รายงานความก้าวหน้า
การศึกษาพัฒนาการของอ้อยตอ2

บุญมี ศิริ อิสรี เก่งนอก และ สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์
ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผาสุข ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ ปรีชา พราหมณีย์ นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง
ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี

การวิจัยทางเกษตรในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับอ้อยหรือพืชอื่น ๆ ก็ตาม ส่วนใหญ่ให้ความสนใจศึกษากระบวนการการเจริญเติบโต (growth) เช่น การเพิ่มน้ำหนักแห้ง มากกว่ากระบวนการพัฒนาการของพืช (phenology) เนื่องจากลักษณะดังกล่าวสังเกตได้ชัดเจน และเปลี่ยนแปลงตามอายุของพืช แต่การเปลี่ยนแปลงกระบวนการพัฒนาการของพืชนั้นเป็นสิ่งที่ยากและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสันฐานวิทยาที่แสดงออก (morphological appearance) ของพืช และมีผลต่อการกระจายการเจริญเติบโตไปยังส่วนต่างๆของพืช การสร้างใบที่มากกว่าเดิม การสะสมแป้ง น้ำตาล การออกดอก การติดเมล็ด เป็นต้น ดังนั้นการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต่อการผลิตพืชจึงจำเป็นต้องแยกและสร้างความเข้าใจพื้นฐานของทั้งสองกระบวนการออกจากกัน เพื่อให้ทราบว่าพัฒนาการของพืชนั้นเปลี่ยนแปลงภายใต้สภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปลูกพืชนั้น ๆ อาทิ พลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ ช่วงความยาวของวัน และความชื้นของดินและอากาศ และปริมาณธาตุอาหารเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาพัฒนาการของอ้อยและอิทธิพลของการจัดการที่มีต่อผลผลิตอ้อยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศแต่สำหรับพืชอื่นมีการศึกษาพัฒนาการกันแล้วหลายพืช เช่น ถั่วเหลือง (Fehr et al., 1971) ถั่วลิสง (Boote, 1982) และข้าว (Singh, 1985; Jintrawet, 1991) และในข้าวสาลี O'Toole และ Stockle (1991) พบว่าการพัฒนาการของข้าวสาลีสามารถแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ ช่วงของการงอก, ช่วงของการออกดอก และช่วงของการสุกแก่ ซึ่งแต่ละช่วงของการพัฒนาการดังกล่าว ข้าวสาลีมีขบวนการทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกันและตอบสนองต่อการสะสมของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เป็นต้น

การกำหนดพัฒนาการของพืชที่มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายเป็นเรื่องจำเป็นมาก เนื่องจากผลผลิตของอ้อยทั้งในด้านน้ำหนัก และน้ำตาลได้รับอิทธิพลจากการจัดการในช่วงเวลาต่างกันย่อมมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการพัฒนาการของอ้อยปลูก 4 พันธุ์ คณะผู้วิจัยพบว่าอ้อยมีการความกว้างใบและการปรากฏของใบบนลำหลักที่แตกต่างกันเป็นลักษณะประจำพันธุ์ และมีจำนวนหน่อตามพัฒนาการของใบที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสัมประสิทธิ์พัฒนาการ (genetic coefficients) ของอ้อยปลูกที่แตกต่างกันดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาพัฒนาการของอ้อยตอ 2 และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางด้านพัฒนาการกับอ้อยตอ 1 ด้วย

เป้าหมายงานทดลอง ได้แก่ ศึกษาพัฒนาการของอ้อยตอ2 ระหว่างพันธุ์ต่างๆ ศึกษาพัฒนา phenology map ของอ้อย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ของอ้อยในสภาพการปลูกที่แตกต่างกันของประเทศไทย และ กำหนดพัฒนาการของอ้อยเพื่อใช้ในแบบจำลองอ้อย ThaiCane 1.0

อุปกรณ์การศึกษา

การทดลองนี้ประกอบด้วย

1. พันธุ์อ้อย 4 สายพันธุ์คือ อู่ทอง2, K84-200, K88-92 และ CP87-1628 โดยมีลักษณะเฉพาะทางใบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1	ลักษณะของใบอ้อยของพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา **
ชื่อพันธุ์	ความกว้างใบ (ซม.)
อู่ทอง 2	> 6
K84-200	> 6
K 88-92	4-6
CP 87-1628	<4

ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 2537

2. สถานที่และการจัดการ

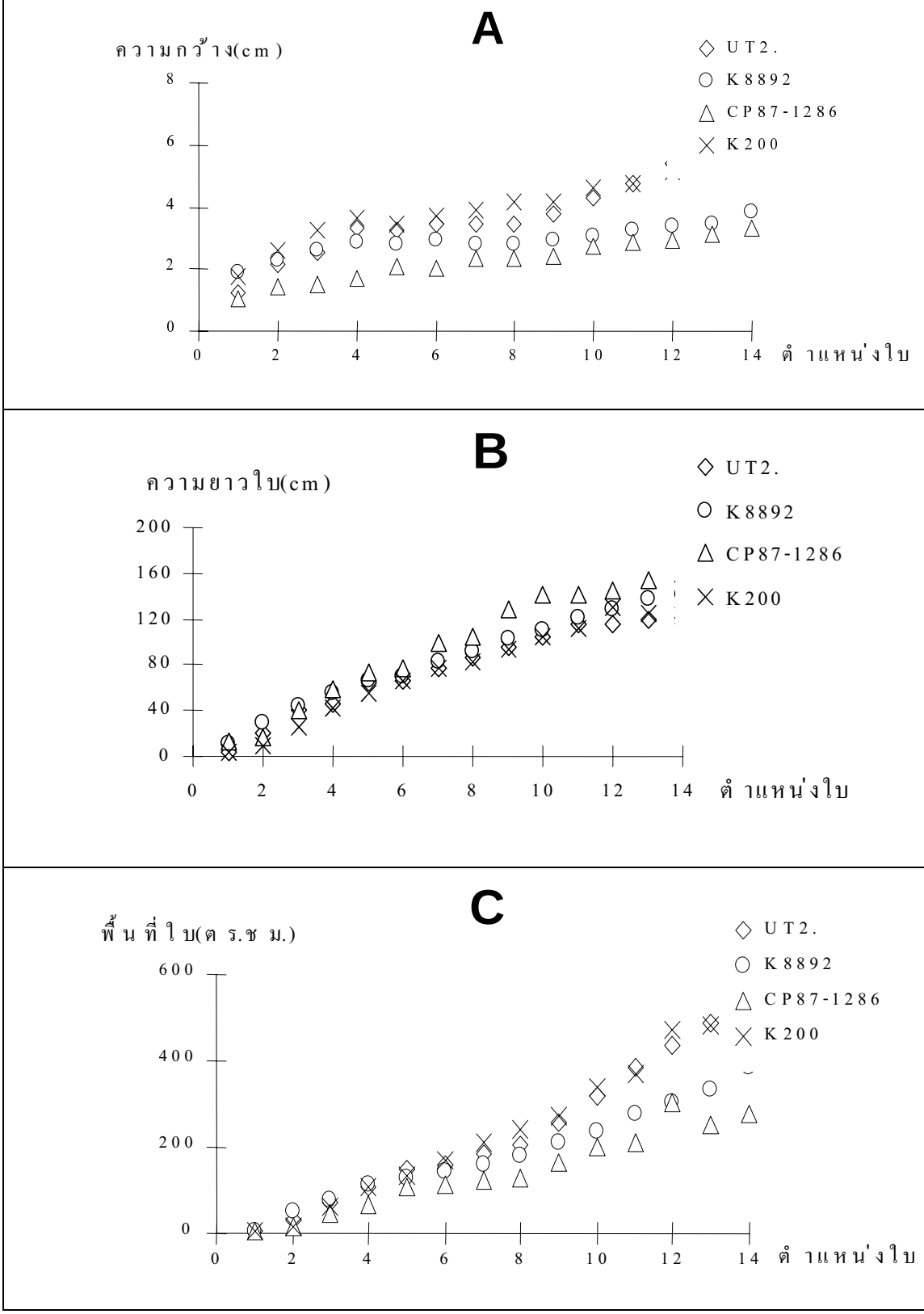
การทดลองนี้ได้ดำเนินการศึกษา 2 แห่งด้วยกันคือ ที่ ม.ขอนแก่น และ ศวร. สุพรรณบุรี (รายงานความก้าวหน้านี้ได้นำเสนอเฉพาะข้อมูลของสถานี ม. ขอนแก่น) เป็นการศึกษาพัฒนาการของอ้อยตอ 2 ซึ่งเป็นงานทดลองต่อเนื่อง ทำการตัดอ้อยตอ 1 เมื่อวันที่ 20 ธ.ค. 2540 และทำการแต่งตออ้อยตอที่ 1 ที่อยู่ในถังซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร มีการจัดการน้ำ ปุ๋ย และการป้องกันกำจัดศัตรูอ้อยตามความเหมาะสม

ผลการศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบกับความกว้าง ความยาวและพื้นที่ใบของอ้อย

การพัฒนาการความกว้างของใบ อ้อยตอ 2 มีเพิ่มมากขึ้นเมื่อตำแหน่งใบบนลำหลักเพิ่มขึ้นจากความกว้างของใบอ้อย 1.03-2.63 เซนติเมตรในใบที่ 1-2 เพิ่มเป็น 1.68-3.68 เซนติเมตรในใบที่ 4-6 อ้อยมีความกว้างของใบเพิ่มขึ้นค่อนข้างชัดเจนหลังจากใบที่ 4 ความกว้างของใบอ้อยทั้ง 4 พันธุ์ โดยเฉพาะพันธุ์อู่ทอง2 และพันธุ์ K84-200 มีความกว้างของงใบมากกว่าอีก 2 พันธุ์ คือพันธุ์ K88-92 และพันธุ์ CP87-1628 (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1 A) เมื่อใบที่ 14 แผ่ขยายเต็มที่ พบว่าความกว้างของใบของพันธุ์อู่ทอง 2 มากที่สุด (6.33 ซม.) รองลงมาคือพันธุ์ K84-200 (5.93 ซม.) ส่วนพันธุ์ CP87-1628 ใบแคบที่สุด เป็น 3.30 เซนติเมตร และรองลงมาคือพันธุ์ K8892 (3.85 ซม.) การพัฒนาความกว้างของใบอ้อยแต่ละพันธุ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจำแนกพันธุ์ที่ใช้ (ตารางที่ 1)

ภาพที่ 1	เปรียบเทียบการพัฒนาความกว้าง (A) ความยาว (B) และพื้นที่ใบ (C) ของอ้อยตอ 2 ทั้ง 4 พันธุ์ ของสถานี ม.ขอนแก่น



ตารางที่ 2	ความกว้างและความยาวของใบที่ 14 ของอ้อยทั้ง 4 พันธุ์จากสถานีทดลอง ม. ขอนแก่น อ้อยตอ 2 ปี 2541

ลักษณะของใบ	**เซนติเมตร**			
	U-Tong2	K84-200	K88-92	CP87-1628
ความกว้าง (ซม.)	6.33	5.93	3.85	3.30
ความยาว (ซม.)	121.30	123.80	141.9	159.17
พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	536.53	511.68	382.83	276.02

ส่วนความยาวของใบมีความแตกต่างกันตั้งแต่ใบแรก ๆ และมีความแตกต่างในด้านความยาวของใบมากตั้งแต่ ใบที่ 6-8 ปรากฏขึ้น (ภาพที่ 1 B) โดยเมื่อใบที่ 14 ปรากฏขึ้น พบว่าพันธุ์ CP87-1628 ใบมีความยาวมากที่สุด 159.17 เซนติเมตร รองลงมาเป็นพันธุ์ K88-92 ส่วนพันธุ์ อู่ทอง 2 ซึ่งมีความกว้างของใบมากที่สุดกลับมีความยาวของใบน้อยที่สุดเป็น 121.30 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ใบ พบว่าพื้นที่ใบมีความแตกต่างเป็น 2 กลุ่ม ตั้งแต่ใบที่ 10 โดยแยกเป็นพันธุ์ K84-200 มีพื้นที่ใบมากกว่ากลุ่มพันธุ์ K88-92 และ CP87-1628 (ภาพที่ 1C) เมื่อใบที่ 14 ของอ้อยแต่ละพันธุ์พบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 มีพื้นที่ใบที่ 14 มากที่สุดเป็น 536.53 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ K84-200 ส่วนพันธุ์ CP87-1628 ซึ่งมีความยาวของแผ่นใบมากที่สุด แต่มีความกว้างของใบน้อยที่สุดจะมีพื้นที่ของใบที่ 14 น้อยที่สุดเป็น 276.02 ตารางเซนติเมตร

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสะสมกับพัฒนาการของจำนวนใบ

อุณหภูมิสะสมในการปรากฏใบของอ้อยแต่ละพันธุ์จนถึงใบที่ 14 ของอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 (ตารางที่ 3) พบว่าพันธุ์อู่ทอง 2 เป็นพันธุ์ที่มีความกว้างของใบมากที่สุดนั้นใช้อุณหภูมิสะสมในการทำให้ใบที่ 14 ปรากฏมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 1971 ^{o}d ส่วนพันธุ์ CP87-1628 เป็นพันธุ์ที่มีใบแคบที่สุดนั้นใช้อุณหภูมิสะสมในการปรากฏใบที่ 14 น้อยที่สุดเฉลี่ย 1641 ^{o}d จากการศึกษานี้พบว่าอุณหภูมิสะสมในการปรากฏของใบนั้นมีลักษณะที่คล้ายกันทั้งอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 (ตารางที่ 3) การปรากฏของใบแต่ละใบในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 เมื่อคำนวณจากอุณหภูมิสะสมโดยใช้ความลาดชัน(slope) ของสมการเส้นตรง $y = a+bx$ โดย

y = อุณหภูมิสะสมของการปรากฏใบ 1 ใบ

b = ค่าความลาดชันของการปรากฏใบกับอุณหภูมิสะสม

x = การปรากฏของใบแต่ละใบ

จากข้อมูลการปรากฏใบของอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 จากการปรากฏใบแรกจนถึงใบที่ 14 ของอ้อยทั้ง 4 พันธุ์ พบว่าพันธุ์อู่ทอง 2 ใช้อุณหภูมิสะสมเพื่อการปรากฏใบ 1 ใบ เป็น 145.30 ^{o}d รองลงมาคือ

พันธุ์ K84-200 เท่ากับ 133.66 °d พันธุ์ CP87-1628 และ K88-92 เท่ากับ 130.33 และ109.63 °d ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการเปรียบเทียบการใช้อุณหภูมิสะสมเพื่อพัฒนาการของใบทุก ๆ ใบ ทั้ง 4 พันธุ์ ของอ้อยปลูก อ้อ ย ตอ1 และ อ้อยตอ2 พบว่าการใช้อุณหภูมิสะสมในการปรากฏใบของพันธุ์อู่ทอง2 มากที่สุด รองลงมาเป็นพันธุ์ K84-200 พันธุ์ K88-92 และพันธุ์ CP87-1628 ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 การสะสมอุณหภูมิต่อการปรากฏใบของ อ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ทั้ง 4 พันธุ์ เมื่อใบที่ 14 ปรากฏขึ้น 2541 ม.ขอนแก่น

ชนิดของอ้อย	พันธุ์			
	U-Tong2	K84-200	K88-92	CP87-1628
อ้อยปลูก (°d)	1886	1851	1651	1725
อ้อยตอ1 (°d)	2025	1802	1721	1686
อ้อยตอ2 (°d)	2002	1592	1693	1512
เฉลี่ย (°d)	1971 ± 74.50[1/]	1748 ± 137.58	1688 ± 35.23	1641 ± 113.41

[1/] Standard deviation

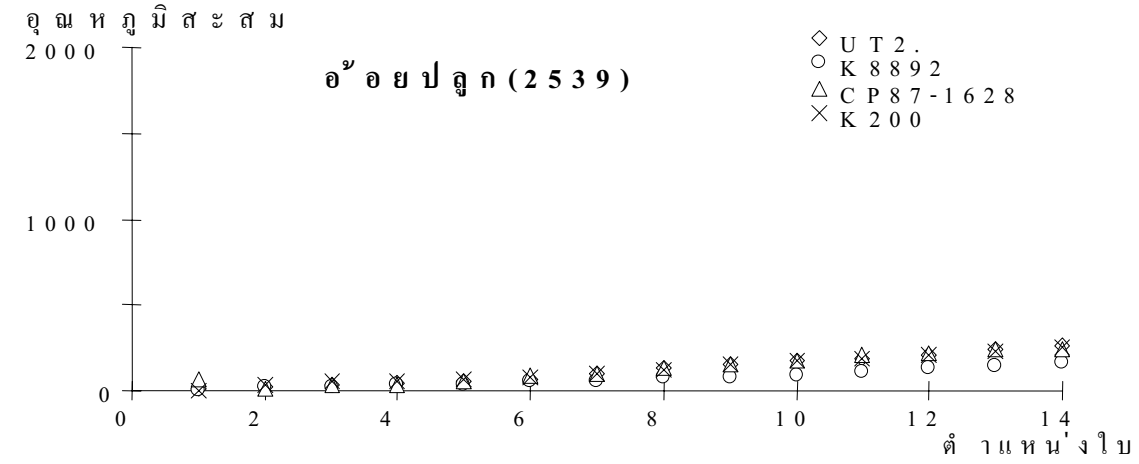
ตารางที่ 4 อุณหภูมิสะสมต่อการพัฒนาของใบ อ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ2 ของอ้อย 4 พันธุ์ ที่ใช้ทดสอบ 2541 ม.ขอนแก่น

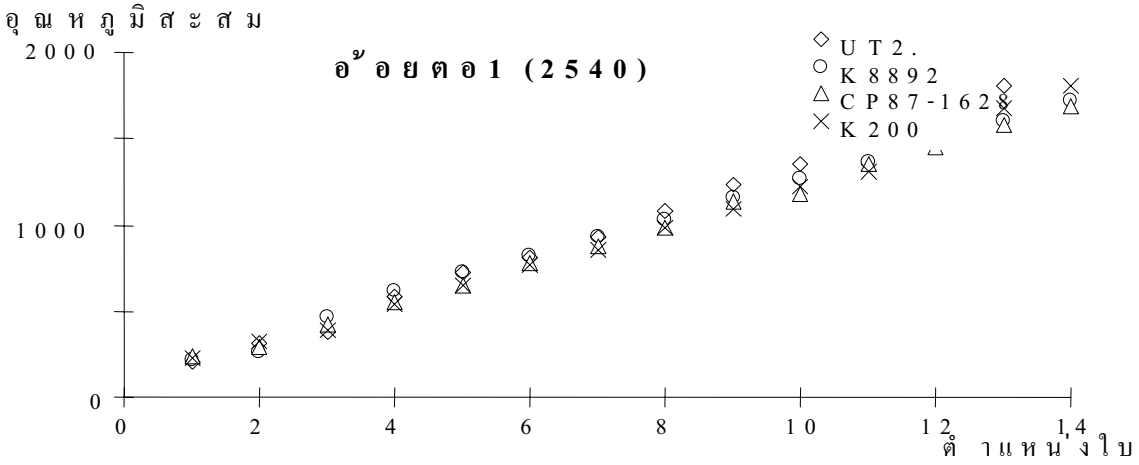
ชนิดของอ้อย	พันธุ์			
	U-Tong2	K84-200	K88-92	CP87-1628
อ้อยปลูก	168.76(0.94)[1/]	167.89(0.97)	101.00 (0.95)	171.99 (0.91)
อ้อยตอ1 (°d)	138.56 (0.99)	125.4 (0.99)	126.63 (0.98)	122.67 (0.98)
อ้อยตอ2 (°d)	128.58 (0.98)	107.69 (0.96)	101.27 (0.97)	96.92 (0.96)
เฉลี่ย (°d)	145.30 ± 20.92[2/]	133.66 ± 30.93	109.63 ± 14.72	130.53 ± 38.15

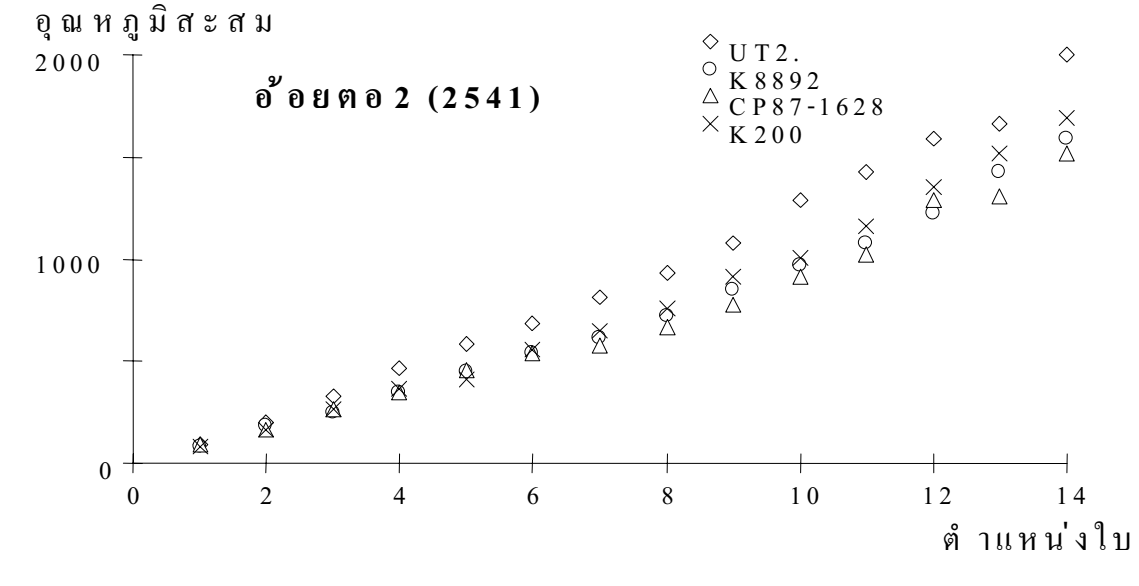
[1/] ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมการเส้นตรง

[2/] Standard deviation

ภาพที่ 2	เปรียบเทียบการสะสมอุณหภูมิกับการปรากฏของใบอ้อยถึงใบที่ 14 ของ อ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ทั้ง 4 พันธุ์ที่ใช้ทดสอบจากสถานี ม.ขอนแก่น 2539-2541



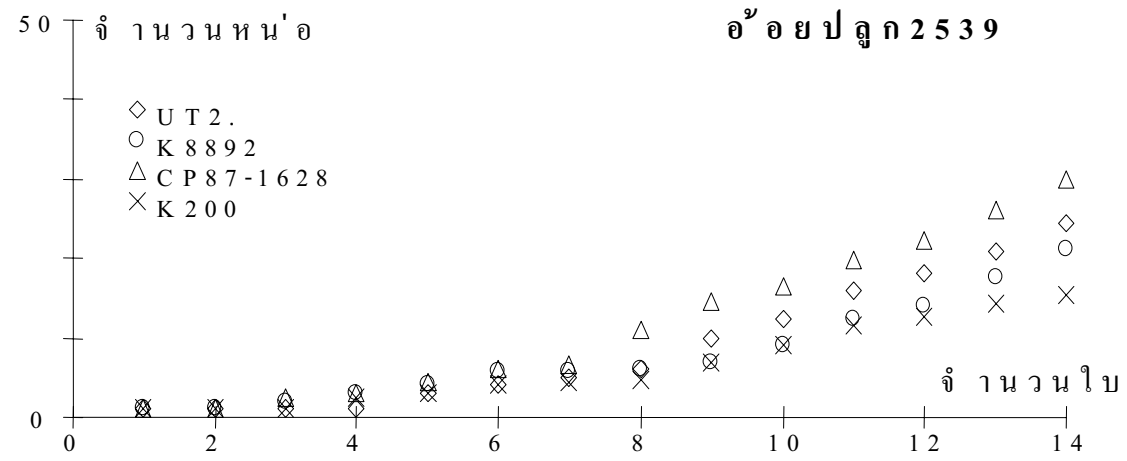


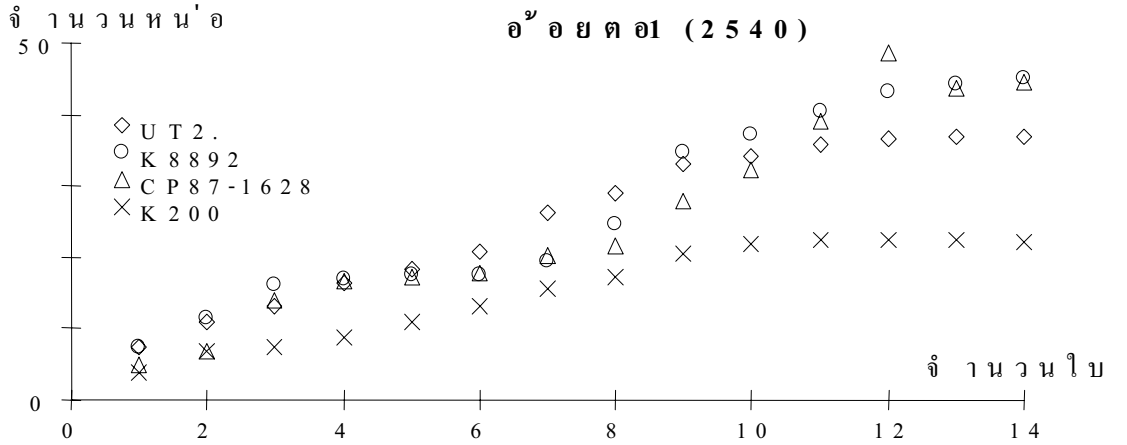


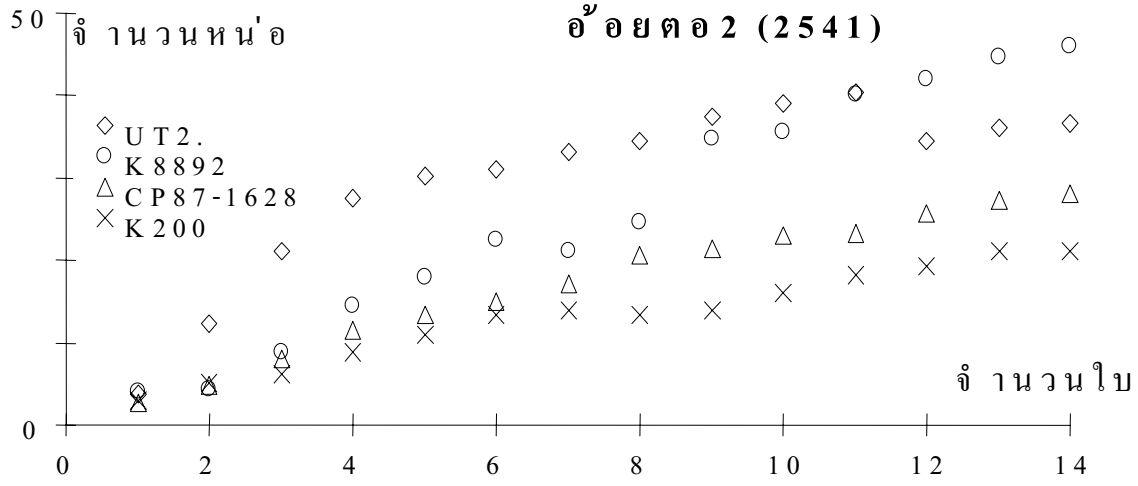
ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบกับจำนวนหน่อของอ้อย

เนื่องจากอ้อยที่ใช้ทดสอบเป็นการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยตอที่ 1 แล้วทำการแต่งตอเพื่อใช้ศึกษาอ้อยตอที่2 โดยใช้หน่อแรกที่เกิดจากอ้อยตอ2 เป็นลำหลัก จึงพบว่าเมื่ออ้อยมีใบแรกแผ่ขยายเต็มที่จึงมีจำนวนหน่อ 3-4 หน่อ จำนวนหน่อเพิ่มขึ้นเป็น 14-33 หน่อ เมื่อใบที่ 7 ปรากฏตัวขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนหน่อแตกต่างกัน พบว่าพันธุ์อู่ทอง2 มีจำนวนหน่อมากที่สุด (33 หน่อ) รองลงมาเป็นพันธุ์ K88-92 ส่วนพันธุ์ K84-200 มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด (14 หน่อ) จำนวนหน่อยังคงเพิ่มขึ้นจนใบที่ 14 ปรากฏขึ้นโดยความสามารถการเพิ่มจำนวนหน่อของแต่ละพันธุ์ยังมีความแตกต่างกัน ซึ่งพบเช่นเดียวกันว่าพันธุ์ K88-92 และพันธุ์อู่ทอง2 มีจำนวนหน่อเป็น 46 และ 36 หน่อ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ CP87-1628 และพันธุ์ K84-200 มีจำนวนหน่อเป็น 28 และ 21 หน่อ ตามลำดับ (ภาพที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาจำนวนใบและจำนวนหน่อของอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 พบว่ามีแบบแผนของพัฒนาการของจำนวนหน่อคล้ายคลึงกัน คือพันธุ์อู่ทอง 2 และพันธุ์ K88-92 จะมีจำนวนของหน่อจากอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ส่วนพันธุ์ CP87-1628 การเพิ่มจำนวนหน่อยังมีความแตกต่างอยู่บ้าง คือ จำนวนหน่อของอ้อยตอ 2 มีการเพิ่มที่ต่ำกว่าอ้อยตอ 1 อย่างเห็นได้ชัดในระดับของการปรากฏใบที่เท่ากัน ส่วนพันธุ์ K84-200 มีจำนวนหน่อน้อยกว่าพันธุ์อื่นอย่างชัดเจน และไม่มีความแตกต่างกันทั้งในอ้อยตอ 1และอ้อยตอ 2 ดังนั้นพัฒนาการของจำนวนหน่อของอ้อยทั้งอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 น่าจะเป็นลักษณะที่แสดงออกทางพันธุกรรม เป็นที่น่าสังเกตุว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อของอ้อยปลูกมีอัตราน้อยกว่าอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 อย่างชัดเจน (ตารางที่4) และมีลักษณะเช่นเดียวกันทั้ง 4 พันธุ์ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการเพิ่มจำนวนหน่อจะมีความแตกต่างกันของอ้อยทั้ง 4 พันธุ์ที่ใช้ทดสอบ แต่จำนวนหน่ออ้อยเมื่อทำการเก็บเกี่ยวอ้อยทั้ง 4 พันธุ์ของอ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 จากการทดสอบที่ ม.ขอนแก่น และศวร.สุพรรณบุรีมีจำนวนใกล้เคียงกัน (รายงานความก้าวหน้างวดที่ 1 และรายงานฉบับสมบูรณ์ 2540)

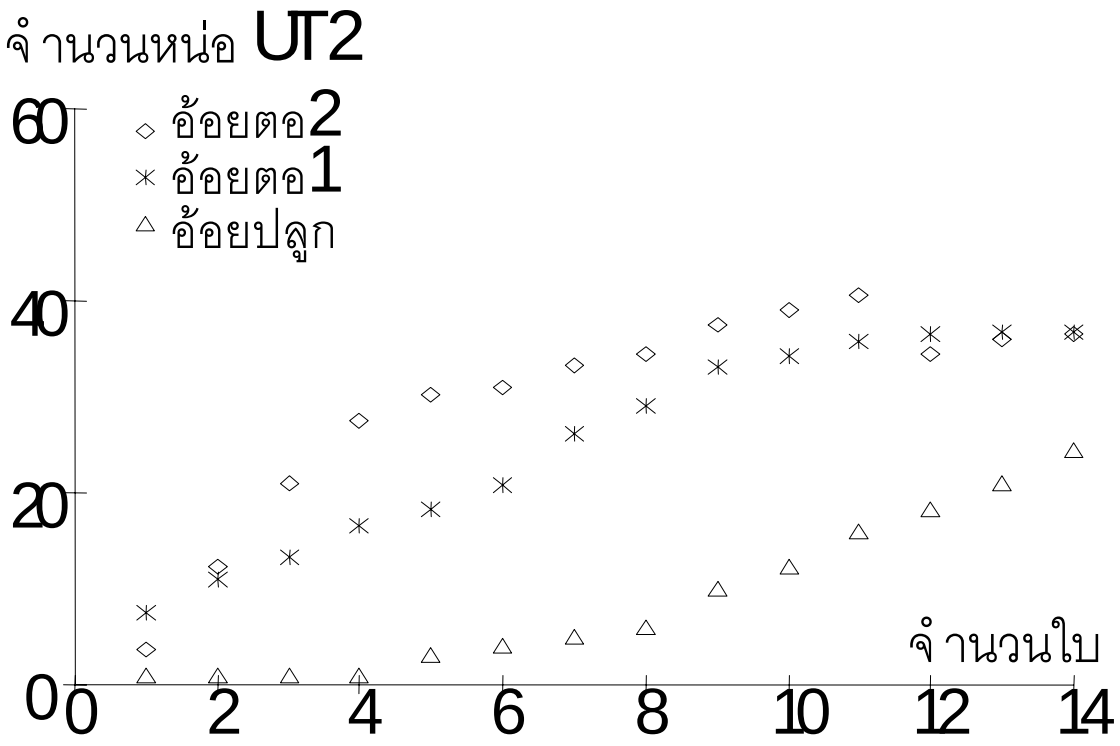
ภาพที่ 3	เปรียบเทียบพัฒนาการของจำนวนหน่อกับการปรากฏของใบอ้อยถึงใบที่ 14 ของ อ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ2 ทั้ง4พันธุ์ ที่ใช้ทดสอบจากสถานี ม.ขอนแก่น 2539-2541

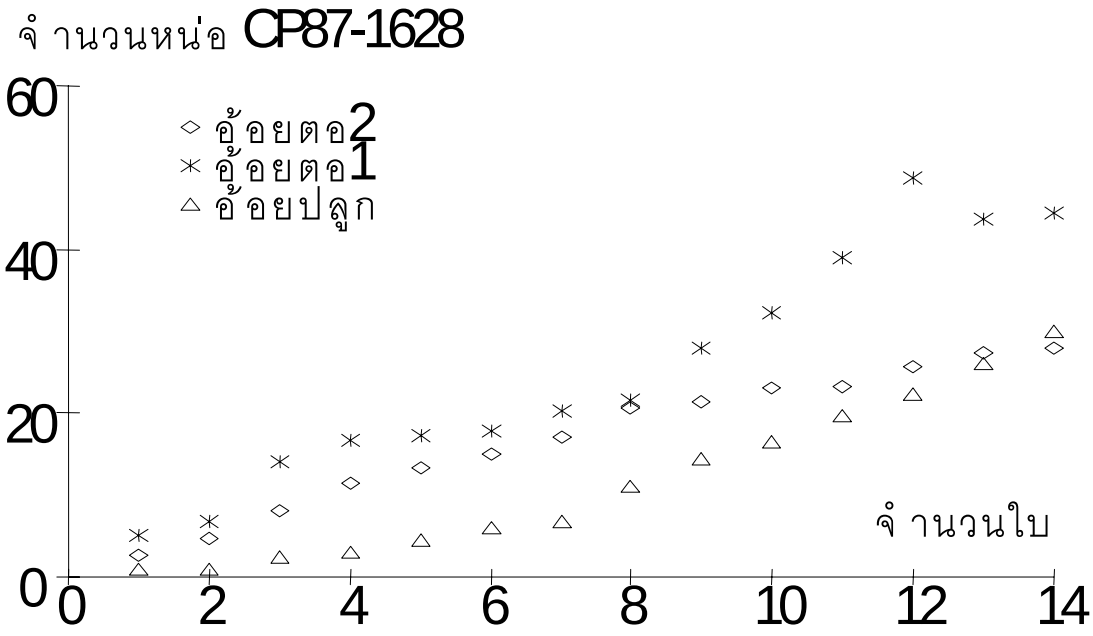




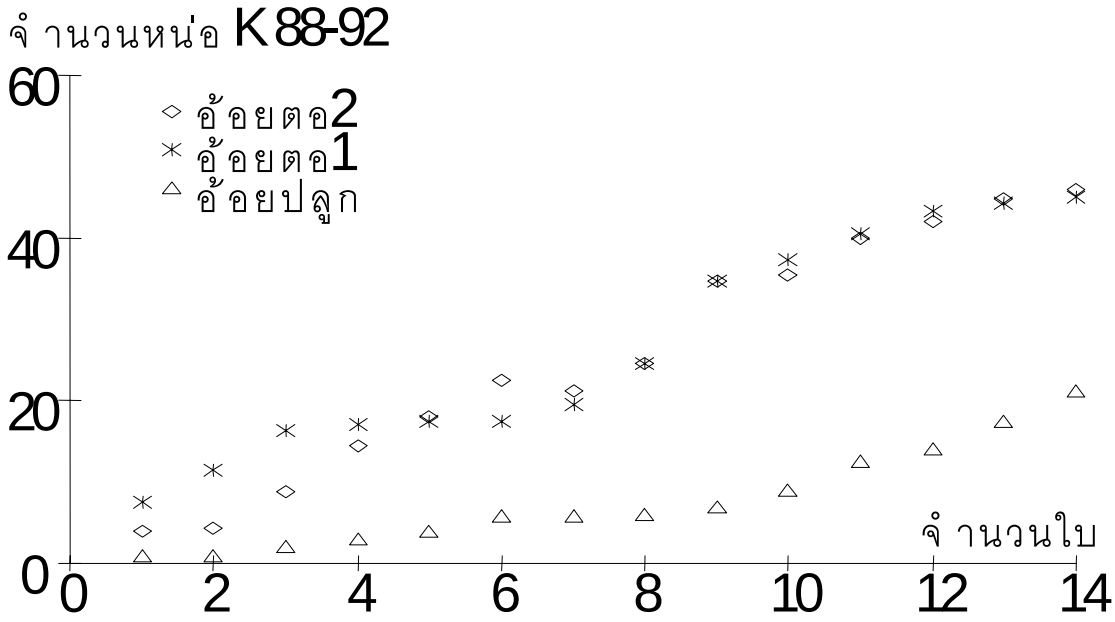


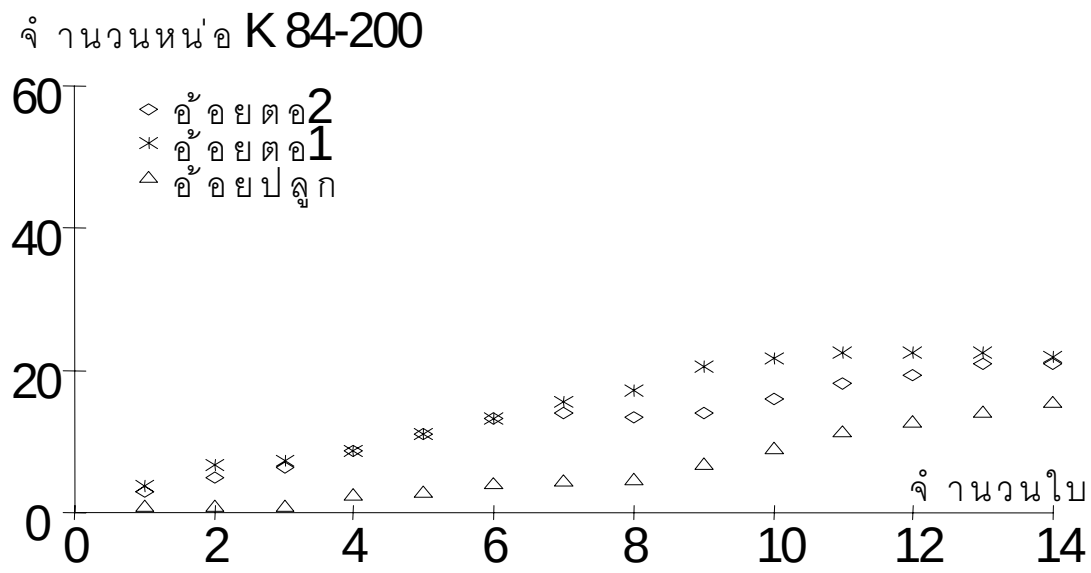
ภาพที่ 4	เปรียบเทียบพัฒนาการจำนวนหน่อของ อ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ 2 ทั้ง 4 พันธุ์ ที่ใช้ทดสอบ ม. ขอนแก่น 2539-2541





ภาพที่ 4 (ต่อ)	เปรียบเทียบพัฒนาการจำนวนหน่อของ อ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ 2 ทั้ง 4 พันธุ์ ที่ใช้ทดสอบ ม. ขอนแก่น 2539-2541





เอกสารอ้างอิง

Baker, C.K., Gallagher, J.N. and Monteith, J.L. 1980. Daylegth and leat appearance in winterwheat. Plant Cell Environ. 3:285-287.

Birch, C.J., Carberry, P.S., Muchow, R.C. McCown, R.L. and Hargreaves J.N.G. 1990.

Development and evaluation of a sorghm model base on CERES-Maize in a semi-arid tropical environment. Field Crops Res. 24:87-104.

Cousens, R.D., Johnson, M.P., Weaver, S.E., Martin, T.D. and Blair, A.M.1992. Comparative

rates of emergence and leaf appearance in wild oats *(Avena fatua),* winter barley *(Hordeum sativum)* and winter wheat *(Triticum aestivum).* J. Agric. Sci. Cambridge. 118:149-156.

Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Burmood, and J.S. Pennington. 1971. Stage and development descriptions for soybean (*Glycine max* L.) Merrill. Crop Sci. 11:929:931.

Hesketh, J.D. and I.J. Warrington. 1989 Corn crowth response to temperature: rate and duration of leaf emergeance. 81:969-701.

Longnecker, N., Kirby, E.J.M. and Robson, A. 1993. Leafemergence, tiller growthand apical evelopment of nitrogen-deficient spring wheat. Crop Sci. 33:154-160.

Muchow, R.C. Foin, T.C. and Carberry, P.S. 1990. Phenology and leaf-area development in a ropical grain sorghum. Field Crops. Res. 23:221-237.

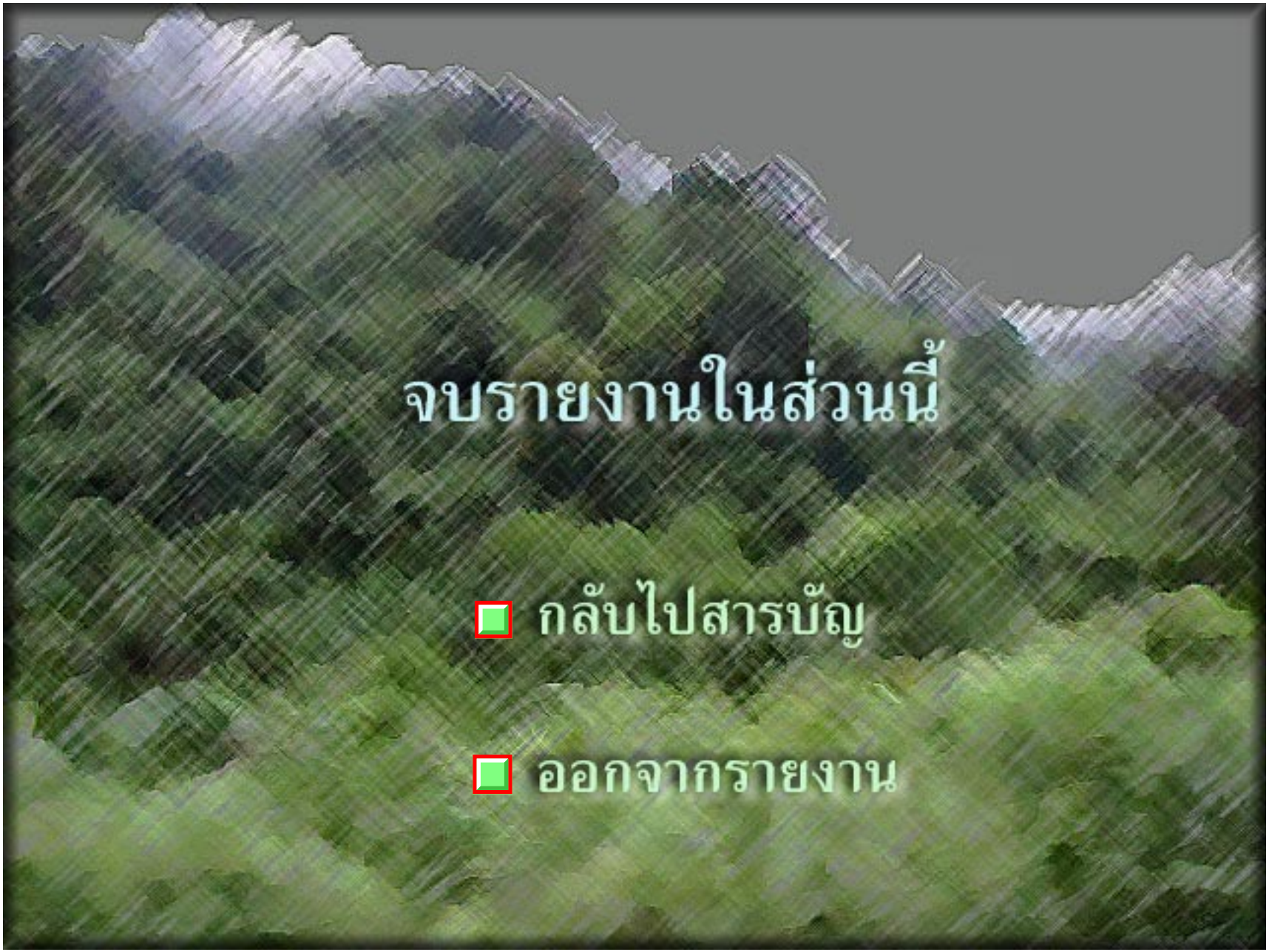
O'Toole, J.C., and C.O. Stackle. 1991. Conceptual and simulation modeling in plant breeding. 205-225 pp. Proceeding of the International Symposium. 26-29 October, 1987 Cordoba, Spain.

Penning, F.W.T., D.M. Jansen, H.F.M. Berge and A.Bajena. 1989. Simulation of ecophysiological process of growth in several annual crops. Wageningen 271p.

Tanimoto, T.T.(1969). Floral differentiation is sugarcane and the subsequent rate of development of the differentated tissuer. Agron. J.(60): 275-278.

Tottman, D.R. and R.J.Makepeace, (1979). An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. Ann. appl. Biol.,(93):221-234.

Volk, T. and Bugbee, B. 1991. Modeling light and temperature effects on leaf emergence in wheat and barley. Crop Sci. 31:1218-1224.


จบรายงานในส่วนนี้
กลับไปสารบัญ
ออกจากรายงาน