 11 ใช้การสะสมเวลาทางสรีรวิทยาเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการ แต่ในระยะที่ 4,7,10 นั้นใช้การสะสมช่วงแสงสำหรับพัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงไป และในระยะที่ 6,8,9 นอกจากจะใช้การสะสมช่วงแสงสำหรับพัฒนาการแล้ว ยังต้องประกอบด้วยเสี้ยวเวลาที่ใช้ในการสร้างฝักแรก ระยะสิ้นสุดการสร้างใบ และสิ้นสุดการสร้างฝัก ในการคำนวณพัฒนาการของพืช ซึ่ง threshold สำหรับพัฒนาการทั้งหมดนี้ ในแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างกันไป แม้ว่าจะปลูกในเขตการปลูกเดียวกันก็ตาม (Wilkerson et al.,1985)

การเจริญเติบโตทางลำต้น (VEGETATIVE GROWTH)

น้ำหนักแห้ง (Dry Weight)

การเจริญเติบโตทางลำต้นประกอบด้วยใบ ลำต้นรวมทั้งก้านใบ และราก ที่เริ่มจากงอกจนถึงเก็บเกี่ยว การเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญช่วงต่างๆ แต่ผันแปรไปเมื่อขาดน้ำ การเพิ่มของพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งของใบ การสร้างใบใหม่ ลำต้นและราก คำนวณได้จากสมการ $Xi*E(P_G - R_M)$ เมื่อ Xi คือ สัมประสิทธิ์การเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับใบ ลำต้น และราก (FRLF, FRSTM และ FRRT) E คือ ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (น้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักของ CH_2O) P_G คือ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (ปริมาณ CH_2O/ตร.ม./วัน) และ R_M คือ อัตราการหายใจเพื่อการคงอยู่

การเคลื่อนย้ายสารอาหารภายในรากเมื่อเกิดการขาดน้ำ (Changes in Root Partitioning Due to Water Stress)

เมื่อมีการเจริญเติบโตทางลำต้น พืชจะเคลื่อนย้ายสารอาหารบางส่วนไปยังราก (FRRT) ลำต้น(FRSTM) และใบ(FRLF) เมื่อพืชอยู่ในสภาพขาดน้ำ CH_2O ส่วนใหญ่จะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เคลื่อนย้ายไปยังราก ซึ่งสามารถประเมินโดยแยกพืชที่ขาดน้ำและสภาพที่มีน้ำดี ทำการวัดน้ำหนักราก และส่วนลำต้นที่เวลาต่างๆ และคำนวณการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังรากโดย

$$s = (FRRT_{stress} - FRRT_{irr})/FRRT_{irr} \quad .....(39)$$

เมื่อ s = สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของสารอาหารที่เคลื่อนที่ไปยังราก

สัดส่วนของการเจริญเติบโตส่วนยอดที่สูญเสียไปยังราก(s_{top}) แสดงได้ดังนี้

$$s_{top} = sFRRT_{irr}/(1-FRRT_{irr}) \quad .....(40)$$

ถ้าสมมุติให้ค่า s_{top} ที่มากที่สุดเท่ากับ 1.0 หมายถึงภายใต้สภาพที่มีการขาดน้ำอย่างรุนแรง CH_2O ที่ควรจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนลำต้น จะเคลื่อนย้ายไปยังส่วนรากหมด ในการทดสอบแบบจำลอง สามารถประเมินการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากค่า s_{top} ได้โดย

$$FRRT = FRRT_{irr} + s_{top}(1-FRRT_{irr})(1-TURFAC) \quad .....(41)$$

$$FRSTM = FRSTM(1-s_{top}(1-TURFAC)) \quad .....(42)$$

และ $$FRLF = FRLF(1-s_{top}(1-TURFAC)) \quad .....(43)$$

เมื่อ TURFAC = ปัจจัยที่ใช้ในการลดการสังเคราะห์แสง เมื่อเกิดการขาดน้ำ

<u>การประเมินการเคลื่อนย้ายน้ำหนักแห้งในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น</u>(Experimental determination of Vegetative Dry Weight Partitioning)

การเคลื่อนย้ายสารอาหารเพื่อเปลี่ยนเป็น การเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น หรือน้ำหนักแห้งของราก สามารถแสดงได้ในรูปของสมการได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$FRLF = \frac{dW_L/dt + S_L + M_L}{dW/dt + S_L + S_S - dW_P/dt} \quad .....(44)$$

$$FRSTM = \frac{dW_S/dt + S_S}{dW/dt + S_L + S_S - dW_P/dt} \quad .....(45)$$

และ $FRRT = 1 - FRLF - FRSTM$ .....(46)

จนกระทั่ง $dW/dt = dW_L/dt + dW_S/dt + dW_R/dt + dW_P/dt$ .....(47)

สิ่งที่ยากคือการประเมินสมการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังราก ถ้าเริ่มจากสมการพื้นฐานสำหรับการเจริญเติบโตทั้งหมดคือ

$$dW/dt = E(P_G - R_M) - S_L - S_S \quad .....(48)$$

การเจริญเติบโตของราก (dW_R/dt) สามารถประเมินโดยสมการที่ 47 และ 48

$$dW_R/dt = E(P_G - RM) - S_L - S_S - dW_L/dt - dW_S/dt - dW_P/dt \quad .....(49)$$

P_G และ R_M เป็นปัจจัยที่สำคัญของการเพิ่มน้ำหนักทั้งหมด ซึ่งขึ้นอยู่กับ ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) รังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์ ตลอดจนการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 แม้ว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยน CH_2O (E) จะผันแปรไปตลอดช่วงฤดูกาล แต่ก็สามารถสมมุติให้คงที่ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น และจะมีค่าแตกต่างออกไปในช่วงการสร้างเมล็ด ดังนั้นการวัด LAI อุณหภูมิ และรังสีอาทิตย์ จึงเป็นการคำนวณ ($P_G - R_M$) ของสมการ (44) ซึ่งสามารถคำนวณการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังรากได้ ในทางปฏิบัติแม้ว่าจะหาค่าที่แท้จริงให้ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นแบบจำลองจึงกำหนดค่า FRRT, FRLF และค่า FRSTM ไว้ เพื่อใช้เป็นพารามิเตอร์สำหรับปรับค่าของข้อมูลเฉพาะพันธุ์ โดยให้การเคลื่อนย้ายสารอาหารเกี่ยวข้องกับการพัฒนาของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยเหตุผลนี้ไม่ว่าจะเลือกพันธุ์อื่นๆ การเคลื่อนย้ายสารอาหารก็จะเปลี่ยนแปลงตามพัฒนาการของพันธุ์นั้นที่ผันแปรไป

การผันแปรของพื้นที่ใบจำเพาะ (Variations in Specific Leaf Area(SLA))

การเพิ่มของพื้นที่ใบขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของใบ และพื้นที่ใบจำเพาะที่เปลี่ยนไปตามขั้นตอนของช่วงการพัฒนาการ พื้นที่ใบจำเพาะเมื่อเริ่มงอกจะมีความผันแปรไปขึ้นอยู่กับขั้นตอนการพัฒนาการของพืชที่แสดงออกมา(phenological stage)

การเจริญเติบโตทางลำต้นในช่วงแรก (Early vegetative period)

ก่อนที่จะถึง V5 การขยายของพื้นที่ใบถูกจำกัดโดยพันธุกรรมในแต่ละพืช ศักยภาพนี้นำไปใช้ใช้คำนวณพื้นที่ใบจำเพาะ จากพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น ภายใต้สภาพร่มเงาการขยายของใบสามารถดำเนินต่อไปในอัตราที่เป็นปรกติ แต่พื้นที่ใบจำเพาะจะมีค่ามากขึ้น เพราะว่าอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ ทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งในมีน้อย ดังนั้นค่าสูงสุดของพื้นที่ใบจำเพาะ(SLANEW) ถูกกำหนดไว้เพื่อจำกัดการเพิ่มของพื้นที่ใบ ถ้าปริมาณ CH_2O มีจำนวนจำกัด ค่าต่ำสุดของพื้นที่ใบจำเพาะ(SLAMIN) ถูกกำหนดไว้เช่นกัน เพื่อป้องกันใบมีความหนามากขึ้น (เฉลี่ยตลอดทรงพุ่ม) การเจริญเติบโตของใบในแต่ละพันธุ์ อาศัยขนาดของใบ(SIZELF) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของแต่ละพันธุ์ โดยวัดพื้นที่ใบ trifoliate ที่ขยายตัวเต็มที่ของใบ trifoliate ข้อที่ 8-10

การเจริญเติบโตทางลำต้นในช่วงหลัง (Late Vegetative Period)

พื้นที่ใบจำเพาะในช่วงเวลานี้จะคงที่ นอกจากว่าเกิดการขาดน้ำ ปัจจัยที่ใช้ในการลดการขยายตัวของใบ(TURFAC) ถูกใส่ลงไปเพื่อใช้คำนวณพื้นที่ใบจำเพาะสำหรับการเจริญเติบโตของใบใหม่ เมื่อเกิดการขาดน้ำในระยะใกล้สิ้นสุดการสร้างใบ(NDLEAF) พื้นที่ใบจำเพาะจะลดลงจนกระทั่งใกล้ 0.0 ที่ NDLEAF เวลาที่เริ่มต้นของการลดลงของพื้นที่ใบจำเพาะ ประมาณได้จากค่าการสะสมช่วงแสงจากระยะออกดอกถึงสิ้นสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสร้างใบ(ACCSLA) เมื่อ ACCSLA มีค่าเท่ากับ 60 % ของค่าการสะสมช่วงแสงจากระยะออกดอกถึงสิ้นสุดการสร้างใบ พื้นที่ใบจำเพาะก็จะเริ่มลดลง

ช่วงหลังจากสิ้นสุดการสร้างใบ (After NDLEAF)

ในช่วงเวลานี้ ไม่มีการสร้างใบใหม่ พื้นที่ใบจำเพาะ(SLA)ของการเจริญเติบโตใหม่เท่ากับ 0.0 (น้ำหนักใบสามารถเพิ่มขึ้นได้ เช่นใบมีความหนามากขึ้น)

การเจริญเติบโตช่วงการสืบพันธุ์ (REPRODUCTIVE GROWTH)

การสร้างเปลือกฝัก (Shell Addition)

การเพิ่มของเปลือกฝักเริ่มต้นที่ช่วงเริ่มสร้างฝัก(NPODO) และอัตราการเพิ่มขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อัตราการเพิ่มของฝักที่มากที่สุดในแต่ละวัน (PODMAX) เมื่อความยาวกลางคืนมากกว่าขีดนิกัดบนของความยาวกลางคืนที่เหมาะสม(VARNO)คือ การสังเคราะห์แสงสูงสุด(PHTMAX) เมื่ออุณหภูมิเหมาะสม(TOPT) และเวลาที่ใช้ในการสร้างฝักใหม่ถึงสิ้นสุดการสร้างฝัก(ACCDAY) ดังนั้นการสร้างฝักในวันหนึ่งๆ คือ

$$SHELNO(1) = \min \left\{ \begin{array}{c} PODMAX * (PG/PHTMAX) * ACCDAY \\ PGLEFT/(GRRAT1 * AGRSH \end{array} \right\} \quad .....(50)$$

เมื่อ PGLEFT = CH_2O ส่วนที่เหลืออยู่หลังจากที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเมล็ดและฝัก และหลังจากที่ใช้ในการหายใจเพื่อการคงอยู่

AGRSH = CH_2O ที่ใช้ในการสร้างน้ำหนักแห้งของเปลือกฝัก

GRRAT1 = อัตราการเจริญเติบโตที่สูงสุดของเปลือกฝักในแต่ละวัน

หลังจากสิ้นสุดการสร้างเมล็ด(NDSET) จะไม่มีการสร้างฝักใหม่ จึงกำหนดให้ SHELNO(1) เท่ากับ 0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อายุและการเจริญเติบโตของเปลือกฝัก (Shell Aging and growth)

การเจริญเติบโตและการขยายตัวของเปลือกฝัก มีช่วงเวลาเท่ากับ LNGSHL ซึ่งเป็นเวลาทางสรีรวิทยาของพันธุ์นั้นๆ เมื่อสิ้นสุดการสร้างฝัก การเจริญเติบโตของเปลือกฝักอาจจะยืดยาวออกไปอีก 4 วัน เพื่อการสะสมน้ำหนักแห้ง โดยกำหนดให้ WTSHEL(N) คือ น้ำหนักแห้งของเปลือกฝักจำนวนหนึ่งในวันหนึ่งๆ การเจริญเติบโตของเปลือกฝักอาศัยการสะสมอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโต แต่จะถูกจำกัดโดย CH_2O เมื่อมีการสร้างเมล็ดและใช้ในการหายใจ อัตราส่วนของการเจริญเติบโตของเปลือกฝักในแต่ละวันต่อศักยภาพการเจริญเติบโตของเปลือกฝัก เป็นตัวกำหนดการสร้างเมล็ดในเปลือกฝักนั้น

การสร้างเมล็ดและการเจริญเติบโตของเมล็ด (Seed Set and Growth)

ถ้าการพัฒนาของเปลือกฝัก มีอายุมากกว่า 60% ของ LNGSHL หรือมากกว่าเวลาทางสรีรวิทยาที่เป็นศักยภาพการเจริญเติบโตของเปลือกฝัก เมล็ดจะถูกสร้างขึ้นในเปลือกฝักด้วยอัตรา SHELNO(LNGSHL) * SDPERP (เมื่อ SDPERP คือ จำนวนเมล็ดต่อฝัก) ถ้าเปลือกฝักนั้นมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่า 60% ของ LNGSHL การสร้างเมล็ดจะถูกยกเลิกไป แต่ถ้ามีการสร้างเมล็ดแล้ว เมล็ดจะเจริญเติบโตต่อไป แม้ว่าเมล็ดบางส่วนจะถูกทำลายโดยแมลง

การเจริญเติบโตของเมล็ดได้มาจากการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์สุทธิ (P_g) ในระยะการเจริญเติบโตช่วงก่อนสิ้นสุดการสร้างฝัก และใช้ทั้ง P_g และโปรตีน สำหรับการ เจริญเติบโตหลังจากสิ้นสุดการสร้างฝัก (NDSET) ช่วงก่อนการสิ้นสุดการสร้างฝัก การเจริญเติบโตของเมล็ดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การเจริญเติบโตของเมล็ดขณะนั้นถูกจำกัดโดย CH_2O ที่นำมาใช้ หรือการสังเคราะห์แสงสุทธิที่เหลือจากใช้ในการหายใจ ต่อน้ำหนักของCH_2O ที่ใช้ในการสร้างน้ำหนักเมล็ด (PGNET/AGRSD1) และถูกจำกัดโดยอัตราส่วนที่มากที่สุดของน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก (เมล็ดรวมเปลือกฝัก) โดยไม่เกิน 78% ถ้าคาร์โบไฮเดรตที่ใช้มีไม่จำกัด อัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดและเปลือกฝักจะมากที่สุดเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24 องศาเซนเซียส และ 34 องศาเซนเซียส ซึ่งอัตราการเติบโตที่มากที่สุดของเมล็ด (SDMAXR) และเปลือกฝัก (SHMAXR) จะเป็นลักษณะประจำพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของแต่ละพันธุ์ไป และการเจริญเติบโตของเมล็ดและเปลือกฝักจะลดลง ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 24 องศาเซนเซียส หรือมากกว่า 34 องศาเซนเซียส และไม่มีการเจริญเติบโต ถ้าอุณหภูมิเท่ากับ 5 องศาเซนเซียส หรือ 45 องศาเซนเซียส

หลังจากสิ้นสุดการสร้างฝัก (NDSET) โปรตีนทั้งหมดจะถูกเคลื่อนย้าย เพื่อใช้ในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด ในตอนแรก การเจริญเติบโตของเมล็ดถูกจำกัดโดยสารสังเคราะห์แสงสุทธิต่อน้ำหนัก CH_2O ที่ต้องการช่วงสร้างเมล็ด (V5) (PGNET/AGRSD1) เมื่อสิ้นสุดการสร้างฝัก (V6) จะเป็นการเจริญเติบโตของเมล็ดที่ถูกจำกัดโดยสารสังเคราะห์แสงสุทธิต่อน้ำหนัก CH_2O ที่ต้องการในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด (PGNET/AGRSD2) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแหล่ง CH_2O (PGNET)มีไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของเมล็ด แต่จะมีโปรตีนบางส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงาน (CH_2O) เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของเมล็ด โดยสมมุติให้ 1 กรัมของโปรตีนจะผันแปรไปเป็น 0.68 กรัมของน้ำหนักเมล็ด ถ้า PGNET จะมีการเคลื่อนย้ายโปรตีนทั้งหมดไปเป็นน้ำหนักเมล็ด และ CH_2O ที่ได้มานั้น สามารถใช้ในการเจริญเติบโตของเมล็ด หรือส่วนอื่นๆ ของพืชได้

เมล็ดจะเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งถึง R-8 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การสังเคราะห์แสง และการเคลื่อนย้ายโปรตีน ตลอดจนผลกระทบต่างๆ(Stress) เช่น เมล็ดถูกทำลายหรือมีการขาดน้ำเกิดขึ้นจนทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง โปรตีนที่สามารถเคลื่อนย้ายลดลงเนื่องจากใบถูกทำลาย จำนวนเมล็ดลดลงเนื่องจากฝักถูกกัดกิน และศักยภาพการเจริญเติบโตของเมล็ดลดลง เนื่องจากแมลงเจาะดูดกินน้ำเลี้ยงของเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>การสังเคราะห์แสง</u> (Photosynthesis)

อัตราการสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับรังสีอาทิตย์ พื้นที่ทรงพุ่ม ปริมาณไนโตรเจนในใบ อุณหภูมิ และน้ำในดิน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

PG = PHFAC3*PTSMAX*PGFAC*AGEFAC*TPHFAC*SWFAC .....(51)

เมื่อ PHFAC3 = สัดส่วนของการสังเคราะห์แสงสุทธิที่ลดลง เนื่องจากปัจจัยในแปลงปลูก ที่ประกอบด้วย ปุ๋ยในดิน ความเป็นกรด-ด่าง และศัตรูพืชภายในดิน

PTSMAX = การสังเคราะห์แสงสูงสุดที่เป็นฟังก์ชั่นของรังสีอาทิตย์ ที่สามารถใช้ในการสังเคาะห์แสงรายวัน (PAR)

PGFAC = สัดส่วนการสังเคราะห์แสงที่ลดลงเนื่องจากพื้นที่ใบลดลง

AGEFAC = สัดส่วนการสังเคราะห์แสงที่ลดลงเนื่องจากการลดลงของไนโตรเจนในใบ

TPHFAC = สัดส่วนของการสังเคราะห์แสงที่ลดลง เมื่อุณหภูมิน้อยกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม

SWFAC = สัดส่วนของการสังเคราะห์แสงที่ลดลง เมื่อเกิดการขาดน้ำขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่าง PAR และ PTSMAX แสดงได้ดังนี้

PTSMAX = PHFAC1*PAR(N)+PHFAC2*PAR(N)**2 .....(52)

เมื่อ PHFAC1,PHFAC2 = ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงที่มากที่สุดกับ PAR

PAR(N) = รังสีอาทิตย์ที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ในวันหนึ่งๆ

จากสมการที่(52) PTSMAX จะผันแปรไปตาม นื้นที่ใบ ปริมาณไนโตรเจนในทรงพุ่ม อุณหภูมิ และ ปริมาณน้ำในดินที่เหมาะสม ตลอดจนความผันแปรของรังสีอาทิตย์ในวันหนึ่งๆ ซึ่งอาจมีทั้งท้องฟ้าแจ่มใส หรือมีเมฆปกคลุม (Ingram et al.,1981)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหายใจ (RESPIRATION)

การหายใจเพื่อการคงสภาพของพืช Wilkerson et al.(1983a) แสดงไว้ใน SOYGRO ดังนี้

$$R_M = R_O W_M + R_A P_G \quad .....(53)$$

เมื่อ R_O และ R_A คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดจากฟังก์ชั่นกำลังสองของอุณหภูมิ (quadratic temperature function) ของ McCree(1974) และ W_M คือน้ำหนักแห้งของพืชที่มีอยู่เดิม ซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักของราก ใบ ลำต้น เปลือกฝัก และน้ำหนักของเมล็ด

ส่วนการคำนวณประสิทธิภาพการเปลี่ยน CH_2O ไปเป็นน้ำหนักแห้งของพืช (E)นั้น ใช้หลักการคำนวณตาม Wilkerson et al.(1983a) โดย E คิดจาก CH_2O ที่สูญเสียไปในการหายใจเพื่อการคงสภาพพืช(G_r) และในการเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างของเนื้อเยื่อต่อหนึ่งโมเลกุลของคาร์บอน(ϕ) หรือ $E = 1/\phi + G_r$

การร่วงหล่น (Senescence)

การร่วงหล่นของใบเกิดขึ้นได้ตามอายุของพืช การขาดน้ำ และการเคลื่อนย้ายของโปรตีนก่อนสิ้นสุดการสร้างฝัก การคำนวณการร่วงหล่นอาศัยตารางของเปอร์เซนต์สะสมการร่วงหล่นของน้ำหนักใบ กับฟังก์ชั่นของการเจริญเติบโตทางลำต้น ในสภาพพืชที่ได้รับน้ำดี (การร่วงหล่นปรกติ) ตัวแปร WLPOS คือ น้ำหนักใบพืชที่เพิ่มขึ้นต่อตารางเมตร ในแต่ละวัน ถ้าไม่มีการร่วงหล่นหรือการทำลายของแมลงเกิดขึ้น การร่วงหล่นของใบที่เป็นปรกติเริ่มที่ V5 และเพิ่มขึ้นเป็น 12 % ที่ V14เมื่อเกิดการร่วงหล่นของใบ ทำให้น้ำหนักใบ พื้นที่ใบ และปริมาณโปรตีนสำหรับพืชลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าเกิดการขาดน้ำ การร่วงหล่นของใบอาจจะมากกว่าปรกติ การร่วงหล่นของใบจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการขาดน้ำ และอายุของใบ ที่ V3 ใบอาจจะเริ่มร่วงหล่นเมื่อเกิดการขาดน้ำ และหลังจาก V10 ใบจะร่วงหล่นถึง 60 % ของน้ำหนักใบทั้งหมด ถ้าเกิดการขาดน้ำที่รุนแรง ซึ่งพืชจะมีชีวิตอยู่ได้ โดยอาศัยใบที่เหลืออยู่ประมาณ 5ใบจากยอด หรือน้ำหนักใบที่เหลืออยู่ 40 % หลังจาก V10

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 7 ผลกระทบของ V-stage ต่อการร่วงหล่นที่เป็นปรกติของใบและการร่วงหล่นของใบเมื่อเกิดการขาดน้ำ ซึ่งค่าที่ใช้เป็นสัดส่วนของการสะสมการเจริญเติบโตของใบ

V-stage	สัดส่วนของการร่วงหล่นที่ปรกติ(SENPOR)	สัดส่วนของการร่วงหล่นเมื่อเกิดการขาดน้ำ(SENMAX)
3	0.00	0.00
5	0.00	0.20
10	----	0.60
14	0.12	----
30	0.12	0.60

SENDAY คือ ตัวแปรที่กำหนดสัดส่วนสูงสุดของน้ำหนักใบที่จะร่วงหล่น เมื่อเกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรง เช่น เมื่อการคายน้ำของพืชเท่ากับศักยภาพการคายน้ำที่แท้จริง (T/T_p = 1.0) การร่วงหล่นที่แท้จริงจะเกิดขึ้นอีก 4 วัน หลังจากที่เกิดการขาดน้ำ (ในช่วงเวลา 4 วัน)

หลังจากสิ้นสุดการสร้างฝัก(NDSET) โปรตีนที่สะสมจะเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ด และการร่วงหล่นของใบจะขึ้นอยู่กับโปรตีนที่สะสม ดังนั้นการร่วงหล่นของใบช่วงนี้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายโปรตีนสำหรับการเจริญเติบโตของเมล็ด สำหรับโปรตีนที่เหลืออยู่ในใบที่ร่วงหล่นเมื่อขาดน้ำ ให้ถือว่าโปรตีนนั้นสูญเสียไปพร้อมกับใบที่ร่วงหล่นนั้นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบดินและรากพืช (SOIL-ROOT SYSTEM)

สมดุลของน้ำในดิน (Soil Water balance)

แบบจำลองสมดุลของน้ำในดินที่เสนอโดย Ritchie (1984) ได้นำมาใช้ใน SOYGRO โดยใช้ข้อมูลทางดินและข้อมูลด้านภูมิอากาศ เป็นพื้นฐานในการคำนวณปริมาณน้ำในดินแต่ละวัน เช่น ปริมาณน้ำฝน น้ำชลประทาน การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน การซึมลึกหรือการชะล้างของน้ำภายในดิน การคายน้ำของพืช และการระเหยน้ำจากผิวดิน ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดิน

Ritchie (1985) ได้แบ่งดินออกตามความลึกเป็นส่วนๆ(สูงสุด = 10 ชั้น) ในแต่ละส่วนจะประกอบด้วยน้ำในดินและความหนาแน่นของรากพืชที่เปลี่ยนไปตามเวลา น้ำในดินในแต่ละชั้นดิน ผันแปรอยู่ระหว่างขีดพิกัดล่างของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (LL(L)) และจุดที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (SAT(L)) ถ้าน้ำในดินมีปริมาณมากกว่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่ขีดพิกัดบน(DUL(L)) จะเกิดการซึมลึกลงในดิน สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความชื้นภายในดิน(ɵ) ในแต่ละวันของดินชั้นที่ L คิดได้จาก

$$\theta = SW(L) - LL(L) \qquad .....(54)$$

เมื่อ SW(L) = น้ำในดินชั้นที่ L

การคายน้ำของพืช(ET)ขึ้นอยู่กับ ความยาวของรากพืช น้ำที่แพร่กระจายภายในดินและศักยภาพอัตราการคายระเหยน้ำ เป็นต้น แต่สิ่งที่สำคัญต่อการคายน้ำของพืช คือ ความสามารถของน้ำที่มาเสริมในระบบดินและรากพืช ซึ่งการเคลื่อนที่ของน้ำในดินไปยังรากพืชขึ้นอยู่กับ อัตราการดูดกลืนน้ำของรากต่อความยาวของรากพืช และความหนาแน่นของรากพืช ในขณะที่อัตราการซึมน้ำผ่านดินผันแปรไปตามปริมาณน้ำในดิน ดังนั้นการดูดกลืนน้ำควรถูกจำกัดโดยความยาวรากหรือน้ำที่มีอยู่ในดิน Ritchie(1984) ได้ใช้สมการการซึมน้ำที่คิดขึ้น $K = 10^{-6} \exp(62\ \theta)$ ในการคำนวณ conductivity สำหรับดินทุกชนิด เมื่อรวมกับสมการการไหล (radial flow equation) ทำให้ได้สมการของศักยภาพการดูดน้ำของรากพืชต่อความยาวของรากพืช คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$RWU(L) = \frac{SWCON1 * EXP(SWCON2 * (SW(L) - LL(L))}{SWCON3 - ALOG(RLV(L))} \quad .....(55)$$

เมื่อ SWCON1,SWCON2,SWCON3 = ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในสมการการดูดซับน้ำของรากพืช ที่มีค่า $2.67*10^{-3}$, 62 และ 6.68 ตามลำดับ สำหรับดินทุกชนิด

RLV(L) = ความหนาแน่นของรากพืชชั้นที่ L

<u>การเจริญเติบโตของราก</u> (Root Growth)

การเจริญเติบโตของรากที่ประกอบในแบบจำลองสมดุลของน้ำในดินของ Ritchie (1984) นั้น การเพิ่มความยาวของรากทั้งหมดขึ้นอยู่กับ การส่งคาร์โบไฮเดรตไปยังรากและอัตราส่วนของความยาวรากกับน้ำหนักแห้งของราก (RFAC1, ซม./ก.) การกระจายของรากพืชในชั้นดินต่างๆขึ้นอยู่กับความลึกของรากในขณะนั้น(RTDEP) น้ำในดินในชั้นต่างๆ และสัดส่วนการกระจายของน้ำหนักราก(WR(L)) ในสภาพที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ ซึ่งค่า WR(L) ในดินที่ต่างชนิดกันจะต่างกัน เนื่องจากการเจริญเติบโตของรากแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลทางพันธุกรรมของพืชนั้น หรือพันธุ์ที่ปลูก จากการทดสอบของ Jones et al.(1982) ที่ฟลอริด้าในดินทรายและดินร่วนปนทราย เพื่อหาอัตราความแตกต่างในการกระจายของรากถั่วเหลือง พบว่า สัดส่วนของความยาวรากที่เพิ่มขึ้นในดินชั้นดินหนึ่งๆ หรือการเจริญเติบโตของรากที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยการขาดน้ำของดินในชั้นนั้นๆ (SWDF(L)) กับ WR(L)ของดินชั้นนั้น เมื่อ [SWDF(L) * WR(L)] เป็นการเจริญเติบโตของรากพืชสำหรับชั้นที่ L SWDF(L)จะเป็นตัวลดการขยายรากพืชหรือการเพิ่มของรากพืชในชั้นที่L ถ้าปริมาณน้ำในชั้นที่ L นั้นน้อยกว่า 25 % ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ (ESW = DUL(L) - LL(L)) สำหรับการคำนวณการตายของราก(root senescence) ในชั้นที่ L ของดิน คิดได้จาก (1 - SWDF(L)) โดยให้ 0.01 เป็นค่าที่มากที่สุดของรากในชั้นที่ตายต่อวัน เมื่อปริมาณน้ำในชั้นนั้นต่ำกว่า 25 % ของความชื้นที่เป็นประโยชน์(ESW) ในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์ ความลึกรากที่เพิ่มขึ้นต่อวันทางสรีรวิทยา (RFAC2) ขึ้นอยู่กับ degree days โดยให้เท่ากับ 0.16 ซม./degree day ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความลึกของดิน(DEPMAX) และพารามิเตอร์ของพืชและดินด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำชลประทาน (Irrigation)

การให้น้ำชลประทานของแบบจำลอง SOYGRO สามารถกำหนดได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

(1) ใช้ตามวันที่ให้น้ำและปริมาณน้ำที่ให้ ตามข้อมูลสนามที่แท้จริง
(2) ให้แบบจำลองสมมุติว่า มีการให้น้ำชลประทาน เมื่อกำหนดความชื้นในดินว่ายอมให้ลดลงกี่เปอร์เซนต์ ถ้าความชื้นในดินลดลงถึงจุดนั้น จึงจะมีการให้น้ำชลประทาน

ทั้ง 2 วิธีการนี้ต้องมีประสิทธิภาพของน้ำที่ให้ (EFFIRR) แต่ละครั้ง และจำนวนวันในแต่ละรอบเวรการให้น้ำชลประทาน (CIRRAT) สำหรับ SOYGRO เวอร์ชั่น 5.41 ของ Jones et al.(1988) ผู้ทดสอบสามารถกำหนดให้ไม่มีการให้น้ำชลประทาน โดยปลูกพืชอาศัยเฉพาะน้ำฝน หรือกำหนดไม่ให้มีการขาดน้ำได้

ผลลัพธ์ที่ได้ (OUTPUT)

เมื่อได้ข้อมูลที่นำเข้า (INPUT) ในสภาพสนามที่แท้จริง ซึ่งแยกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ ข้อมูลด้านดิน (Soil profile data) ข้อมูลด้านภูมิอากาศ (Weather data) และข้อมูลที่ทำการทดลองในสนาม (Experiment data) สามารถเก็บข้อมูลเหล่านั้นเป็นแฟ้มข้อมูลตามภาคผนวก ก. ตารางที่ 8 เพื่อให้ SOYGRO สามารถอ่านข้อมูลเหล่านั้นได้ตามแบบฟอร์มของ DSSAT (IBSNAT,1986)

ตัวอย่างของ OUTPUT แสดงไว้ในภาคผนวก ข. โดยแสดงถึงพัฒนาของถั่วเหลืองที่ได้จากการทำนายของแบบจำลอง การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวัดในสนามกับการคาดคะเนของแบบจำลอง การแสดงรูปภาพการเจริญของถั่วเหลือง และการแสดงกราฟของตัวแปรที่วัดได้ในสนาม กับตัวแปรที่ได้จากการจำลองต่อเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 8 คำอธิบายเกี่ยวกับมาตรฐานของข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ที่ได้ตามแบบจำลองพืชของ IBSNAT

แฟ้มข้อมูล (File Variable Names)	คำอธิบาย
แฟ้มข้อมูลหลัก (Directory File)	
EXP.DIR	แฟ้มข้อมูลหลักของข้อมูลที่ทำการทดลอง
WTH.DIR	แฟ้มข้อมูลหลักของข้อมูลทางภูมิอากาศที่เป็นประโยชน์
SIM.DIR	แฟ้มข้อมูลหลักของการจำลองเกี่ยวกับการทดลองและแฟ้มข้อมูลหลักนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการแสดงผลทางรูปภาพและการวิเคราะห์ผลต่างๆ
แฟ้มข้อมูลนำเข้า (Input File)	
FILE 1	ข้อมูลภูมิอากาศรายวัน
FILE 2	คุณสมบัติของดิน
FILE 3	ยังไม่ได้ใช้เวลานี้
FILE 4	คุณสมบัติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน
FILE 5	สภาพของดินเมื่อเริ่มต้น
FILE 6	ข้อมูลการจัดการน้ำชลประทาน
FILE 7	ข้อมูลการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน
FILE 8	ข้อมูลการจัดการด้านพืช
FILE 9	ลักษณะประจำพันธุ์
FILE 10	ค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก. ตารางที่ 8 (ต่อ) คำอธิบายเกี่ยวกับมาตรฐานของข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ที่ได้ตามแบบจำลองพืชของ IBSNAT

แฟ้มข้อมูล (File Variable Names)	คำอธิบาย
แฟ้มการทดสอบด้วยข้อมูลที่ทำการวัด (Validation Files with Measured Data)	
FILE A	ข้อมูลที่ทำการวัดอย่างย่อๆ
FILE B	ข้อมูลที่ทำการวัดในฤดูกาลปลูกสำหรับสร้างกราฟ
แฟ้มผลลัพท์ที่ได้ (Output Files)	
OUT 1	การบันทึกข้อมูลของแบบจำลองพืช -การจำลองชีวมวล และสมดุลย์ของน้ำ ตามพัฒนาการของพืช -การเก็บเกี่ยวอย่างย่อๆ (การจำลองและการสังเกต)
OUT 2	การจำลองเกี่ยวกับตัวแปรของพืชกับเวลา
OUT 3	ตัวแปรทางภูมิอากาศและการจำลองสมดุลย์น้ำในดินกับเวลา
OUT 4	การจำลองเกี่ยวกับตัวแปรไนโตรเจนในดินกับเวลา
OUT 5	ยังไม่ใช้เวลานี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง SOYGRO

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลนำเข้าทางดิน (PRO.SB2)

```
33 sansai  COARSE-LOAMY, MIXED, TROPIC TROPAQUALFS
000.13 22.20  00.50  88.00  20.0  30.0 1.0  2.67E-03   62.0  6.68  0.04 1.00
   5.0  0.113  0.231  0.347  0.265  1.000  0.000  .00   .0   .0   .0   .00
   5.0  0.113  0.231  0.347  0.265  1.000  0.000  .00   .0   .0   .0   .00
  20.0  0.101  0.219  0.338  0.208   .150  0.000  .00   .0   .0   .0   .00
  20.0  0.093  0.209  0.327  0.220   .100  0.000  .00   .0   .0   .0   .00
  20.0  0.089  0.207  0.326  0.212   .100  0.000  .00   .0   .0   .0   .00
  20.0  0.085  0.204  0.327  0.215   .000  0.000  .00   .0   .0   .0   .00
  -1.   .0     .0     .0     .0     .0     .0     .0    .0   .0   .0   .0
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลนำเข้าทางภูมิอากาศ (THCM0106.W88)

WDATE	TMIN	TMAX	PRECIP	SOL_RAD	WET_BULB	DRY_BULB	WINDRUN
01-Jan-88	14.4	29.5	0.000	15.59	17.6	22.6	56.04
02-Jan-88	12.8	29.4	0.000	15.84	27.5	26.0	60.82
03-Jan-88	13.9	28.2	0.000	15.89	16.9	22.2	48.71
04-Jan-88	11.8	28.4	0.000	15.68	16.8	22.0	59.22
05-Jan-88	13.6	29.3	0.000	15.11	17.7	23.0	54.60
06-Jan-88	13.4	29.5	0.000	15.35	17.8	23.3	55.34
07-Jan-88	12.3	29.2	0.000	14.89	17.7	22.9	45.88
08-Jan-88	13.0	27.7	0.000	10.58	18.0	22.4	39.36
09-Jan-88	12.6	29.2	0.000	15.02	17.5	22.5	50.35
10-Jan-88	13.1	29.4	0.000	14.02	16.7	22.0	54.34
11-Jan-88	12.7	29.7	0.000	15.51	17.8	22.9	50.53
12-Jan-88	13.6	29.7	0.000	15.14	18.0	23.4	47.26
13-Jan-88	13.2	29.3	0.000	14.85	18.2	23.3	47.38
14-Jan-88	12.9	29.9	0.000	15.68	18.3	23.5	48.18
15-Jan-88	14.0	30.9	0.000	16.04	18.8	24.5	54.03
16-Jan-88	15.3	30.7	0.000	14.97	20.5	25.2	59.67
17-Jan-88	15.5	30.7	0.000	14.65	20.2	24.4	69.38
18-Jan-88	14.5	30.4	0.000	16.12	18.1	23.6	73.07
19-Jan-88	15.0	29.8	0.000	15.69	18.4	23.6	82.52
20-Jan-88	13.8	29.6	0.000	15.68	18.5	23.5	57.62
21-Jan-88	13.2	30.2	0.000	16.39	17.8	23.7	61.11
22-Jan-88	12.5	29.9	0.000	16.71	17.8	13.4	64.00
23-Jan-88	10.2	30.2	1.000	16.85	15.8	22.4	54.13
24-Jan-88	10.3	30.0	0.000	15.20	16.7	21.9	56.50
25-Jan-88	11.3	31.1	0.000	17.13	17.1	23.8	59.25
26-Jan-88	12.4	31.7	0.000	17.13	17.4	24.6	66.09
27-Jan-88	12.3	31.9	0.000	16.56	18.3	23.5	59.48
28-Jan-88	12.0	32.3	0.000	16.62	18.5	25.5	63.98
29-Jan-88	15.5	32.3	0.000	15.61	20.5	26.7	78.46
30-Jan-88	17.0	33.7	0.000	14.84	21.4	27.1	60.11
31-Jan-88	17.2	33.3	0.000	16.57	21.3	26.9	66.49
01-Feb-88	16.1	33.5	0.000	17.15	20.0	27.1	65.24
02-Feb-88	14.5	33.0	0.000	17.07	19.3	28.6	71.86
03-Feb-88	13.5	32.8	0.000	17.28	18.3	25.9	60.96
04-Feb-88	11.9	32.9	0.000	16.56	18.0	25.4	54.65
05-Feb-88	15.4	33.1	0.000	16.74	19.3	27.2	66.45
06-Feb-88	14.5	33.2	0.000	16.41	19.4	26.4	61.62
07-Feb-88	14.7	32.9	0.000	16.65	18.5	25.1	75.18
08-Feb-88	14.5	33.0	0.000	17.18	17.6	25.8	75.85

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

09-Feb-88	12.6	33.2	0.000	17.41	17.6	26.0	65.02
10-Feb-88	13.5	34.0	0.000	17.30	18.4	26.4	66.97
11-Feb-88	16.3	34.3	0.000	16.86	19.8	27.8	76.60
12-Feb-88	17.4	34.0	0.000	15.47	23.0	27.6	98.17
13-Feb-88	14.5	33.9	0.000	16.76	19.1	27.0	71.28
14-Feb-88	15.6	33.8	0.000	16.15	19.0	25.8	63.59
15-Feb-88	15.5	33.8	0.000	16.84	19.6	27.5	76.39
16-Feb-88	14.8	34.1	0.000	16.95	19.3	26.9	66.09
17-Feb-88	17.5	33.9	0.000	16.98	20.4	27.8	126.78
18-Feb-88	21.5	32.6	0.000	14.87	21.6	27.8	118.82
19-Feb-88	19.3	32.5	0.000	15.48	21.4	27.3	97.07
20-Feb-88	20.2	31.8	0.000	15.14	20.6	27.1	81.06
21-Feb-88	16.9	32.5	0.000	16.62	20.0	26.5	82.94
22-Feb-88	16.6	32.9	0.000	14.71	20.2	24.7	75.93
23-Feb-88	17.9	33.6	0.000	16.10	20.8	28.1	90.09
24-Feb-88	17.2	33.8	0.000	15.33	20.8	27.4	74.64
25-Feb-88	15.9	34.8	0.000	16.82	19.3	28.5	91.54
26-Feb-88	15.4	35.0	0.000	16.51	19.3	26.1	72.81
27-Feb-88	15.4	34.3	0.000	16.62	19.5	27.5	76.54
28-Feb-88	15.3	34.4	0.000	16.45	18.6	27.1	67.29
29-Feb-88	16.2	35.3	0.000	17.30	19.8	29.0	95.58
01-Mar-88	16.1	35.0	0.000	16.34	22.6	28.5	84.95
02-Mar-88	16.7	35.0	0.000	15.38	19.5	28.0	66.61
03-Mar-88	17.0	34.5	0.000	15.50	20.2	29.1	74.81
04-Mar-88	15.7	34.2	0.000	15.15	19.1	28.0	73.63
05-Mar-88	15.2	34.6	0.000	16.88	18.9	28.4	121.07
06-Mar-88	17.3	32.7	0.000	14.65	18.6	27.5	100.17
07-Mar-88	17.9	34.1	0.000	16.65	20.5	28.9	120.54
08-Mar-88	19.7	34.3	0.000	18.14	20.8	29.3	108.08
09-Mar-88	20.8	33.8	0.000	15.50	21.5	29.2	133.88
10-Mar-88	20.3	33.6	0.000	13.48	22.3	29.5	93.17
11-Mar-88	20.6	34.4	0.000	13.25	22.1	29.3	58.24
12-Mar-88	20.4	32.6	0.000	9.60	22.4	29.3	51.64
13-Mar-88	19.8	36.6	0.000	18.33	21.1	32.0	121.71
14-Mar-88	19.0	36.5	0.000	17.13	21.4	32.2	107.75
15-Mar-88	18.5	36.9	0.000	17.71	20.5	31.2	77.37
16-Mar-88	17.2	36.7	0.000	16.35	20.5	30.1	86.93
17-Mar-88	16.8	36.7	0.000	16.48	19.4	30.2	75.50
18-Mar-88	18.0	36.3	0.000	12.92	20.6	29.5	58.16
19-Mar-88	17.7	36.7	0.000	14.68	20.6	30.0	77.26
20-Mar-88	18.6	37.1	0.000	16.74	19.6	30.6	138.66
21-Mar-88	20.3	37.5	0.000	17.56	20.7	32.2	133.70
22-Mar-88	17.7	36.5	0.000	18.00	19.0	30.9	120.03
23-Mar-88	17.1	34.7	0.000	15.67	19.3	29.6	72.15
24-Mar-88	16.6	34.6	0.000	15.00	18.7	28.8	71.60
25-Mar-88	16.3	34.2	0.000	12.11	18.9	27.9	56.12
26-Mar-88	16.7	34.8	0.000	13.77	18.7	28.3	61.46
27-Mar-88	17.5	35.4	0.000	14.74	20.3	28.9	74.28
28-Mar-88	18.3	36.3	0.000	16.41	21.3	31.2	95.21
29-Mar-88	20.0	36.7	0.000	15.70	21.5	31.5	97.78
30-Mar-88	20.2	36.3	0.000	16.26	21.7	31.8	86.13
31-Mar-88	20.9	36.6	0.000	16.34	21.3	31.7	97.74
01-Apr-88	19.2	36.7	0.000	17.55	19.7	31.5	97.96
02-Apr-88	16.0	35.7	0.000	15.40	19.4	29.7	59.69
03-Apr-88	16.9	37.3	0.000	14.91	20.4	29.4	61.42
04-Apr-88	18.4	37.3	0.000	14.75	20.3	31.2	82.03

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

05-Apr-88	19.4	38.1	0.000	17.15	21.1	32.1	81.32
06-Apr-88	19.7	38.2	0.000	16.62	20.6	30.2	74.77
07-Apr-88	19.6	38.5	0.000	14.83	21.9	32.5	63.04
08-Apr-88	21.2	37.4	0.000	13.87	23.3	32.8	149.55
09-Apr-88	24.7	36.1	0.000	16.46	25.7	32.9	143.11
10-Apr-88	23.7	37.0	0.000	14.55	23.4	31.0	118.97
11-Apr-88	22.2	38.2	0.000	16.79	23.1	33.1	120.52
12-Apr-88	23.7	37.1	0.000	13.75	24.2	33.1	123.90
13-Apr-88	22.5	35.7	15.000	15.63	22.2	25.5	153.43
14-Apr-88	20.6	33.2	13.000	14.37	21.5	26.1	106.39
15-Apr-88	20.1	31.9	0.000	17.76	21.6	25.5	163.13
16-Apr-88	22.0	34.0	0.000	22.70	23.6	29.5	97.88
17-Apr-88	21.7	35.8	0.000	20.23	24.2	29.8	93.34
18-Apr-88	21.8	34.3	25.000	16.95	23.1	27.0	108.58
19-Apr-88	21.5	31.6	23.000	16.20	23.4	25.9	73.85
20-Apr-88	21.4	33.8	0.000	21.20	23.9	28.2	82.69
21-Apr-88	21.7	36.3	0.000	24.44	24.0	32.2	87.51
22-Apr-88	22.4	37.2	0.000	25.10	24.0	32.9	77.20
23-Apr-88	22.7	37.4	0.000	25.31	24.1	33.1	84.21
24-Apr-88	22.8	32.5	1.000	14.48	23.3	27.7	102.18
25-Apr-88	22.2	35.2	0.000	22.48	24.2	31.0	136.05
26-Apr-88	21.8	36.7	0.000	25.12	24.3	32.0	75.89
27-Apr-88	22.5	37.0	5.000	24.07	25.3	31.8	121.64
28-Apr-88	21.8	36.9	8.000	24.01	23.8	29.9	149.13
29-Apr-88	21.6	33.0	3.000	17.16	23.1	26.8	90.88
30-Apr-88	19.9	33.9	0.000	23.47	23.0	28.7	90.52
01-May-88	21.9	34.4	3.000	21.26	22.3	27.3	122.81
02-May-88	21.8	33.2	0.000	20.61	23.4	27.3	98.80
03-May-88	24.0	33.7	7.000	17.57	24.7	27.9	107.71
04-May-88	23.5	34.4	0.000	24.27	24.8	30.5	106.15
05-May-88	23.3	35.9	15.000	23.29	26.0	30.6	147.99
06-May-88	22.0	29.7	76.000	8.92	24.1	25.7	71.27
07-May-88	22.7	34.0	0.000	22.79	25.6	29.5	97.00
08-May-88	22.5	34.6	0.000	22.87	25.1	29.8	90.11
09-May-88	24.3	34.9	0.000	24.79	25.3	31.1	152.72
10-May-88	24.5	34.7	0.000	23.52	25.7	98.7	114.06
11-May-88	24.4	35.1	0.000	21.70	25.9	31.3	120.34
12-May-88	25.6	35.1	0.000	22.06	26.2	32.0	148.74
13-May-88	23.6	35.2	1.000	23.32	25.2	30.7	130.67
14-May-88	22.1	33.5	18.000	19.14	23.7	27.5	76.78
15-May-88	22.9	33.5	5.000	20.42	23.9	26.9	88.25
16-May-88	23.4	30.1	27.000	15.64	24.1	25.3	83.53
17-May-88	23.5	32.3	6.000	14.04	24.8	25.8	86.30
18-May-88	23.2	33.1	14.000	15.12	25.6	27.5	68.71
19-May-88	22.8	33.4	0.000	22.84	25.4	28.9	100.51
20-May-88	24.5	34.3	1.000	22.09	26.1	30.2	111.55
21-May-88	23.1	34.4	9.000	19.93	26.2	30.1	62.16
22-May-88	23.3	34.6	8.000	23.04	25.8	30.2	95.72
23-May-88	22.9	34.7	1.000	20.81	25.8	30.7	103.36
24-May-88	22.9	34.9	0.000	18.15	25.9	30.3	105.91
25-May-88	23.9	35.3	3.000	17.40	25.6	30.0	111.74
26-May-88	24.2	35.5	0.000	22.39	26.3	31.6	64.53
27-May-88	24.4	34.9	0.000	18.00	25.8	30.8	73.29
28-May-88	23.8	35.6	0.000	24.76	26.9	30.1	128.91
29-May-88	23.3	35.0	0.000	24.24	27.6	30.5	118.62
30-May-88	23.2	35.6	0.000	21.59	26.2	28.8	87.84

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

31-May-88	23.7	34.8	0.000	19.90	28.5	29.9	125.14
01-Jun-88	22.6	34.0	4.000	19.11	29.3	30.5	116.09
02-Jun-88	22.8	32.8	62.000	19.00	28.5	29.3	87.90
03-Jun-88	23.1	28.0	26.000	8.65	-99.0	-99.0	94.16
04-Jun-88	23.1	31.3	47.000	14.48	25.6	28.8	95.88
05-Jun-88	22.8	31.9	46.000	15.96	24.5	26.7	118.49
06-Jun-88	22.0	26.6	66.000	6.23	23.0	23.6	90.49
07-Jun-88	22.1	31.7	1.000	14.76	23.7	27.1	87.91
08-Jun-88	22.7	32.1	9.000	15.97	24.3	26.9	98.84
09-Jun-88	22.7	31.5	0.000	16.27	24.8	28.1	99.59
10-Jun-88	23.2	33.6	0.000	15.68	24.5	27.9	91.75
11-Jun-88	22.3	35.1	0.000	24.17	25.1	30.2	82.40
12-Jun-88	22.8	34.6	26.000	20.89	23.8	27.5	95.86
13-Jun-88	21.8	33.7	0.000	17.55	25.2	29.2	94.17
14-Jun-88	23.8	33.3	2.000	17.26	24.4	27.2	69.69
15-Jun-88	23.1	34.6	0.000	22.54	25.1	30.1	84.49
16-Jun-88	23.9	33.7	0.000	18.44	24.9	29.5	94.38
17-Jun-88	22.7	34.2	0.000	18.74	25.0	29.9	95.07
18-Jun-88	22.6	33.4	0.000	15.81	25.2	28.8	89.82
19-Jun-88	23.1	33.4	4.000	11.96	24.9	27.5	93.09
20-Jun-88	23.0	32.7	15.000	16.51	24.7	28.3	100.97
21-Jun-88	22.8	32.9	0.000	16.62	25.1	28.4	90.29
22-Jun-88	23.2	33.4	0.000	15.44	25.5	27.8	90.85
23-Jun-88	22.4	34.2	0.000	17.86	25.4	30.4	93.41
24-Jun-88	22.8	34.1	14.000	16.08	25.1	28.4	92.20
25-Jun-88	23.2	33.9	0.000	16.52	24.5	29.3	88.28
26-Jun-88	22.6	31.3	7.000	14.64	24.9	26.3	102.24
27-Jun-88	23.7	32.8	0.000	13.60	25.3	28.9	97.45
28-Jun-88	23.8	26.6	8.000	5.01	23.9	25.1	51.47
29-Jun-88	23.2	32.5	0.000	16.89	25.4	27.9	117.01
30-Jun-88	23.2	33.1	0.000	20.10	24.8	29.0	126.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ (GENETICS.SB9)

```
26 HARDEE          08                          VARIETY 1, MAT. GRP 8
 5.0 11.90  22.85 1.0                          VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
5.00  9.00 0.0 4.65 12.86 5.13 8.84 8.84 34.00 VARTHR(J),J=1,9
 42.98 12.00                                   VARTHR(J),J=10,11
 11.60   6.00  2.00 200.0  400.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.330 171.4 350.0                              TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 27 VICOJA          10                         VARIETY 1, MAT. GRP 10
 5.0 11.81  31.00 1.0                          VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
5.00  9.00 0.0 4.65 12.86 5.13 8.84 8.84 34.00 VARTHR(J),J=1,9
 42.98 12.00                                   VARTHR(J),J=10,11
 11.60   6.00  2.00 200.0  400.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.330 171.4 350.0                              TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 28 MG-00 GENERAL    00                        VARIETY 11,MAT. GRP 00
 5.0 09.00 1.01 1.0                            VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
5.000 09.00 0.00 6.86 12.86 6.1 10.51 17.00 34.00 VARTHR(J),J=1,9
 43.13  12.00                                  VARTHR(J),J=10,11
  9.50   6.00  2.20 150.0  300.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.380 173.47 360.0                             TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 29 MG-01 GENERAL    01                        VARIETY 11,MAT. GRP 01
 5.0 10.00 2.0  1.0                            VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
5.000 09.00 0.00 6.86 12.86 6.1 10.51 17.00 34.00 VARTHR(J),J=1,9
 43.13  12.00                                  VARTHR(J),J=10,11
  9.50   6.00  2.20 150.0  300.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.380 173.47 360.0                             TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 30 MG-02 GENERAL    02                        VARIETY 3,MAT. GRP 2
 5.0 10.50 2.25 1.0                            VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
5.00 09.00 0.00 6.86 12.86 6.1 10.51 17.00 34.00 VARTHR(J),J=1,9
 43.13 12.00                                   VARTHR(J),J=10,11
 11.00   6.0   2.20 150.0  300.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.350 188.37 350.0                             TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 31 MG-04 GENERAL    04                        VARIETY 3,MAT. GRP 4
 5.0 11.80 4.00 1.0                            VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
5.00 09.00 0.00 6.86 12.86 6.1 10.51 17.00 34.00 VARTHR(J),J=1,9
 43.13 12.00                                   VARTHR(J),J=10,11
 11.00   6.0   2.20 150.0  300.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.350 188.37 350.0                             TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 32 SJ.5             10                        VARIETY 1, MAT. GRP 10
  5.0 11.81  31.00 1.0                         VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
3.50 7.00 3.00 11.50 8.5 11.0 13.0 14.84 24.00 VARTHR(J),J=1,9
 42.00 12.00                                   VARTHR(J),J=10,11
 11.60   6.00  2.50 200.0  400.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.380 176.8 309.1                              TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
 33 OCB              10                        VARIETY 1, MAT. GRP 10
  5.0 11.81  31.00 1.0                         VARN1,VARNO,VARTH,VARDH
3.50 6.50 3.00 11.50 5.0 5.13 7.0 10.00 20.00  VARTHR(J),J=1,9
 38.00 10.00                                   VARTHR(J),J=10,11
 11.60   6.00  2.70 200.0  400.0               SHVAR,SDVAR,SDPDVR,PODVAR,FLWVAR
0.380 165.0 290.3                              TRIFOL,SIZELF,SLAVAR
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลอง SOYGRO

File OUT1.SB

SOYGRO V5.41

INPUT SUMMARY RUN NO. 1 SIMULATION BEGINS : JAN 2

INST_ID: MC SITE_ID: CM EXPT_NO: 01 YEAR: 1988 TRT_NO: 1
EXPERIMENT : SJ.5, OCB, Irrigate, planting date
TREATMENT : W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari
WEATHER SET : MCC (18.5N,98.6E), CHU 1988
VARIETY : SJ.5 MATURITY GROUP : 10
IRRIGATION : ACCORDING TO THE FIELD SCHEDULE
PLANTING DATE: JAN 2 PLANTS/M2: 36.39 ROW SPACING: .400m PLANT SPACING: .069m

SOIL PROFILE DATA COARSE-LOAMY, MIXED, IROPIC TROPAQUALFS
SOIL ALBEDO : .13 U:22.2 SWCON: .50 CURVE NO.: 88.0 PHFAC3:1.00

DEPTH-m	LL	DUL	SAT	EXTR	INIT	ROOT	KSAT
.00- .05	.113	.231	.347	.118	.265	1.000	.000
.05- .10	.113	.231	.347	.118	.265	1.000	.000
.10- .30	.101	.219	.338	.118	.208	.150	.000
.30- .50	.093	.209	.327	.116	.220	.100	.000
.50- .70	.089	.207	.326	.118	.212	.100	.000
.70- .90	.085	.204	.327	.119	.215	.000	.000
SUM mm	84.9	190.9	298.3	106.0	197.5		

RUN NO. 1 SIMULATION OUTPUT

MC CM 1988 W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 2	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 8	6	EMERGENCE	23.	.03	.1	11.	0.	11.	0.	0.	.000	.000
JAN 14	12	UNIFOLIOL.	47.	.08	1.1	23.	1.	24.	0.	38.	.000	.000
JAN 19	17	END JUVEN.	107.	.21	2.3	26.	3.	29.	0.	38.	.000	.000
FEB 2	31	FLOWER IND	612.	1.05	5.6	46.	22.	68.	1.	114.	.000	.000
FEB 15	44	FLOWERING	1804.	2.73	8.9	61.	56.	117.	1.	152.	.000	.000
FEB 27	56	FIRST POD	3319.	4.16	12.3	70.	94.	164.	1.	190.	.000	.000
FEB 29	58	FULL POD	3591.	4.13	12.8	71.	101.	172.	1.	228.	.000	.000
MAR 2	60	END LEAF	3872.	4.08	13.4	73.	108.	180.	1.	228.	.000	.000
MAR 11	69	END POD	5164.	3.80	13.4	79.	136.	215.	1.	266.	.000	.000
MAR 30	88	PHYS. MAT	6601.	2.67	13.4	99.	197.	295.	1.	380.	.000	.000
APR 11	100	HARV. MAT	5013.	.18	13.4	120.	221.	342.	1.	456.	.000	.000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

RUN NO. 1

MC CM 1988 M1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	46	45
FIRST POD	58	0
FULL POD	60	60
PHYSIOL. MATURITY	90	103
POD YLD (KG/HA)	3640.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	2770.00	2537.00
SHELLING PERCENTAGE	76.10	.00
WT. PER SEED (G)	.100	.127
SEED NUMBER (SEED/M2)	2767.00	1992.00
SEEDS/POD	2.50	2.00
MAXIMUM LAI	4.16	4.35
BIOMASS (KG/HA) AT R8	5010.00	6465.00
STALK (KG/HA) AT R8	1290.00	-9.00
HARVEST INDEX	.553	.392

Irrigation Summary

12 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	18	30	40	50	57	65	71	78	85	92	100
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 2770.0 KG/HA [41.2 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

File OUT2.SB

SOYGRO V5.41

RUN 1 W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari
INST_ID: NC SITE_ID: CH EXPT_NO: 01 YEAR: 1989 RN_NO: 1
EXPERIMENT : SJ.5, OCD, Irrigate, planting date
TREATMENT : W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari
WEATHER SET : NCC (18.5N,98.6E), CHU 1989
SOIL TYPE : C-LOAMY, MIXED, ISOPIC TROPAQUALFS
VARIETY : SJ.5 MATURITY GROUP : 10
IRRIGATION : ACCORDING TO THE FIELD SCHEDULE

JUL	---------- DAILY ----------						PERIOD			SOIL WATER CONTENT W/DEPTH								TOTAL
DAY	EP	EI	EO	SR	PHOTOP	MAX	MIN	RAIN	IRRIG	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	PESW
2	.0	3.9	3.9	15.84	10.92	29.4	12.8	.0	.0	.180	.238	.217	.214	.209	.209	.000	.000	106.0
3	.0	3.9	3.9	15.89	10.92	28.2	13.9	.0	.0	.114	.223	.217	.212	.209	.207	.000	.000	101.0
5	.0	.5	3.7	15.11	10.93	29.5	13.6	.0	.0	.084	.209	.216	.212	.209	.207	.000	.000	98.6
7	.0	.4	3.6	14.89	10.94	29.2	12.3	.0	.0	.082	.199	.215	.211	.209	.207	.000	.000	97.7
9	.1	.4	3.7	15.02	10.96	29.2	12.6	.0	.0	.081	.192	.213	.211	.209	.207	.000	.000	96.9
11	.2	.5	3.8	15.51	10.97	29.7	12.7	.0	.0	.080	.186	.211	.211	.209	.207	.000	.000	96.0
13	.1	3.6	3.6	14.85	10.99	29.3	13.2	.0	38.0	.160	.246	.235	.218	.212	.207	.000	.000	109.8
15	.3	3.4	4.0	16.04	11.00	30.9	14.0	.0	38.0	.085	.214	.222	.211	.210	.206	.000	.000	99.7
17	.4	.9	3.7	14.65	11.02	30.7	15.5	.0	38.0	.082	.196	.218	.211	.210	.206	.000	.000	97.9
19	.6	3.0	3.9	15.69	11.04	29.8	15.0	.0	38.0	.080	.190	.214	.211	.210	.206	.000	.000	96.0
21	.4	4.0	4.0	16.39	11.06	30.2	13.2	.0	76.0	.161	.241	.235	.218	.212	.207	.000	.000	109.5
23	1.1	3.5	4.0	16.85	11.08	30.2	10.2	1.0	76.0	.084	.201	.220	.212	.210	.207	.000	.000	99.2
25	1.4	1.7	4.1	17.13	11.10	31.1	11.3	1.0	76.0	.080	.172	.213	.209	.209	.206	.000	.000	95.0
27	1.6	1.8	4.0	16.56	11.13	31.9	12.3	1.0	76.0	.076	.159	.203	.205	.203	.206	.000	.000	91.4
29	1.8	2.0	3.9	15.61	11.15	32.3	15.5	1.0	76.0	.072	.151	.192	.201	.207	.206	.000	.000	87.5
31	2.3	2.4	4.2	16.57	11.18	33.3	17.2	1.0	76.0	.077	.144	.179	.195	.205	.205	.000	.000	83.0
33	1.7	4.2	4.2	17.07	11.20	33.0	14.5	1.0	114.0	.190	.229	.223	.208	.206	.205	.000	.000	104.8
35	1.7	4.0	4.0	16.56	11.23	32.9	11.9	1.0	114.0	.112	.185	.205	.206	.206	.205	.000	.000	96.4
37	3.0	3.2	4.0	16.41	11.26	33.2	14.5	1.0	114.0	.078	.154	.203	.201	.202	.205	.000	.000	89.1
39	3.3	3.4	4.1	17.18	11.29	33.0	14.5	1.0	114.0	.077	.144	.187	.193	.197	.205	.000	.000	82.4
41	3.5	3.6	4.2	17.50	11.32	34.0	13.5	1.0	114.0	.077	.137	.170	.183	.190	.205	.000	.000	75.3
43	2.3	3.8	3.8	15.47	11.35	34.0	17.4	1.0	152.0	.212	.227	.220	.202	.188	.204	.000	.000	99.9
45	2.5	3.9	3.9	16.15	11.38	33.8	15.6	1.0	152.0	.161	.177	.212	.198	.186	.204	.000	.000	92.0
47	2.6	4.1	4.1	16.95	11.41	34.1	14.6	1.0	152.0	.115	.152	.200	.192	.182	.203	.000	.000	83.9
49	2.7	3.7	3.7	14.87	11.44	32.6	21.5	1.0	152.0	.077	.144	.186	.185	.178	.202	.000	.000	76.1
51	3.5	3.7	3.7	15.14	11.47	31.6	20.2	1.0	152.0	.077	.137	.170	.175	.169	.201	.000	.000	68.2
53	2.8	3.5	3.5	14.21	11.51	32.9	16.6	1.0	190.0	.228	.227	.217	.194	.167	.201	.000	.000	93.9
55	3.0	3.7	3.7	15.33	11.54	33.8	17.2	1.0	190.0	.188	.180	.211	.189	.164	.200	.000	.000	86.3
57	3.4	4.2	4.2	16.51	11.57	35.0	15.4	1.0	190.0	.152	.149	.198	.183	.160	.199	.000	.000	78.0
59	3.3	4.0	4.0	16.45	11.61	34.4	15.3	1.0	228.0	.264	.264	.259	.199	.157	.198	.000	.000	100.2
61	3.4	4.1	4.1	16.34	11.64	35.0	16.1	1.0	228.0	.198	.195	.218	.206	.163	.197	.000	.000	91.7
63	3.2	3.8	3.8	15.50	11.68	34.5	17.0	1.0	228.0	.159	.156	.208	.200	.161	.196	.000	.000	83.9
65	3.4	4.1	4.1	16.38	11.71	34.6	15.2	1.0	228.0	.130	.145	.193	.191	.157	.195	.000	.000	76.1
67	3.5	4.1	4.1	16.65	11.75	34.1	17.9	1.0	266.0	.262	.264	.257	.205	.155	.194	.000	.000	99.6
69	3.1	3.8	3.8	15.50	11.78	33.8	20.8	1.0	266.0	.196	.197	.216	.206	.165	.194	.000	.000	91.2
71	2.7	3.3	3.3	13.25	11.82	34.4	20.6	1.0	266.0	.162	.161	.210	.201	.163	.193	.000	.000	84.6
73	4.1	5.2	5.2	18.33	11.85	36.6	19.8	1.0	304.0	.253	.260	.247	.217	.171	.192	.000	.000	106.1
75	4.0	5.0	5.0	17.71	11.89	36.9	18.5	1.0	304.0	.181	.186	.219	.207	.195	.192	.000	.000	96.2
77	3.6	4.6	4.6	16.48	11.92	36.7	16.8	1.0	304.0	.139	.150	.206	.200	.187	.192	.000	.000	87.1
79	3.1	4.1	4.1	14.68	11.96	36.7	17.7	1.0	304.0	.106	.144	.192	.192	.183	.192	.000	.000	79.4
81	5.9	5.2	5.2	17.56	12.00	37.5	20.3	1.0	342.0	.286	.216	.224	.207	.178	.192	.000	.000	100.5
83	2.9	3.9	3.9	15.67	12.03	34.7	17.1	1.0	342.0	.155	.163	.232	.204	.174	.192	.000	.000	91.5
85	2.2	3.0	3.0	12.11	12.07	34.2	16.3	1.0	342.0	.121	.152	.201	.198	.169	.192	.000	.000	84.8
87	2.8	3.9	3.9	14.74	12.10	35.4	17.5	1.0	380.0	.258	.269	.241	.212	.190	.192	.000	.000	108.5
89	3.2	4.5	4.5	15.70	12.14	36.7	20.0	1.0	380.0	.180	.196	.219	.207	.205	.192	.000	.000	99.4
91	3.2	4.7	4.7	16.34	12.17	36.6	20.9	1.0	380.0	.128	.154	.208	.201	.199	.192	.000	.000	90.2
93	3.6	4.1	4.1	15.40	12.21	35.7	16.0	1.0	380.0	.077	.144	.193	.193	.192	.192	.000	.000	81.0
95	1.8	4.5	4.5	14.15	12.25	37.3	18.4	1.0	418.0	.193	.231	.227	.209	.206	.199	.000	.000	104.0
97	2.6	5.1	5.4	16.62	12.28	38.2	19.7	1.0	418.0	.092	.177	.216	.205	.203	.202	.000	.000	93.4
99	1.5	1.8	4.4	13.87	12.32	37.4	21.2	1.0	418.0	.078	.159	.208	.201	.200	.202	.000	.000	89.2
101	1.1	1.3	4.7	14.55	12.35	37.0	23.7	1.0	418.0	.078	.154	.200	.198	.197	.202	.000	.000	86.3
102	.5	5.7	5.7	16.79	12.37	38.2	22.2	1.0	456.0	.193	.277	.245	.216	.205	.202	.000	.000	112.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

File OUT3.SB

SOILGRO V5.41

RUN 1 W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari
INSTITUTE: MC SITE ID: CM EXPT NO: 01 YEAR: 1988 TRT NO: 1
EXPERIMENT : SJ.5, OCB, Irrigate, planting date
TREATMENT : W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari
WEATHER STA : MCC (18.5N,98.6E), CMU 1968
SOIL TYPE : I JOAMY, MIXED, ISOPIC HAPLUSTALFS
VARIETY : SJ.5 MATURITY GROUP : 10
IRRIGATION : ACCORDING TO THE FIELD SCHEDULE

JUL DAY	VST-AGE	LAI	PODS NO	STEM WT	SEED WT	LEAF WT	CANO-PY WT	POD WT	SHELL WT	ROOT WT	SEED NO	FILLED %	SHELL %	SLA	HAT %	WATER STRESS	ROOT LENGTH DENSITY L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
2	.00	.00	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	.0	.0	159.0	4.70	1.00	.07	.07	.03	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	.0	.0	159.0	4.70	1.00	.07	.07	.03	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	.0	.0	159.0	4.70	1.00	.07	.07	.03	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	.0	.0	159.0	4.70	1.00	.07	.07	.03	.00	.00	.00	.00	.00
9	.29	.04	0.	4.	0.	21.	25.	0.	0.	23.	0.	.0	.0	170.1	4.70	1.00	.07	.07	.03	.00	.00	.00	.00	.00
11	.61	.05	0.	6.	0.	26.	32.	0.	0.	28.	0.	.0	.0	192.2	4.70	1.00	.07	.11	.04	.00	.00	.00	.00	.00
13	.95	.07	0.	8.	0.	33.	41.	0.	0.	36.	0.	.0	.0	212.1	4.70	1.00	.10	.14	.04	.00	.00	.00	.00	.00
15	1.34	.10	0.	11.	0.	44.	55.	0.	0.	47.	0.	.0	.0	229.8	4.70	1.00	.10	.21	.05	.00	.00	.00	.00	.00
17	1.84	.15	0.	16.	0.	60.	76.	0.	0.	61.	0.	.0	.0	250.0	4.70	1.00	.10	.31	.07	.00	.00	.00	.00	.00
19	2.32	.21	0.	25.	0.	82.	107.	0.	0.	82.	0.	.0	.0	261.1	4.70	1.00	.07	.43	.09	.01	.00	.00	.00	.00
21	2.78	.29	0.	37.	0.	108.	146.	0.	0.	106.	0.	.0	.0	264.5	4.70	1.00	.20	.55	.10	.02	.00	.00	.00	.00
23	3.20	.36	0.	54.	0.	139.	193.	0.	0.	133.	0.	.0	.0	262.1	4.70	1.00	.19	.70	.12	.04	.00	.00	.00	.00
25	3.60	.45	0.	75.	0.	174.	249.	0.	0.	163.	0.	.0	.0	261.4	4.70	1.00	.18	.87	.15	.05	.00	.00	.00	.00
27	4.05	.57	0.	104.	0.	216.	320.	0.	0.	201.	0.	.0	.0	262.5	4.70	1.00	.18	1.09	.18	.08	.01	.00	.00	.00
29	4.53	.71	0.	139.	0.	264.	403.	0.	0.	244.	0.	.0	.0	267.8	4.70	1.00	.17	1.32	.22	.10	.03	.00	.00	.00
31	5.08	.86	0.	183.	0.	315.	498.	0.	0.	291.	0.	.0	.0	277.9	4.70	1.00	.17	1.56	.25	.13	.05	.00	.00	.00
33	5.61	1.05	0.	237.	0.	375.	612.	0.	0.	346.	0.	.0	.0	284.1	4.70	1.00	.18	1.74	.28	.14	.07	.00	.00	.00
35	6.09	1.24	0.	302.	0.	443.	745.	0.	0.	408.	0.	.0	.0	290.3	4.70	1.00	.19	2.01	.32	.17	.10	.00	.00	.00
37	6.59	1.46	0.	375.	0.	517.	893.	0.	0.	475.	0.	.0	.0	282.8	4.70	1.00	.17	2.36	.37	.21	.13	.00	.00	.00
39	7.10	1.70	0.	461.	0.	601.	1061.	0.	0.	547.	0.	.0	.0	283.8	4.70	1.00	.15	2.74	.43	.26	.17	.00	.00	.00
41	7.58	1.96	0.	560.	0.	693.	1253.	0.	0.	626.	0.	.0	.0	293.0	4.70	1.00	.13	3.14	.49	.29	.22	.00	.00	.00
43	8.13	2.20	0.	667.	0.	786.	1453.	0.	0.	703.	0.	.0	.0	286.2	4.70	1.00	.11	3.42	.53	.32	.25	.00	.00	.00
45	8.66	2.57	0.	795.	0.	886.	1681.	0.	0.	778.	0.	.0	.0	290.3	4.70	1.00	1.99	3.69	.57	.34	.28	.00	.00	.00
47	9.19	2.89	0.	943.	0.	988.	1931.	0.	0.	855.	0.	.0	.0	291.7	4.70	1.00	1.22	4.03	.62	.38	.31	.00	.00	.00
49	9.77	3.22	0.	1073.	0.	1092.	2175.	0.	0.	931.	0.	.0	.0	293.5	4.70	1.00	1.17	4.46	.67	.42	.36	.00	.00	.00
51	10.37	3.55	0.	1246.	0.	1212.	2429.	0.	0.	1008.	0.	.0	.0	302.9	4.70	1.00	1.13	4.86	.75	.46	.40	.00	.00	.00
53	10.92	3.84	0.	1414.	0.	1261.	2675.	0.	0.	1074.	0.	.0	.0	304.3	4.70	1.00	1.50	5.16	.79	.49	.43	.00	.00	.00
55	11.48	4.04	0.	1563.	0.	1345.	2926.	0.	0.	1182.	0.	.0	.0	309.6	4.70	1.00	1.59	5.46	.84	.53	.46	.00	.00	.00
57	12.02	4.14	0.	1763.	0.	1426.	3189.	0.	0.	1276.	0.	.0	.0	290.5	4.70	1.00	2.27	5.78	.87	.56	.50	.00	.00	.00
59	12.56	4.15	766.	1940.	0.	1497.	3452.	14.	14.	1368.	0.	.0	.0	277.4	4.70	1.00	2.55	6.13	.94	.59	.53	.00	.00	.00
61	13.11	4.10	566.	2089.	0.	1550.	3732.	94.	94.	1441.	0.	.0	.0	264.7	4.70	1.00	3.01	6.43	.98	.62	.57	.00	.00	.00
63	13.39	4.08	866.	2199.	0.	1593.	4034.	242.	242.	1485.	0.	.0	.0	255.9	4.70	1.00	3.28	6.62	1.01	.64	.59	.00	.00	.00
65	13.39	4.09	1137.	2287.	0.	1633.	4364.	444.	444.	1509.	263.	.0	.0	242.7	4.70	1.00	3.40	6.74	1.03	.66	.60	.00	.00	.00
67	13.39	4.03	1413.	2304.	50.	1628.	4671.	739.	689.	1474.	901.	.0	6.7	247.6	4.69	1.00	3.32	6.78	1.04	.66	.61	.00	.00	.00
69	13.39	3.92	1717.	2278.	175.	1584.	4958.	1096.	921.	1459.	1561.	.0	15.9	247.6	4.69	1.00	3.33	6.68	1.02	.65	.60	.00	.00	.00
71	13.39	3.80	1841.	2249.	377.	1535.	5164.	1380.	1003.	1422.	2233.	.0	27.3	247.6	4.47	1.00	3.26	6.51	.99	.63	.58	.00	.00	.00
73	13.39	3.68	1736.	2220.	636.	1487.	5327.	1620.	984.	1386.	2217.	.0	39.3	247.6	4.32	1.00	3.18	6.37	.97	.62	.57	.00	.00	.00
75	13.39	3.56	1420.	2191.	945.	1438.	5540.	1911.	966.	1352.	2768.	.0	49.4	247.6	4.16	1.00	3.12	6.23	.95	.61	.56	.00	.00	.00
77	13.39	3.44	1107.	2162.	1239.	1391.	5749.	2196.	957.	1320.	2768.	1.8	56.4	247.6	4.00	1.00	3.05	6.10	.93	.59	.54	.00	.00	.00
79	13.39	3.32	1107.	2134.	1495.	1342.	5918.	2442.	947.	1285.	2768.	1.8	61.2	247.6	3.82	1.00	2.94	5.97	.91	.58	.53	.00	.00	.00
81	13.39	3.20	1107.	2105.	1764.	1294.	6099.	2701.	937.	1254.	2768.	8.4	65.3	247.6	3.64	1.00	2.87	5.85	.89	.57	.52	.00	.00	.00
83	13.39	3.09	1107.	2076.	2019.	1246.	6268.	2946.	928.	1222.	2768.	8.4	68.5	247.6	3.43	1.00	2.81	5.72	.87	.56	.51	.00	.00	.00
85	13.39	2.97	1107.	2047.	2229.	1199.	6393.	3147.	918.	1191.	2768.	19.3	70.8	247.6	3.21	1.00	2.75	5.60	.85	.54	.50	.00	.00	.00
87	13.39	2.85	1107.	2019.	2419.	1151.	6498.	3328.	909.	1162.	2768.	19.3	72.7	247.6	2.98	1.00	2.65	5.49	.84	.53	.49	.00	.00	.00
89	13.39	2.73	1107.	1990.	2584.	1103.	6576.	3484.	900.	1134.	2768.	31.2	74.2	247.6	2.72	1.00	2.59	5.31	.82	.52	.48	.00	.00	.00
91	13.39	2.61	1107.	1859.	2709.	850.	6309.	3600.	890.	1104.	2768.	43.6	75.3	247.6	2.44	1.00	2.52	5.25	.80	.51	.47	.00	.00	.00
93	13.39	1.51	1107.	1692.	2768.	530.	5872.	3650.	882.	1074.	2768.	43.6	75.8	247.6	2.09	1.00	2.42	5.14	.78	.50	.46	.00	.00	.00
95	13.39	.84	1107.	1581.	2773.	339.	5568.	3645.	874.	1053.	2768.	43.6	76.0	247.6	2.00	1.00	2.31	5.03	.77	.49	.45	.00	.00	.00
97	13.39	.54	1107.	1490.	2778.	217.	5352.	3645.	868.	1028.	2768.	43.6	76.2	247.6	2.00	1.00	2.28	4.92	.75	.48	.44	.00	.00	.00
99	13.39	.34	1107.	1408.	2778.	139.	5192.	3645.	861.	1002.	2768.	43.6	76.2	247.6	2.00	1.00	2.19	4.82	.74	.47	.43	.00	.00	.00
101	13.39	.22	1107.	1332.	2778.	89.	5066.	3645.	867.	975.	2768.	43.6	76.2	247.6	2.00	1.00	2.09	4.70	.72	.46	.42	.00	.00	.00
102	13.39	.18	1107.	1297.	2778.	71.	5013.	3645.	867.	963.	2768.	43.6	76.2	247.6	2.00	1.00	2.07	4.65	.71	.45	.42	.00	.00	.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 6 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก ของพันธุ์ OCB ในวันปลูกที่ 1

MC CM 1988 W1 Irrigation;P1 Planting date;OCB Varie

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 2	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 8	6	EMERGENCE	22.	.03	.1	11.	0.	11.	0.	0.	.000	.000
JAN 13	11	UNIFOLIOL.	39.	.06	1.1	20.	0.	20.	0.	38.	.000	.000
JAN 18	16	END JUVEN.	81.	.15	2.3	26.	2.	28.	0.	38.	.000	.000
FEB 1	30	FLOWER IND	492.	.79	5.6	44.	18.	62.	1.	114.	.000	.000
FEB 9	38	FLOWERING	1020.	1.49	7.6	54.	36.	90.	1.	114.	.000	.000
FEB 15	44	FIRST POD	1575.	2.08	9.1	63.	51.	114.	1.	152.	.000	.000
FEB 17	46	FULL POD	1792.	2.14	9.7	65.	57.	122.	1.	152.	.000	.000
FEB 20	49	END LEAF	2137.	2.13	10.6	66.	67.	132.	1.	152.	.000	.000
MAR 1	59	END POD	3257.	1.93	10.6	81.	92.	173.	1.	228.	.000	.000
MAR 20	78	PHYS. MAT	4354.	1.38	10.6	111.	139.	250.	1.	342.	.000	.000
MAR 30	88	HARV. MAT	3530.	.14	10.6	133.	152.	285.	1.	380.	.000	.000

RUN NO. 2

MC CM 1988 W1 Irrigation;P1 Planting date;OC8 Varie

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	40	40
FIRST POD	46	0
FULL POD	48	48
PHYSIOL. MATURITY	80	83
POD YLD (KG/HA)	2820.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	2160.00	1545.00
SHELLING PERCENTAGE	76.60	.00
WT. PER SEED (G)	.096	.121
SEED NUMBER (SEED/M2)	2261.00	1280.00
SEEDS/POD	2.70	2.00
MAXIMUM LAI	2.14	2.49
BIOMASS (KG/HA) AT R8	3530.00	3995.00
STALK (KG/HA) AT R8	640.00	-9.00
HARVEST INDEX	.612	.387

Irrigation Summary

10 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	18	30	40	50	57	65	71	78	85
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 2160.0 KG/HA [32.2 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 7 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก ของพันธุ์ สจ.5 ในวันปลูกที่ 2

MC CM 1988 . W1 Irrigation;P2 Planting date;SJ.5 Vari

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 22	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 28	6	EMERGENCE	23.	.03	.1	12.	0.	12.	1.	0.	.000	.000
FEB 2	11	UNIFOLIOL.	45.	.08	1.1	22.	1.	23.	1.	38.	.000	.000
FEB 7	16	END JUVEN.	106.	.21	2.4	27.	3.	30.	1.	38.	.000	.000
FEB 20	29	FLOWER IND	578.	1.08	5.9	41.	23.	64.	1.	76.	.000	.001
MAR 3	41	FLOWERING	1642.	2.66	9.2	61.	52.	112.	1.	152.	.000	.000
MAR 15	53	FIRST POD	3072.	4.04	12.7	71.	89.	160.	1.	228.	.000	.000
MAR 17	55	FULL POD	3333.	4.00	13.3	73.	96.	169.	1.	228.	.000	.000
MAR 19	57	END LEAF	3586.	3.94	13.9	74.	102.	177.	1.	228.	.000	.000
MAR 28	66	END POD	4839.	3.66	13.9	82.	133.	214.	1.	304.	.000	.000
APR 27	96	PHYS. MAT	7184.	2.60	13.9	119.	246.	365.	83.	418.	.000	.000
MAY 9	108	HARV. MAT	5797.	.17	13.9	154.	273.	427.	195.	418.	.006	.036

RUN NO. 3

MC CM 1988 W1 Irrigation;P2 Planting date;SJ.5 Vari

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	63	-9
FIRST POD	75	0
FULL POD	77	75
PHYSIOL. MATURITY	118	118
POD YLD (KG/HA)	4370.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	3490.00	2056.00
SHELLING PERCENTAGE	79.86	.00
WT. PER SEED (G)	.139	.122
SEED NUMBER (SEED/M2)	2507.00	1692.00
SEEDS/POD	2.50	2.00
MAXIMUM LAI	4.04	4.90
BIOMASS (KG/HA) AT R8	5790.00	6228.00
STALK (KG/HA) AT R8	1350.00	-9.00
HARVEST INDEX	.603	.330

Irrigation Summary

11 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	20	30	37	45	51	58	65	72	80	86
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 3490.0 KG/HA [51.9 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 8 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก ของพันธุ์ OCB ในวันปลูกที่ 2

HC CM 1988 W1 Irrigation;P2 Planting date;OCB Varie

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 22	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 28	6	EMERGENCE	21.	.03	.1	12.	0.	12.	1.	0.	.000	.000
FEB 1	10	UNIFOLIOL.	34.	.06	1.1	18.	0.	18.	1.	38.	.000	.000
FEB 6	15	END JUVEN.	77.	.14	2.3	26.	2.	29.	1.	38.	.000	.000
FEB 19	28	FLOWER IND	455.	.79	5.8	41.	17.	58.	1.	76.	.000	.000
FEB 26	35	FLOWERING	883.	1.43	7.8	53.	31.	84.	1.	114.	.000	.000
MAR 3	41	FIRST POD	1407.	2.00	9.4	63.	45.	108.	1.	152.	.000	.000
MAR 5	43	FULL POD	1612.	2.04	9.9	65.	51.	116.	1.	152.	.000	.000
MAR 8	46	END LEAF	1959.	2.03	10.8	68.	60.	128.	1.	190.	.000	.000
MAR 18	56	END POD	2952.	1.82	10.8	85.	85.	169.	1.	228.	.000	.000
APR 6	75	PHYS. MAT	4000.	1.32	10.8	117.	134.	252.	1.	342.	.000	.000
APR 16	85	HARV. MAT	3257.	.14	10.8	142.	150.	292.	29.	380.	.000	.000

RUN NO. 4

HC CM 1988 W1 Irrigation;P2 Planting date;OCB Varie

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	57	-9
FIRST POD	63	0
FULL POD	65	65
PHYSIOL. MATURITY	97	104
POD YLD (KG/HA)	2610.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	2010.00	1659.00
SHELLING PERCENTAGE	77.01	.00
WT. PER SEED (G)	.095	.142
SEED NUMBER (SEED/M2)	2121.00	1167.00
SEEDS/POD	2.70	2.00
MAXIMUM LAI	2.04	3.66
BIOMASS (KG/HA) AT R8	3250.00	4970.00
STALK (KG/HA) AT R8	580.00	-9.00
HARVEST INDEX	.618	.334

Irrigation Summary

10 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	20	30	37	45	51	58	65	72	80
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 2010.0 KG/HA [29.9 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 9 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพขาดน้ำระยะสร้างเมล็ด ของพันธุ์ สจ.5 ในวันปลูกที่ 1

MC CM 1988 W2 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 2	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 8	6	EMERGENCE	22.	.03	.1	11.	0.	11.	0.	0.	.000	.000
JAN 14	12	UNIFOLIOL.	46.	.08	1.1	23.	1.	24.	0.	38.	.000	.000
JAN 19	17	END JUVEN.	104.	.21	2.3	26.	3.	29.	0.	38.	.000	.000
FEB 2	31	FLOWER IND	604.	1.04	5.6	46.	22.	68.	1.	114.	.000	.000
FEB 15	44	FLOWERING	1789.	2.70	8.9	61.	56.	117.	1.	152.	.000	.000
FEB 27	56	FIRST POD	3301.	4.13	12.3	70.	94.	164.	1.	190.	.000	.000
FEB 29	58	FULL POD	3574.	4.10	12.8	71.	101.	172.	1.	228.	.000	.000
MAR 2	60	END LEAF	3855.	4.05	13.4	73.	107.	180.	1.	228.	.000	.000
MAR 11	69	END POD	5146.	3.78	13.4	78.	136.	214.	1.	228.	.000	.000
MAR 30	88	PHYS. MAT	4695.	1.71	13.4	86.	170.	256.	1.	266.	.482	.567
APR 11	100	HARV. MAT	3529.	.12	13.4	101.	190.	290.	1.	304.	.025	.066

RUN NO. 5

MC CM 1988 W2 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	46	45
FIRST POD	58	0
FULL POD	60	60
PHYSIOL. MATURITY	90	94
POD YLD (KG/HA)	2240.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	1410.00	1295.00
SHELLING PERCENTAGE	62.95	.00
WT. PER SEED (G)	.051	.079
SEED NUMBER (SEED/M2)	2766.00	1647.00
SEEDS/POD	2.50	2.00
MAXIMUM LAI	4.13	4.15
BIOMASS (KG/HA) AT R8	3520.00	4608.00
STALK (KG/HA) AT R8	1230.00	-9.00
HARVEST INDEX	.401	.281

Irrigation Summary

8 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	18	30	40	50	57	85	92
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 1410.0 KG/HA [21.0 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 10 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพขาดน้ำระยะสร้างเมล็ด ของพันธุ์ OCB ในวันปลูกที่ 1

MC CM 1988 W2 Irrigation;P1 Planting date;OCB Varie

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 2	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 8	6	EMERGENCE	22.	.03	.1	11.	0.	11.	0.	0.	.000	.000
JAN 13	11	UNIFOLIOL.	38.	.06	1.1	20.	0.	20.	0.	38.	.000	.000
JAN 18	16	END JUVEN.	80.	.15	2.3	26.	2.	28.	0.	38.	.000	.000
FEB 1	30	FLOWER IND	489.	.79	5.6	44.	17.	61.	1.	114.	.000	.000
FEB 9	38	FLOWERING	1015.	1.49	7.6	54.	36.	90.	1.	114.	.000	.000
FEB 15	44	FIRST POD	1568.	2.07	9.1	63.	51.	114.	1.	152.	.000	.000
FEB 17	46	FULL POD	1785.	2.13	9.7	65.	57.	122.	1.	152.	.000	.000
FEB 20	49	END LEAF	2128.	2.12	10.6	66.	67.	132.	1.	152.	.000	.000
MAR 1	59	END POD	2944.	1.90	10.6	66.	94.	160.	1.	152.	.223	.336
MAR 20	78	PHYS. MAT	2666.	.79	10.6	81.	120.	202.	1.	228.	.433	.506
MAR 30	88	HARV. MAT	2126.	.08	10.6	91.	131.	222.	1.	228.	.000	.000

RUN NO. 6

MC CM 1988 W2 Irrigation;P1 Planting date;OCB Varie

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	40	40
FIRST POD	46	0
FULL POD	48	48
PHYSIOL. MATURITY	80	76
POD YLD (KG/HA)	1470.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	920.00	867.00
SHELLING PERCENTAGE	62.59	.00
WT. PER SEED (G)	.041	.102
SEED NUMBER (SEED/M2)	2255.00	850.00
SEEDS/POD	2.70	2.00
MAXIMUM LAI	2.13	2.03
BIOMASS (KG/HA) AT R8	2120.00	2736.00
STALK (KG/HA) AT R8	600.00	-9.00
HARVEST INDEX	.434	.317

Irrigation Summary

6 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	18	30	40	71	78
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 920.0 KG/HA [13.7 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 11 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพขาดน้ำระยะสร้างเมล็ด ของพันธุ์ สจ.5 ในวันปลูกที่ 2

MC CM 1988 W2 Irrigation;P2 Planting date;SJ.5 Vari

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 22	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 28	6	EMERGENCE	21.	.03	.1	12.	0.	12.	1.	0.	.000	.000
FEB 2	11	UNIFOLIOL.	42.	.08	1.1	22.	1.	23.	1.	38.	.000	.000
FEB 7	16	END JUVEN.	100.	.20	2.4	27.	3.	30.	1.	38.	.000	.000
FEB 20	29	FLOWER IND	559.	1.05	5.9	41.	22.	63.	1.	76.	.000	.001
MAR 3	41	FLOWERING	1605.	2.60	9.2	61.	51.	112.	1.	152.	.000	.000
MAR 15	53	FIRST POD	3028.	3.97	12.7	72.	88.	159.	1.	228.	.000	.000
MAR 17	55	FULL POD	3290.	3.93	13.3	73.	95.	168.	1.	228.	.000	.000
MAR 19	57	END LEAF	3542.	3.88	13.9	75.	101.	176.	1.	228.	.000	.000
MAR 28	66	END POD	4741.	3.59	13.9	78.	135.	212.	1.	228.	.028	.072
APR 27	96	PHYS. MAT	4554.	1.47	13.9	110.	208.	318.	83.	304.	.317	.356
MAY 9	108	HARV. MAT	3618.	.10	13.9	149.	227.	375.	195.	304.	.000	.000

RUN NO. 7

MC CM 1988 W2 Irrigation;P2 Planting date;SJ.5 Vari

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	63	-9
FIRST POD	75	0
FULL POD	77	75
PHYSIOL. MATURITY	118	114
POD YLD (KG/HA)	2400.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	1630.00	1116.00
SHELLING PERCENTAGE	67.92	.00
WT. PER SEED (G)	.065	.082
SEED NUMBER (SEED/M2)	2504.00	1358.00
SEEDS/POD	2.50	2.00
MAXIMUM LAI	3.97	4.39
BIOMASS (KG/HA) AT R8	3610.00	3975.00
STALK (KG/HA) AT R8	1170.00	-9.00
HARVEST INDEX	.452	.281

Irrigation Summary

8 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	20	30	37	45	51	80	86
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 1630.0 KG/HA [24.3 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. ตารางที่ 12 การจำลองการปลูกถั่วเหลืองในสภาพขาดน้ำระยะสร้างเมล็ดของพันธุ์ OCB ในวันปลูกที่ 2

HC CM 1988 W2 Irrigation;P2 Planting date;OCB Varie

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 22	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 28	6	EMERGENCE	21.	.03	.1	12.	0.	12.	1.	0.	.000	.000
FEB 1	10	UNIFOLIOL.	35.	.06	1.1	18.	0.	18.	1.	38.	.000	.000
FEB 6	15	END JUVEN.	77.	.14	2.3	26.	2.	29.	1.	38.	.000	.000
FEB 19	28	FLOWER IND	457.	.79	5.8	41.	17.	58.	1.	76.	.000	.000
FEB 26	35	FLOWERING	886.	1.44	7.8	53.	31.	84.	1.	114.	.000	.000
MAR 3	41	FIRST POD	1412.	2.00	9.4	63.	46.	108.	1.	152.	.000	.000
MAR 5	43	FULL POD	1618.	2.05	9.9	65.	51.	116.	1.	152.	.000	.000
MAR 8	46	END LEAF	1965.	2.03	10.8	68.	60.	128.	1.	190.	.000	.000
MAR 18	56	END POD	2960.	1.83	10.8	84.	85.	169.	1.	228.	.000	.000
APR 6	75	PHYS. MAT	3477.	1.11	10.8	86.	129.	215.	1.	228.	.338	.416
APR 16	85	HARV. MAT	2753.	.11	10.8	109.	135.	245.	29.	266.	.297	.332

RUN NO. 8

HC CM 1988 W2 Irrigation;P2 Planting date;OCB Varie

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	57	-9
FIRST POD	63	0
FULL POD	65	65
PHYSIOL. MATURITY	97	97
POD YLD (KG/HA)	2200.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	1590.00	1073.00
SHELLING PERCENTAGE	72.27	.00
WT. PER SEED (G)	.075	.067
SEED NUMBER (SEED/M2)	2126.00	1602.00
SEEDS/POD	2.70	3.00
MAXIMUM LAI	2.05	3.71
BIOMASS (KG/HA) AT R8	2750.00	3678.00
STALK (KG/HA) AT R8	500.00	-9.00
HARVEST INDEX	.578	.292

Irrigation Summary

7 IRRIGATION APPLICATIONS @ 1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE	10	20	30	37	45	51	80
AMOUNT,mm	38.	38.	38.	38.	38.	38.	38.

SOYBEAN YIELD : 1590.0 KG/HA [23.7 BU/ACRE]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.

ข้อมูลประกอบการทดลอง

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 1 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับรังสีอาทิตย์

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ(OM) (%)	โครงสร้าง	การสะท้อนกลับ
OM > 10	ดินทุกชนิด	0.08
10 > OM > 5	ดินทุกชนิด	0.11
5 > OM > 2	ดินทุกชนิด	0.13
2 > OM	ดินเหนียวปนทราย,ดินร่วนเหนียวตะกอน, ดินเหนียวตะกอน,ดินเหนียว	0.12
"	ดินร่วนปนทราย,ดินร่วน,ดินร่วนเหนียว, ดินร่วนเหนียวปนทราย,ดินทรายหยาบร่วน, ดินทรายหยาบ,ดินทราย	0.13
"	ดินร่วนตะกอน,ดินตะกอน	0.14
"	ดินร่วนปนทรายละเอียด	0.15
"	ดินทรายร่วน,ดินร่วนปนทรายหยาบ	0.16
"	ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก	0.17
"	ดินทรายละเอียดร่วน,ดินทรายละเอียดมากร่วน	0.18
"	ดินทรายละเอียด,ดินทรายละเอียดมาก	0.19

ที่มา: Ritchie et al.,1986. CERES-Maize. หน้า 34

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 2 กลุ่มของดินที่ใช้ในการประเมินค่า runoff curve number (CN2)

กลุ่มดิน	คำอธิบาย
A	ศักยภาพการไหลบ่าของน้ำผ่านผิวดินต่ำ ประกอบด้วยชั้นดินทรายที่ลึก มีดินตะกอนและดินเหนียวเล็กน้อย สามารถเปลี่ยนเป็นชั้นดินที่มีสีเหลืองได้อย่างรวดเร็ว
B	ศักยภาพการไหลบ่าของน้ำผ่านผิวดินปานกลาง มีชั้นดินทรายที่ลึกน้อยกว่าดินกลุ่ม A แต่กลุ่มนี้มีค่าการซึมน้ำผ่านผิวดินมากกว่าค่าเฉลี่ย หลังจากที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ
C	ศักยภาพการไหลบ่าของน้ำผ่านผิวดินปานกลาง ชั้นดินตื้น และประกอบด้วยดินเหนียวและอนุภาคดิน แต่น้อยกว่ากลุ่ม D กลุ่มนี้มีการซึมน้ำผ่านผิวดินน้อยกว่าค่าเฉลี่ย หลังจากที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ
D	ศักยภาพการไหลบ่าของน้ำผ่านผิวดินสูงมาก ประกอบด้วยดินเหนียวเป็นส่วนมาก ดินกลุ่มนี้ประกอบด้วยชั้นดินที่ตื้นที่ไม่คงทนใกล้ผิวดิน

ที่มา : USDA, Soil conservation Service, 1972.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 3 การประมาณค่าของกราฟแสดงการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน

การใช้ที่ดิน	การปฏิบัติ	สถานะทาง Hydrologic	Hydrolic Soil Group			
			A	B	C	D
แถวปลูกพืช	แถวตรง	เลว	72	81	88	91
	แถวตรง	ดี	67	78	85	89
	ตามแนวระดับ	เลว	70	79	84	88
	ตามแนวระดับ	ดี	65	75	82	86
	ขั้นบันได	เลว	66	74	80	82
	ขั้นบันได	ดี	62	71	78	81

ที่มา : USDA, Soil conservation Service, 1972.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 4 น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในสภาพการปลูกที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก

จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 1		จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 2	
	การทำนาย	วัดได้จริง		การทำนาย	วัดได้จริง
	<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->			<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->	
29	498.00	138.91	23	296.00	153.75
36	977.00	334.38	30	641.00	259.69
43	1681.00	737.97	37	1206.00	525.00
50	2547.50	1195.63	44	2007.50	836.56
57	3452.00	1197.91	51	2818.00	1783.75
64	4517.50	2594.84	58	3750.00	3587.97
74	5644.50	4976.09	65	4723.00	3918.44
81	6268.00	5466.09	72	5443.50	5330.79
88	6442.50	5742.81	79	6055.00	7213.13
99	5066.00	5862.66	86	6588.00	7600.00
102		6315.47	89	6796.00	8492.04
105		6365.47	93	7031.00	7099.22
108		5464.50	96	7030.00	7101.56
			100	6422.50	6433.13
			104	6033.00	6227.85

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 5 น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในสภาพการปลูกที่มีการขาดน้ำในระยะสร้างเมล็ด

จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 1		จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 2	
	การทำนาย	วัดได้จริง		การทำนาย	วัดได้จริง
	<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->			<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->	
29	491.00	146.10	23	284.00	131.79
36	966.00	388.28	30	621.00	217.19
43	1666.00	648.91	37	1175.00	544.69
50	2523.00	1202.35	44	1967.50	1152.82
57	3434.00	1993.91	51	2560.00	1859.85
64	4499.50	3068.91	58	3706.00	2958.28
67	4940.00	4175.94	65	4679.00	4365.94
74	5345.50	4793.28	72	4658.00	4629.07
81	4945.00	5384.22	79	4170.00	4370.94
88	4593.00	4373.91	82	4203.50	3750.94
95	3800.00	4919.38	86	4360.50	4874.69
99	3574.00	4607.50	89	4466.00	4290.79
			93	4542.00	4042.35
			96	4471.50	4246.88
			100	4052.50	3975.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 6 แสดงสมการการวิเคราะห์การเจริญเติบโต (Crop Growth Rate) ของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในสภาพการปลูกที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก

วันปลูก		สมการการเจริญเติบโต	
2 มค. 31	การทำนาย	$Y = 109.60X - 2790.70$,	$R^2 = 0.988$
	วัดได้จริง	$Y = 93.11X - 2944.23$,	$R^2 = 0.952$
22 มค. 31	การทำนาย	$Y = 99.69X - 2171.84$,	$R^2 = 0.982$
	วัดได้จริง	$Y = 135.85X - 4220.48$,	$R^2 = 0.950$

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 7 แสดงสมการการวิเคราะห์การเจริญเติบโต (Crop Growth Rate) ของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในสภาพการปลูกที่มีการขาดน้ำในระยะสร้างเมล็ด

วันปลูก		สมการการเจริญเติบโต	
2 มค. 31	การทำนาย	$Y = 119.14X - 3269.72$,	$R^2 = 0.991$
	วัดได้จริง	$Y = 110.73X - 3741.32$,	$R^2 = 0.945$
22 มค. 31	การทำนาย	$Y = 112.92X - 2870.68$,	$R^2 = 0.992$
	วัดได้จริง	$Y = 102.33X - 2878.42$,	$R^2 = 0.939$

Y = น้ำหนักแห้ง X = จำนวนวันหลังปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 (OCB) ในสภาพการปลูกที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก

จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 1		จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 2	
	การทำนาย	วัดได้จริง		การทำนาย	วัดได้จริง
	<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->			<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->	
29	443.00	210.00	23	259.00	195.00
36	863.00	417.81	30	556.50	312.50
43	1473.00	848.59	37	1046.00	507.97
50	2268.50	1470.94	44	1721.00	1166.41
57	3092.00	2174.06	51	2057.00	1793.44
64	3672.50	3519.53	65	3598.00	3448.12
74	4246.50	3929.53	72	3924.00	3297.03
81	3943.00	4651.25	79	3549.00	4348.91
88	3530.00	3995.45	82	3367.50	4169.38
			85	3257.00	4428.28
			91		3952.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 9 น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 (OCB) ในสภาพการปลูกที่มีน้ำการขาดน้ำในระยะสร้างเมล็ด

จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 1		จำนวนวันหลังปลูก (วัน)	วันปลูกที่ 2	
	การทำนาย	วัดได้จริง		การทำนาย	วัดได้จริง
	<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->			<-- กก.ต่อเฮกตาร์ -->	
29	441.00	223.29	23	261.00	153.13
36	858.50	327.19	30	559.50	335.47
43	1466.00	747.845	37	1050.00	790.47
50	2260.00	1198.75	44	1727.00	1356.88
57	2935.00	1752.66	51	2515.00	2223.91
64	2829.50	2846.25	58	3119.50	4053.13
74	2649.50	2688.44	72	3593.00	4359.38
81	2401.00	2736.41	79	3010.00	3678.40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 10 แสดงสมการการวิเคราะห์การเจริญเติบโต (Crop Growth Rate)ของถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 (OCB) ในสภาพการปลูกที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก

วันปลูก		สมการการเจริญเติบโต	
2 มค. 31	การทำนาย	Y = 84.38X - 2057.02,	R^2 = 0.984
	วัดได้จริง	Y = 91.93X - 2834.44,	R^2 = 0.971
22 มค. 31	การทำนาย	Y = 78.87X - 1775.28,	R^2 = 0.985
	วัดได้จริง	Y = 105.19X - 3451.62,	R^2 = 0.995

ภาคผนวก ค. ตารางที่ 11 แสดงสมการการวิเคราะห์การเจริญเติบโต (Crop Growth Rate)ของถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 (OCB) ในสภาพการปลูกที่มีการขาดน้ำในระยะสร้างเมล็ด

วันปลูก		สมการการเจริญเติบโต	
2 มค. 31	การทำนาย	Y = 86.79X - 2193.06,	R^2 = 0.994
	วัดได้จริง	Y = 103.26X - 3728.15,	R^2 = 0.946
22 มค. 31	การทำนาย	Y = 90.83X - 2219.80,	R^2 = 0.988
	วัดได้จริง	Y = 114.37X - 3091.91,	R^2 = 0.924

Y = น้ำหนักแห้ง X = จำนวนวันหลังปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์การปลูกถั่วเหลืองโดยแบบจำลอง SOYGRO

```
                    SOYGRO V5.41

        J. W. Jones, K. J. Boote, S. S. Jagtap, G. G. Wilkerson,
            G. Hoogenboom, J. W. Mishoe, and V. K. Chang

          Agricultural Engineering and Agronomy Department
                      University of Florida
                      Gainesville, Florida

    SOYGRO is a process oriented soybean growth and yield model
originally developed at the University of Florida to study irrigation
and pest management decisions. The model has been revised and adopted
for use in the International Benchmark Site Network for Agrotechnology
Transfer (IBSNAT) project, a US AID research program administered by the
University of Hawaii. This version has input and output data structure
compatible with the Decision Support System of IBSNAT which establishes
a linkage between the model, experimental data, and other crop model
applications now under development. Users can simulate specific
experiments for validation and also change model inputs for sensitivity
analysis in adapting it for their own uses.

                        ===> PRESS [ RETURN ] KEY TO CONTINUE
```

	CASE STUDY EXPERIMENTS	INST. ID	SITE ID	EXPT. NO	YEAR
1)	WAYNE, IRRIGATED & NON-IRRIGATED	IU	CA	01	1979
2)	SJ.5, OCB, Irrigate, planting date	MC	CM	01	1988
3)	BRAGG, IRRIGATED & NON-IRRIGATED	UF	GA	01	1978
4)	BRAGG, IRRIGATED & NON-IRRIGATED	UF	GA	01	1979
5)	COBB, IRRIGATED, VEG. & REPROD. STRESS	UF	GA	01	1981
6)	Bragg, two water regimes	UF	GA	01	1984
7)	COBB, IRRIGATED & NON-IRRIGATED	UF	GA	01	1985
8)	BRAGG, WELL IRRIGATED	UF	QU	01	1979

```
1] <=== CASE STUDY SELECTED
   <--- NEW SELECTION?
2
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
2J
TRT                                              INST.  SITE  EXPT.
NO.  SJ.S, OCB, Irrigate, planting date           ID     ID    NO   YEAR
---  ---------------------------------------     ----   ----  ----  ----
 1)  W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari MC     CM    01   1988
 2)  W1 Irrigation;P1 Planting date;OCB Varie MC     CM    01   1988
 3)  W1 Irrigation;P2 Planting date;SJ.5 Vari MC     CM    01   1988
 4)  W1 Irrigation;P2 Planting date;OCB Varie MC     CM    01   1988
 5)  W2 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari MC     CM    01   1988
 6)  W2 Irrigation;P1 Planting date;OCB Varie MC     CM    01   1988
 7)  W2 Irrigation;P2 Planting date;SJ.5 Vari MC     CM    01   1988
 8)  W2 Irrigation;P2 Planting date;OCB Varie MC     CM    01   1988

1]  <=== TREATMENT SELECTED
    <--- NEW SELECTION?

2J  WHAT WOULD YOU LIKE TO DO ?

 0)   RUN SIMULATION.
 1)   SELECT SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS.
 2)   SELECT SIMULATION OUTPUT OPTIONS.

<=== CHOICE? < DEFAULT = 0 >

1
```

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS.

Following options are initially assigned values according to the case study and treatment selected. With these default values you will be able to validate the simulation results. You change the default values to evaluate alternate management strategies or make tactical decisions. If you choose not to change any of the current selections, Press ⏎ in response to questions. NOTE: THIS MESSAGE WILL NOT BE REPEATED

Press ⏎ to continue

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
2J
 MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS CHOICES
 =========================================

 0. RETURN TO THE MENU
 1. Variety Selection  .........[ No. 32
 2. Simulation/Planting Date.....[ JAN  2/JAN 2
 3. Planting Density.............[  36.39 PLANTS/M2
 4. Irrigation Strategy..........[ No.  2
 5. Soil Type....................[ No. 33
 6. Weather data Selection.......[ THCM0106.W88

 <-- ENTER CHOICE [ DEFAULT = 0]



2J
INPUT SUMMARY      RUN NO.   1         SIMULATION BEGINS : JAN  2

INST_ID: MC  SITE_ID: CM  EXPT_NO: 01  YEAR: 1988  TRT_NO:  1
EXPERIMENT   : SJ.5, OC8, Irrigate, planting date
TREATMENT    : W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari
WEATHER SET  : MCC         (18.5N,98.6E), CMU     1988
VARIETY      : SJ.5              MATURITY GROUP : 10
IRRIGATION   : ACCORDING TO THE FIELD SCHEDULE
PLANTING DATE: JAN  2 PLANTS/M2: 36.39 ROW SPACING: .400m PLANT SPACING: .069m

SOIL PROFILE DATA  COARSE-LOAMY, MIXED, TROPIC TROPAQUALFS
SOIL ALBEDO  :  .13  U:22.2  SWCON:  .50  CURVE NO.: 88.0  PHFAC3:1.00
  DEPTH-m      LL     DUL    SAT   EXTR   INIT   ROOT   KSAT
  .00-  .05  .113    .231   .347   .118   .265  1.000   .000
  .05-  .10  .113    .231   .347   .118   .265  1.000   .000
  .10-  .30  .101    .219   .338   .118   .208   .150   .000
  .30-  .50  .093    .209   .327   .116   .220   .100   .000
  .50-  .70  .089    .207   .326   .118   .212   .100   .000
  .70-  .90  .085    .204   .327   .119   .215   .000   .000
          ---------------------------------
    SUM mm   84.9   190.9  298.3  106.0  197.5
                                  Press < RETURN > key to continue
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

RUN NO. 1 SIMULATION OUTPUT

MC CM 1988 W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIOMASS KG/HA	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS ES mm	EP mm	ET mm	RAIN mm	IRRIG mm	DROUGHT STRESS PHOTO	TURGOR
JAN 2	0	SOWING	0.	.00	.0	4.	0.	4.	0.	0.	.000	.000
JAN 8	6	EMERGENCE	23.	.03	.1	11.	0.	11.	0.	0.	.000	.000
JAN 14	12	UNIFOLIOL.	47.	.08	1.1	23.	1.	24.	0.	38.	.000	.000
JAN 19	17	END JUVEN.	107.	.21	2.3	26.	3.	29.	0.	38.	.000	.000
FEB 2	31	FLOWER IND	612.	1.05	5.6	46.	22.	68.	1.	114.	.000	.000
FEB 15	44	FLOWERING	1804.	2.73	8.9	61.	56.	117.	1.	152.	.000	.000
FEB 27	56	FIRST POD	3319.	4.16	12.3	70.	94.	164.	1.	190.	.000	.000
FEB 29	58	FULL POD	3591.	4.13	12.8	71.	101.	172.	1.	228.	.000	.000
MAR 2	60	END LEAF	3872.	4.08	13.4	73.	108.	180.	1.	228.	.000	.000
MAR 11	69	END POD	5164.	3.80	13.4	79.	136.	215.	1.	266.	.000	.000
MAR 30	88	PHYS. MAT	6601.	2.67	13.4	99.	197.	295.	1.	380.	.000	.000
APR 11	100	HARV. MAT	5013.	.18	13.4	120.	221.	342.	1.	456.	.000	.000

Press < RETURN > key to continue

2J

RUN NO. 1

MC CM 1988 W1 Irrigation;P1 Planting date;SJ.5 Vari

	PREDICTED	MEASURED
FLOWERING DATE	46	45
FIRST POD	58	0
FULL POD	60	60
PHYSIOL. MATURITY	90	103
POD YLD (KG/HA)	3640.00	-9.00
SEED YLD (KG/HA)	2770.00	2537.00
SHELLING PERCENTAGE	76.10	.00
WT. PER SEED (G)	.100	.127
SEED NUMBER (SEED/M2)	2767.00	1992.00
SEEDS/POD	2.50	2.00
MAXIMUM LAI	4.16	4.35
BIOMASS (KG/HA) AT R8	5010.00	6465.00
STALK (KG/HA) AT R8	1290.00	-9.00
HARVEST INDEX	.553	.392

Press < RETURN > key to continue

Press < RETURN > key to continue

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
2J

        Irrigation Summary
        ==================

12 IRRIGATION APPLICATIONS @  1.00 EFFICIENCY.

CROP AGE   10   18   30   40   50   57   65   71   78   85   92  100
AMOUNT,mm  38.  38.  38.  38.  38.  38.  38.  38.  38.  38.  38.  38.

        SOYBEAN YIELD :  2770.0 KG/HA [   41.2 BU/ACRE ]


2J
   RUN FMD HAT TLOSS MSV MSR TOnup MIR IRRmm WSV WSR  CEF CRAIN BIOM SOYL PDYL
       Day Day Kg/ha        Kg/ha  %   mm             mm    mm T/ha T/ha T/ha
S8   1  44  89    0.  .0  .0   0.  12  456. .00 .00  342.    1.  5.0  2.8  3.6

 MORE SIMULATIIONS ?
 (===  Y OR N? (DEFAULT "Y")
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นายวิถี มณีวรรณ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 4 มิถุนายน 2507
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จ.เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2525 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น ปีการศึกษา 2529
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนสนับสนุนการศึกษาจากโครงการพัฒนาพืชน้ำมัน ผ่านทางศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระยะเวลา 24 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2530-พฤษภาคม 2532

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved