อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองได้ดำเนินการ ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือน ตุลาคม 2538 ถึงเดือนธันวาคม 2540 โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design กำหนดให้ main plot เป็นพันธุ์อ้อยจำนวน 4 พันธุ์ คือ CP 78-1628, K 84-200, K 88-92 และ U-Thong 2 ให้ sub-plot เป็นวันปลูก โดยวันปลูกที่หนึ่งคือ วันที่ 19 ตุลาคม 2538 วันปลูกที่สอง วันที่ 1 พฤษภาคม 2539 ทำการทดลองทั้งหมดสี่ซ้ำ พันธุ์อ้อยทั้งสี่พันธุ์มีความแตกต่างที่ขนาดความกว้างของใบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความกว้างใบของอ้อยทั้งสี่พันธุ์

พันธุ์	ความกว้างใบ (ซม.)
CP 78-1628	> 4
K 88-92	4-6
K 84-200	>6
U-Thong 2	>6

แหล่งที่มา : ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 2539

วิธีการปลูก

ทำการเพาะท่อนพันธุ์อ้อยที่มีตาลงในถุงพลาสติกบรรจุแกลบดำ 1 ตาต่อถุง โดยใส่แกลบลงก้นถุงประมาณ 4 ซม. แล้ววางท่อนอ้อยลงในถุงให้ตาอ้อยอยู่ด้านบน และกลบแกลบเหนือตาอ้อย 4 ซม. โดยทำเหมือนกันทุกซ้ำในแต่ละพันธุ์ เพื่อความสม่ำเสมอของการงอก เมื่อต้นอ้อยงอกและมีใบประมาณ 2-3 ใบ ทำการย้ายปลูกลงในกระถาง ซึ่งเป็นท่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 ซม และสูง 40 ซม โดยท่อถูกฝังลงดินในแปลงทดลองมีขอบโผล่ผิวดิน 10 ซม. แต่ละท่อห่างกัน 2 เมตร และทำเครื่องหมายบนลำต้นของอ้อยแต่ละต้นขณะย้ายปลูกเพื่อใช้ในการจดบันทึกข้อมูลบนลำต้นหลักต่อไป

การดูแลรักษา

ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ โดยแบ่งใส่จำนวน 3 ครั้ง คือ 1) ใส่พร้อมปลูก 2) เมื่ออ้อยอายุได้สองเดือนหลังงอก และ 3) เมื่ออ้อยอายุสามเดือนหลังงอก โดยมีการให้น้ำอ้อยทุกต้นอย่างเพียงพอตลอดฤดูกาลเพาะปลูก และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูอ้อยตามความเหมาะสมตลอดจนถึงวันเก็บเกี่ยวคือ เดือนธันวาคม 2539

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลสภาพอากาศ

บันทึกข้อมูลอากาศรายวันโดยเครื่องบันทึกสภาพอากาศเกษตรกึ่งอัตโนมัติของ UNIDATA Starlog system ซึ่งเก็บข้อมูลสภาพอากาศเกษตรสี่ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และพลังงานแสงอาทิตย์

2. ข้อมูลพืช

- บันทึกข้อมูลของอ้อยรายต้น คือ วันเพาะ วันงอก วันย้ายปลูกของอ้อยแต่ละต้น บันทึกข้อมูลลำหลักของอ้อยแต่ละต้น คือ

- วันที่ทุกใบบนลำหลักแผ่เต็มที่โดยสังเกตุจากการสามารถมองเห็น ligule ของใบอ้อยได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ใบแรกจนถึงใบสุดท้ายในวันเก็บเกี่ยว เพื่อหาค่า phyllochron หรืออัตราการปรากฏใบอ้อยของแต่ละพันธุ์ในสองวันปลูก

- วัดขนาดความกว้างใบ ความยาวใบ และพื้นที่ใบของอ้อยในวันที่ใบนั้น ๆ แผ่เต็มที่ตั้งแต่ใบแรกจนถึงใบธงหรือใบในวันเก็บเกี่ยว โดยใช้กระดาษทาบใบจริงของอ้อยจากแปลงทดลองทำการวาดหรือคัดลอกและตัดกระดาษตามลักษณะใบแต่ละใบ นำมาวัดความกว้างใบ ความยาวใบ โดยใช้ไม้บรรทัด และวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบแบบวัดเป็นตารางเซนติเมตร เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการวัดพื้นที่ใบที่ได้จากสูตรการคำนวนจากความกว้าง/ความยาวใบและเครื่องวัดพื้นที่ใบ

- นับจำนวนหน่อของอ้อยแต่ละต้นในวันที่ใบใหม่บนลำต้นหลักแผ่เต็มที่และจำนวนลำในวันเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ผล

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในแต่ละลำหลักของอ้อยแต่ละพันธุ์มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของตัวแปรต่าง ๆ เช่น อัตราการปรากฏใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และพื้นที่ใบ เพื่อหาความแตกต่างของอ้อยทั้งสี่พันธุ์ในสองวันปลูก และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของตัวแปร เช่น ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) สมการถดถอย (regression analysis) โดยโปรแกรมสถิติ statistic 4.0 และสมการที่ใช้ในการคำนวณอุณหภูมิสะสมคือ

$$\text{GDD} = \sum_{i=1}^{i=n}(T_a - T_b)$$

เมื่อ GDD = อุณหภูมิสะสม

T_a = อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน โดยคำนวณจาก อุณหภูมิสูงสุดลบด้วยอุณหภูมิต่ำสุดหารด้วยสอง

T_b = อุณหภูมิต่ำสุดที่หยุดกระบวนการพัฒนาการของอ้อย คือ 10 องศาเซลเซียส

n = จำนวนวันที่ใช้ในการคำนวณ GDD

ผลการทดลอง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบอ้อยและอุณหภูมิสะสม

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (analysis of variance) ในตารางที่ 3 พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวันปลูกของจำนวนใบอ้อยต่อต้นและ phyllochron โดยพบว่าจำนวนใบของอ้อยทั้งสี่พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง โดยมีจำนวนใบอ้อยต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 48 ใบ ในวันปลูกที่หนึ่ง และ 33 ใบในวันปลูกที่สอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวันปลูกพบว่าในวันปลูกที่หนึ่งอ้อยทุกพันธุ์มีจำนวนใบอ้อยต่อต้นมากกว่าในวันปลูกที่สองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของจำนวนใบบนลำหลัก phyllochron และ GDD ของอ้อยสี่พันธุ์ในสองวันปลูก

soure of variation	จำนวนใบบนลำหลัก	phyllochron เฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	GDD (องศาเซลเซียส)
ซ้ำ	ns	ns	ns
พันธุ์ (A)	ns	**	**
วันปลูก (B)	**	**	**
A X B	**	**	ns
CV (%)	20.6	9.9	26.9

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $p<0.01$

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบบนลำหลักของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

พันธุ์	จำนวนใบบนลำหลัก		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	ผลต่างของวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง
CP 78-1628	44.8	33.0	11.8
K 88-92	51.5	32.0	19.5
K 84-200	50.3	31.0	19.3
U-Thong 2	46.3	34.7	11.5
LSD พันธุ์ x วันปลูก (.05) = 3.7			
(.01) = 4.1			

เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิสะสมที่ใช้ในการปรากฏใบหนึ่งใบ (phyllochron) เฉลี่ยแต่ละต้นในอ้อยทั้งสี่พันธุ์ พบว่าในวันปลูกที่หนึ่งอ้อยพันธุ์ CP 78-1628 มีค่า phyllochron แตกต่างจากพันธุ์ K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่า phyllochron เท่ากับ 147 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 5) และมีค่า phyllochron สูงสุดหรือมีอัตราการปรากฏใบ (1/phyllochron) ต่ำที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ค่า phyllochron เฉลี่ยในแต่ละลำหลักของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

พันธุ์	phyllochron (องศาเซลเซียส)		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	ผลต่างของวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง
CP 78-1628	146.5	116.9	29.6
K 88-92	129.5	120.6	8.9
K 84-200	130.9	122.4	8.5
U-Thong 2	135.4	105.7	29.7
LSD พันธุ์ x วันปลูก (.05) = 6.9			
(.01) = 9.9			

ตารางที่ 6 อัตราการปรากฏใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง

อัตราการปรากฏใบ	CP 78-1628	K 88-92	K 84-200	U-Thong 2	เฉลี่ย
อัตราการปรากฏใบ					
ใบ/อุณหภูมิสะสม 1 องศา	0.0068	0.0077	0.0076	0.0074	0.0074
ใบ/วัน	0.106	0.122	0.119	0.109	0.114
วัน/ใบ	9.43	8.19	8.40	9.12	8.79

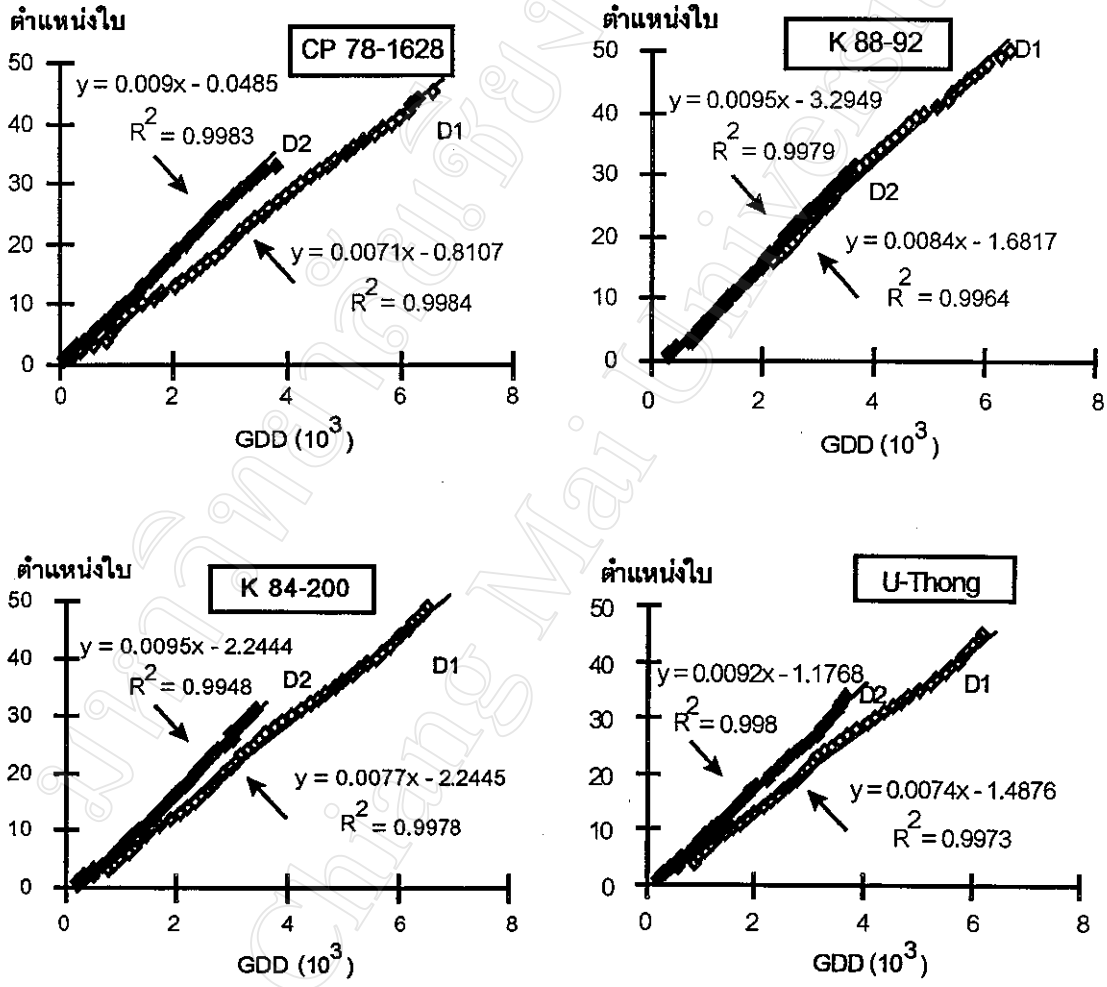
ในวันปลูกที่สองพบว่าพันธุ์ที่มีพัฒนาการทางใบเร็วที่สุดคือพันธุ์ U-Thong 2 รองลงมาคือพันธุ์ CP 78-1628, K 88-92 และ K 84-200 ตามลำดับ โดยพันธุ์ U-Thong 2 มีค่า phyllochron แตกต่างจากทั้งสามพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) คือ 106 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 5) หรือมีอัตราการปรากฏใบเฉลี่ย 0.0094 ใบต่ออุณหภูมิสะสมหนึ่งองศาเซลเซียส (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 อัตราการปรากฏใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่สอง

พันธุ์	CP 78-1628	K 88-92	K 84-200	U-Thong 2	เฉลี่ย
อัตราการปรากฏใบ					
ใบ/อุณหภูมิสะสม 1 องศา	0.0085	0.0083	0.0082	0.0094	0.0086
ใบ/วัน	0.147	0.143	0.138	0.155	0.146
วัน/ใบ	6.79	7.00	7.22	6.45	6.87

เมื่อเปรียบเทียบค่า phyllochron ของอ้อยระหว่างวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง (ตารางที่ 5) พบว่าอ้อยในวันปลูกที่หนึ่งมีค่า phyllochron สูงกว่าอ้อยในวันปลูกที่สองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยเฉพาะพันธุ์ CP 78-1628 และ U-Thong 2 มีค่าความแตกต่างสูงเฉลี่ยเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ส่วนพันธุ์ K 88-92 และ K 84-200 มีค่าความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ 9 องศาเซลเซียส เมื่อสร้างกราฟเปรียบเทียบพัฒนาการของใบอ้อยสี่พันธุ์ของสองวันปลูก (ภาพที่ 1)

พบว่าอ้อยทั้งสี่พันธุ์มีระยะพัฒนาการทางใบที่ แตกต่างกัน โดยทั่วไปอ้อยในวันปลูกที่สองจะมีระยะพัฒนาการทางใบสั้นกว่าอ้อยในวันปลูกที่หนึ่งอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบและอุณหภูมิสะสมของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (D1) และวันปลูกที่สอง (D2)

จากตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิสะสมที่อ้อยใช้ตลอดระยะพัฒนาการ (Growing Degree Day, GDD) ในอ้อยทุกพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ ($p<0.01$) และวันปลูก ($p<0.01$) โดยพันธุ์ U-Thong 2 มีค่า GDD เฉลี่ยทั้งสองวันปลูกต่ำกว่าพันธุ์ CP 78-1628,

K 88-92 และ K 84-200 (ตารางที่ 8) เมื่อเปรียบเทียบค่า GDD ระหว่างวันปลูกพบว่า อ้อยมีค่า GDD ในวันปลูกที่หนึ่งมากกว่าค่า GDD ในวันปลูกที่สองเท่ากับ 2,717 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 ค่า GDD ของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

พันธุ์	GDD (องศาเซลเซียส)		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	เฉลี่ย
CP 78-1628	6,544	3,866	5,205
K 88-92	6,666	3,856	5,261
K 84-200	6,575	3,778	5,177
U-Thong 2	6,252	3,668	4,960
เฉลี่ย	6,509	3,792	5,151
LSD พันธุ์ (0.05) = 147.0 (0.01) = 211.2		LSD วันปลูก (0.05) = 99.5 (0.01) = 129.4	

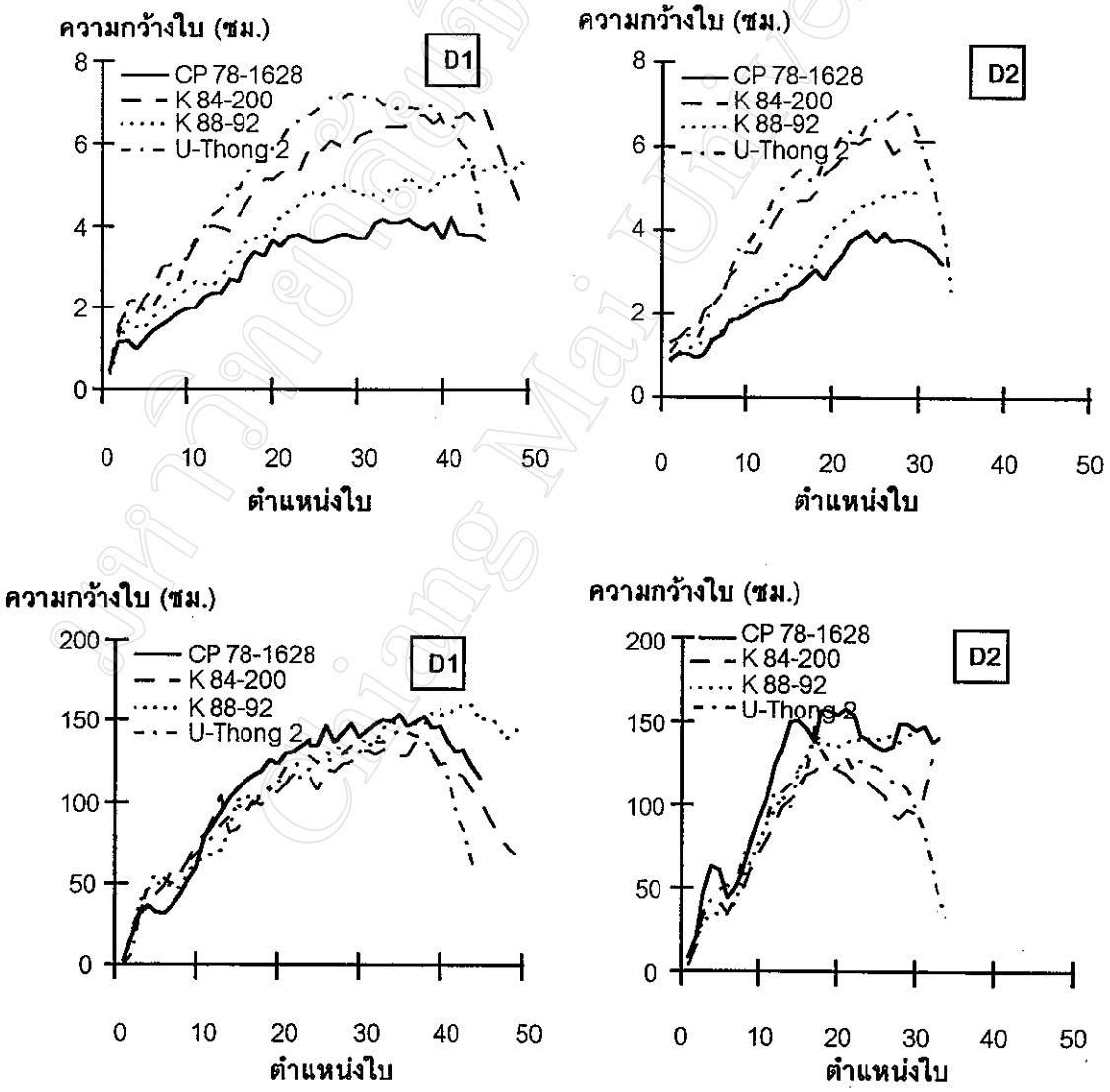
2. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบต่อความกว้างใบและความยาวใบ

ผลการศึกษาพบว่าความกว้างใบและความยาวใบ (เฉลี่ยต่อหนึ่งใบ) ของทุกพันธุ์ในทั้งสองวันปลูกมีค่าสหพันธ์ (correlation) ทางบวกต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใบที่มีความกว้างเพิ่มขึ้นก็จะมีความยาวเพิ่มขึ้นด้วย ใบอ้อยทั้งสี่พันธุ์มีความกว้างและความยาวของใบเพิ่มขึ้นเมื่ออ้อยมีพัฒนาการของใบเพิ่มขึ้นและจะมีค่าสูงสุดประมาณใบที่ 32 จากนั้นความกว้างและความยาวใบจะลดลง เนื่องจากอ้อยใกล้ถึงระยะการแทงช่อดอกและเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีระ ในวันปลูกที่หนึ่งและที่สองพบว่าอ้อยมีความกว้างใบสูงสุดเมื่อมีพัฒนาการของใบถึงใบที่ 38 และ 26 ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกันในขนาดความยาวใบ พัฒนาการทางความกว้างของอ้อยทั้งสี่พันธุ์ในทั้งสองวันปลูกมีลักษณะเหมือนกันถึงแม้จะมีพัฒนาการของจำนวนใบที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 9 ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความกว้างและความยาวใบ

ค่าสหสัมพันธ์/พันธุ์อ้อย	CP 78-1628	K 88-92	K 84-200	U-Thong 2
วันปลูกที่ 1	0.9307**	0.6446**	0.9482**	0.9127**
วันปลูกที่ 2	0.5970**	0.7282**	0.8879**	0.7941**

** significant level ที่ $p<0.01$



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบกับความกว้างและความยาวใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (D1) และวันปลูกที่สอง (D2)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของอ้อยทุกพันธุ์ในทั้งสองวันปลูก (ตารางที่ 10) พบว่าค่าความกว้างใบเฉลี่ยของอ้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์ ($p<0.05$) และวันปลูก ($p<0.01$) โดยในสามารถแบ่งกลุ่มตามความกว้างใบได้เป็นสามกลุ่ม (ตารางที่ 11) กลุ่มแรกได้แก่พันธุ์ K 84-200 และ U-Thong 2 มีความกว้างใบเฉลี่ยสูงสุด กลุ่มที่สองได้แก่พันธุ์ K 88-92 และกลุ่มที่สามมีความกว้างใบเฉลี่ยต่ำสุดคือพันธุ์ CP 78-1628 และเมื่อเปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของอ้อยทั้งสองวันปลูกพบว่าอ้อยในวันปลูกที่หนึ่งมีความกว้างเฉลี่ยมากกว่าอ้อยในวันปลูกที่สองเท่ากับ 0.66 เซนติเมตร

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของความกว้างใบ ความยาวใบ พื้นที่ใบ พื้นที่ใบรวม และจำนวนลำของอ้อยสี่พันธุ์ในสองวันปลูก

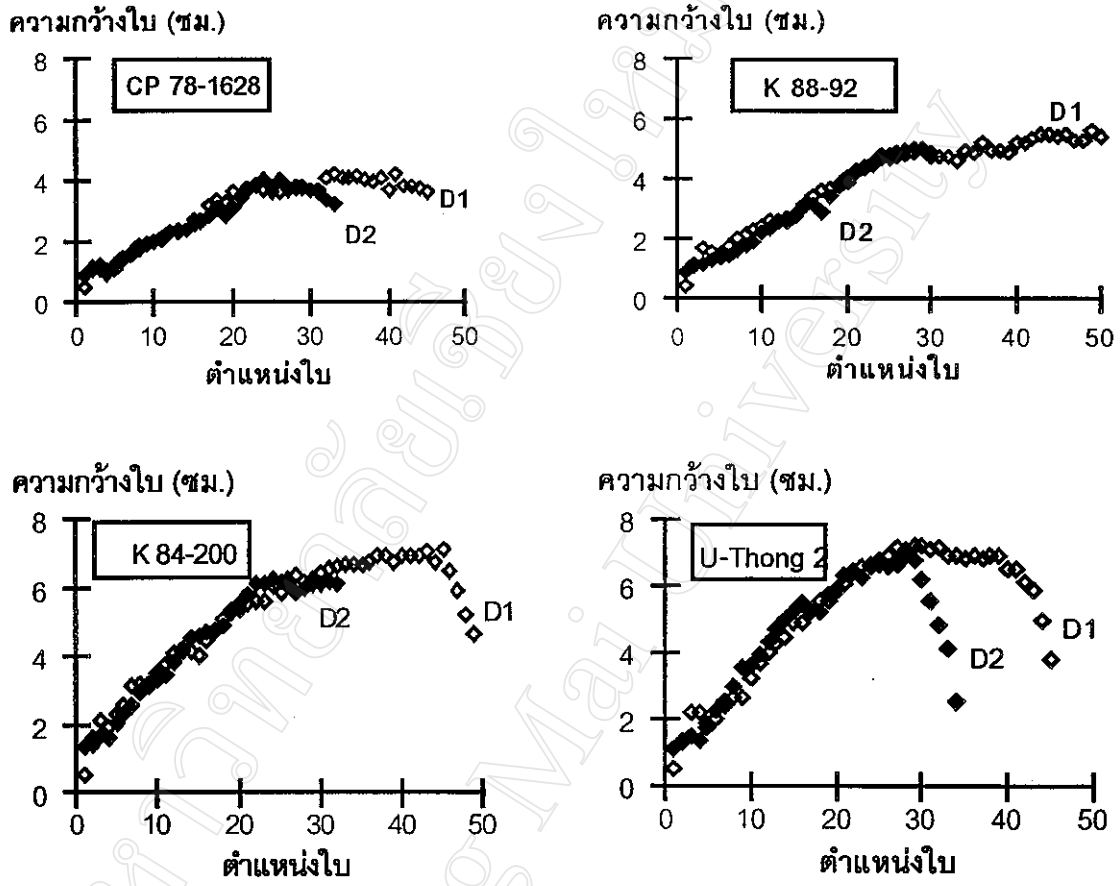
soure of variation	ความกว้างใบ	ความยาวใบ (เฉลี่ยต่อหนึ่งใบ)	พื้นที่ใบ	พื้นที่ใบรวมบนลำหลัก	จำนวนลำต่อกอ
ซ้ำ	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์ (A)	**	**	**	**	**
วันปลูก (B)	**	ns	**	**	**
A X B	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	26.2	9.8	18.2	34.9	38.1

จากภาพที่ 3 พบว่าพัฒนาการด้านความกว้างใบในวันปลูกที่สองจะสั้นกว่าในวันปลูกที่หนึ่งโดยมีความกว้างใบสูงสุดเร็วกว่าวันปลูกที่หนึ่งคือประมาณใบที่ 26 ในขณะที่วันปลูกที่หนึ่งจะมีความกว้างใบสูงสุดเมื่อถึงประมาณใบที่ 32 อย่างไรก็ตามเมื่อความกว้างใบเริ่มลดลงแล้วจะมีค่าความกว้างใบใกล้เคียงกับวันปลูกที่หนึ่งถึงแม้ว่าจะมีตำแหน่งใบที่แตกต่างกันก็ตาม โดยจะสังเกตเห็นได้ชัดเจนในอ้อยพันธุ์ U-Thong 2 ซึ่งจะมีสิ้นสุดระยะพัฒนาการทางใบเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวในทั้งสองวันปลูก

ตารางที่ 11 ความกว้างใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

พันธุ์	ความกว้างใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบ (เซนติเมตร)		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	เฉลี่ย
CP 78-1628	3.0	2.6	2.8
K 88-92	4.2	3.2	3.7
K 84-200	5.1	4.7	4.9
U-Thong 2	5.3	4.5	4.9
เฉลี่ย	4.4	3.8	4.1
LSD พันธุ์ (0.05) = 0.6 (0.01) = 1.0		LSD วันปลูก (0.05) = 0.4 (0.01) = 0.5	

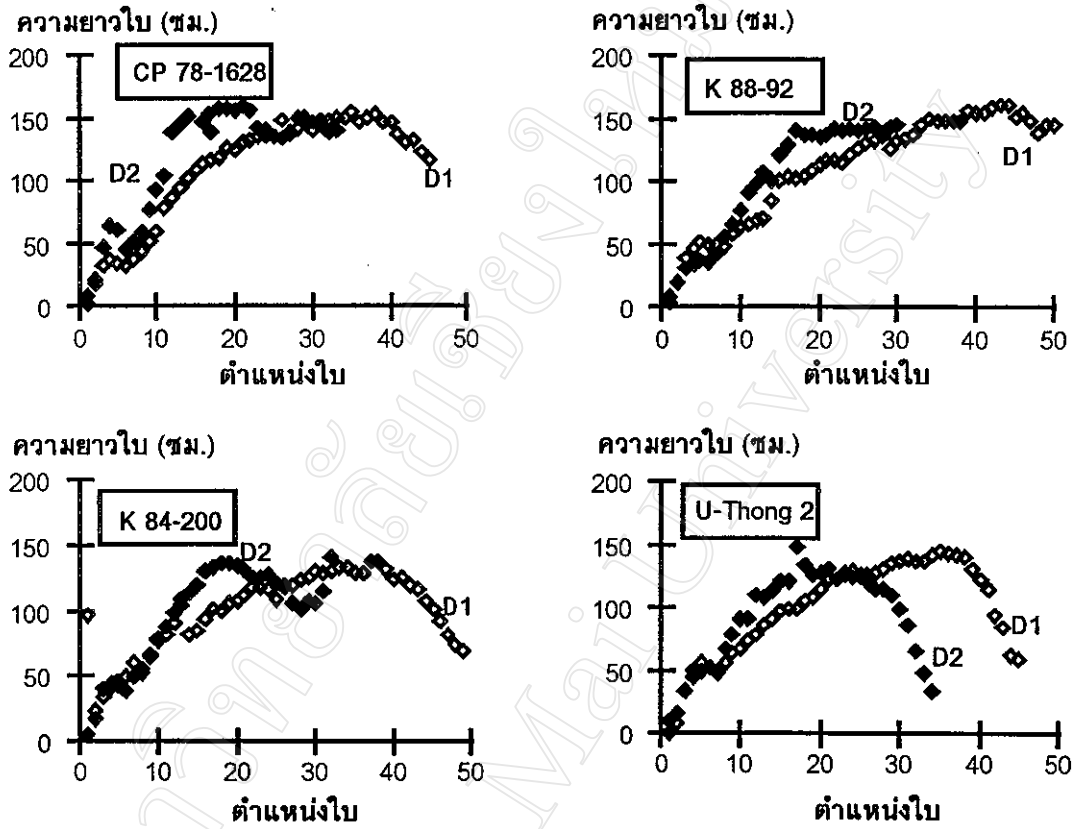
จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 10) แสดงให้เห็นว่าความยาวใบอ้อยเฉลี่ยในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีความยาวใบเฉลี่ย 102.6 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งกลุ่มตามความยาวใบได้เป็นสามกลุ่ม กลุ่มแรกคือพันธุ์ U-Thong 2 และ K 84-200 มีความยาวใบเฉลี่ย 94.0 และ 93.1 เซนติเมตร กลุ่มที่สองได้แก่พันธุ์ K 88-92 มีความยาวใบเฉลี่ย 106.9 กลุ่มที่สามคือพันธุ์ CP 78-1628 มีความยาวใบเฉลี่ย 113.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 12) จะเห็นได้ว่าการจัดกลุ่มตามความยาวใบของอ้อยทั้งสี่พันธุ์ได้คล้ายคลึงกับการจัดกลุ่มตามความกว้างใบ รวมทั้งพัฒนาการของความยาวใบก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับความกว้างใบ โดยพบว่าความยาวจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีพัฒนาการของใบเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณใบที่ 32 และหลังจากนั้นความยาวของใบก็จะลดลง (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบความกว้างใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (D1) และวันปลูกที่สอง (D2)

ตารางที่ 12 ความยาวใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

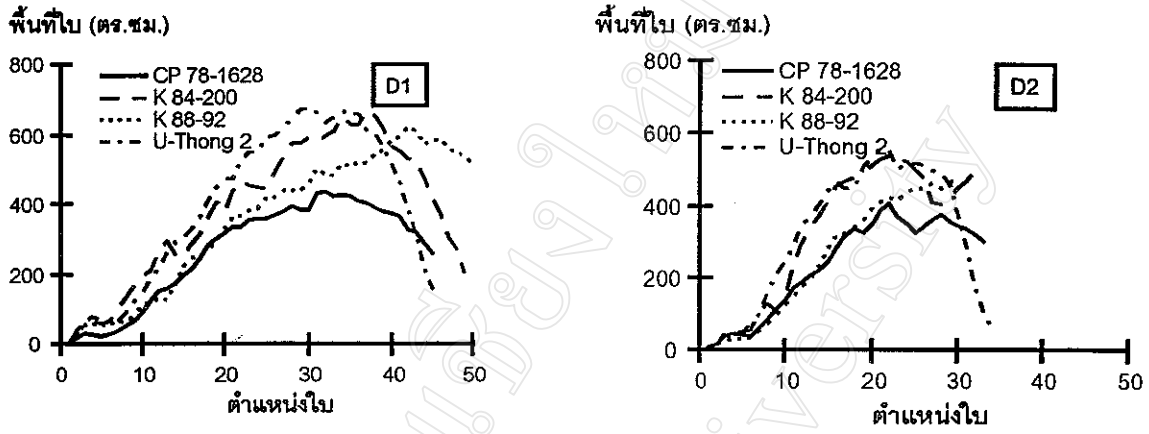
พันธุ์	ความยาวใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบ (เซนติเมตร)		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	เฉลี่ย
CP 78-1628	108.3	118.1	113.2
K 88-92	111.5	102.3	106.9
K 84-200	96.2	93.7	95.0
U-Thong 2	96.9	90.0	93.1
เฉลี่ย	103.2	101.0	102.1
LSD พันธุ์ (.05) = 4.7			
(.01) = 6.7			



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบความยาวใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (D1)และวันปลูกที่สอง (D2)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบและพื้นที่ใบ

อ้อยทั้งสี่พันธุ์มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นเมื่อมีพัฒนาการของใบหรือตำแหน่งใบสูงขึ้นจนถึงประมาณใบที่ 32 จากนั้นพื้นที่ใบจะมีขนาดลดลงเช่นเดียวกันกับความกว้างใบและความยาวใบในทั้งสองวันปลูก (ภาพที่ 5) จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 10) พบว่าอ้อยมีพื้นที่ใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบในแต่ละต้นแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ ($p<0.01$) และวันปลูก ($p<0.01$) โดยสามารถแบ่งกลุ่มพื้นที่ใบได้ในทำนองเดียวกันกับความกว้างใบ คือ กลุ่มแรก ได้แก่พันธุ์ K 84-200 และ U-Thong 2 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยหนึ่งใบเท่ากับ 349.9 และ 345.2 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ กลุ่มที่สองคือพันธุ์ K 88-92 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยหนึ่งใบ 311.8 ตารางเซนติเมตร และกลุ่มที่สาม พันธุ์ CP 87-1628 มีพื้นที่ใบเฉลี่ยหนึ่งใบต่ำที่สุดคือ 245.4 ตารางเซนติเมตร โดยที่ในวันปลูกที่หนึ่งมีค่าพื้นที่ใบหนึ่งใบสูงกว่าวันปลูกที่สองเท่ากับ 59.56 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 13)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบและพื้นที่ใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (D1) และวันปลูกที่สอง (D2)

ตารางที่ 13 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

พันธุ์	พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อหนึ่งใบ (ตารางเซนติเมตร)		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	เฉลี่ย
CP 78-1628	257.8	233.0	245.4
K 88-92	357.1	266.5	311.8
K 84-200	374.0	325.8	349.9
U-Thong 2	382.5	308.0	345.2
เฉลี่ย	342.9	283.3	313.1
LSD พันธุ์ (0.05) = 25.0		LSD วันปลูก (0.05) = 18.4	
(0.01) = 35.9		(0.01) = 25.8	

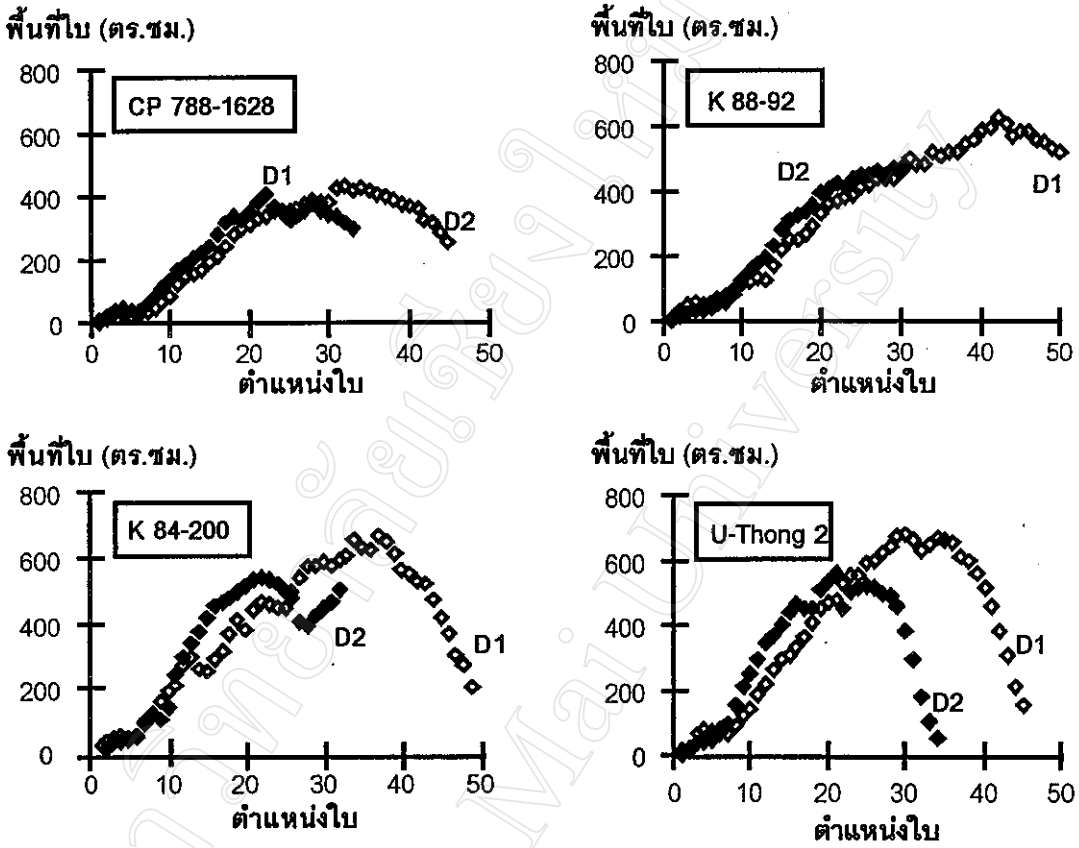
เมื่อพิจารณาจากค่าพื้นที่ใบรวมทั้งหมดต่อต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 10) พบว่ามีค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวันปลูก โดยในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สองอ้อยพันธุ์ CP 78-1628 มีพื้นที่ใบรวมต่ำสุดและแตกต่างจากทั้งสามพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใบรวมของอ้อยทั้งสองวันปลูกพบว่าวันปลูกที่หนึ่งมีพื้นที่ใบ

รวมสูงกว่าวันปลูกที่สอง โดยมีค่าความแตกต่างมากที่สุดในพันธุ์ K 88-92 , K 84-200, U-Thong 2 และ CP 78-1628 ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 พื้นที่ใบรวมบนลำหลักของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง

พันธุ์	พื้นที่ใบรวมบนลำหลัก (ตารางเมตร)		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	ผลต่างของวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง
CP 78-1628	1.2	0.8	0.4
K 88-92	1.8	0.9	1.0
K 84-200	1.9	1.0	0.9
U-Thong 2	1.8	1.0	0.8
LSD พันธุ์ x วันปลูก	(.05) = 0.17		
	(.01) = 0.25		

จากภาพที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใบในแต่ละตำแหน่งใบนั้น จะเห็นได้ว่าพัฒนาการของพื้นที่ใบมีแนวโน้มเช่นเดียวกันในทั้งสองวันปลูก แต่ในวันปลูกที่สองมีระยะพัฒนาการที่เร็วกว่า และมีพื้นที่ใบสูงสุดเมื่อประมาณใบที่ 23-26 และ ใบที่ 30-40 ในวันปลูกที่หนึ่ง ซึ่งตำแหน่งคล้ายคลึงกับความกว้างและความยาวใบ ส่งผลให้พื้นที่ใบในตำแหน่งใบหลังจากใบที่ 23-26 ลดลงอย่างรวดเร็วและมีค่าพื้นที่ใบต่ำกว่าวันปลูกที่หนึ่งในตำแหน่งใบเดียวกัน



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบพื้นที่ใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (D1) และวันปลูกที่สอง (D2)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างใบและความยาวใบต่อพื้นที่ใบ

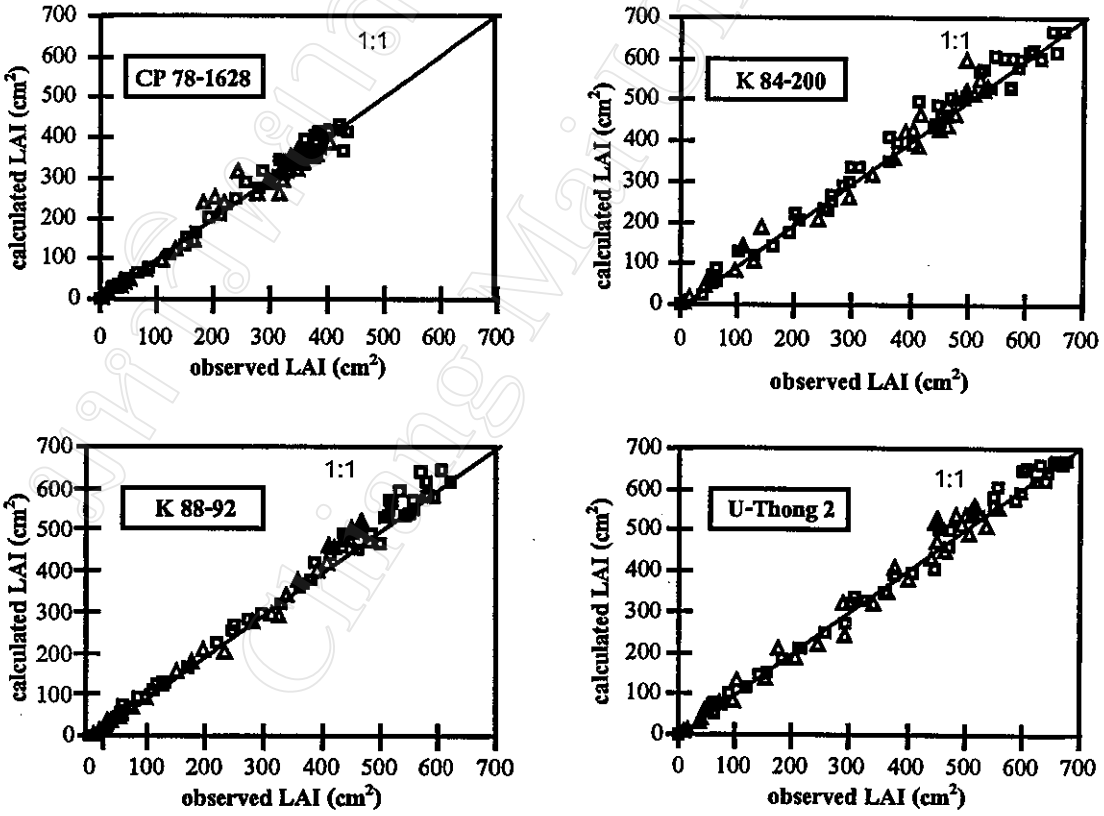
จากข้อมูลของความกว้างใบ ความยาวใบ และพื้นที่ใบที่ได้จากการวัดในเครื่องวัดพื้นที่ใบ (observed LA) สามารถนำมาประเมินพื้นที่ใบจริงได้จากสูตรประเมินพื้นที่ใบของพืชตระกูลหญ้าและธัญพืช (Kemp, 1960) คือ พื้นที่ใบเท่ากับ ค่า intercept (a) บวกด้วยค่าพื้นที่ใบที่ได้จากการคำนวน (calculated LA) โดยค่า a ได้จากสมการถดถอย (regression) ของ observed LA และ calculated LA ส่วนค่า calculated LA คำนวนได้จาก ผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิพื้นที่ใบ (*K*) ความกว้างใบสูงสุด (width) และความยาวใบสูงสุด (length) และ *K* คำนวนได้จากค่า obseved LA หารด้วย ผลคูณของความกว้างใบสูงสุดและความยาวใบสูงสุด

LA (cm^2) = intercept (a) + calculated LA

K = observed LA / (maximum width x maximum length)

calculated LA = *K* (maximum width x maximum length)

จากเส้น regression ของ observed LA และ calculated LA (ภาพที่ 7) และสมการในตารางที่ 15 พบว่า intercept (a) ที่ได้ในแต่ละพันธุ์ในทั้งสองวันปลูกทั้งค่าบวกและค่าลบไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากศูนย์ในทุก ๆ ค่า



ภาพที่ 7 เส้น regression ของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง (□)และวันปลูกที่สอง (Δ)

ตารางที่ 15 สมการ regression ของ observed LA และ caculated LA ของอ้อยสี่พันธุ์

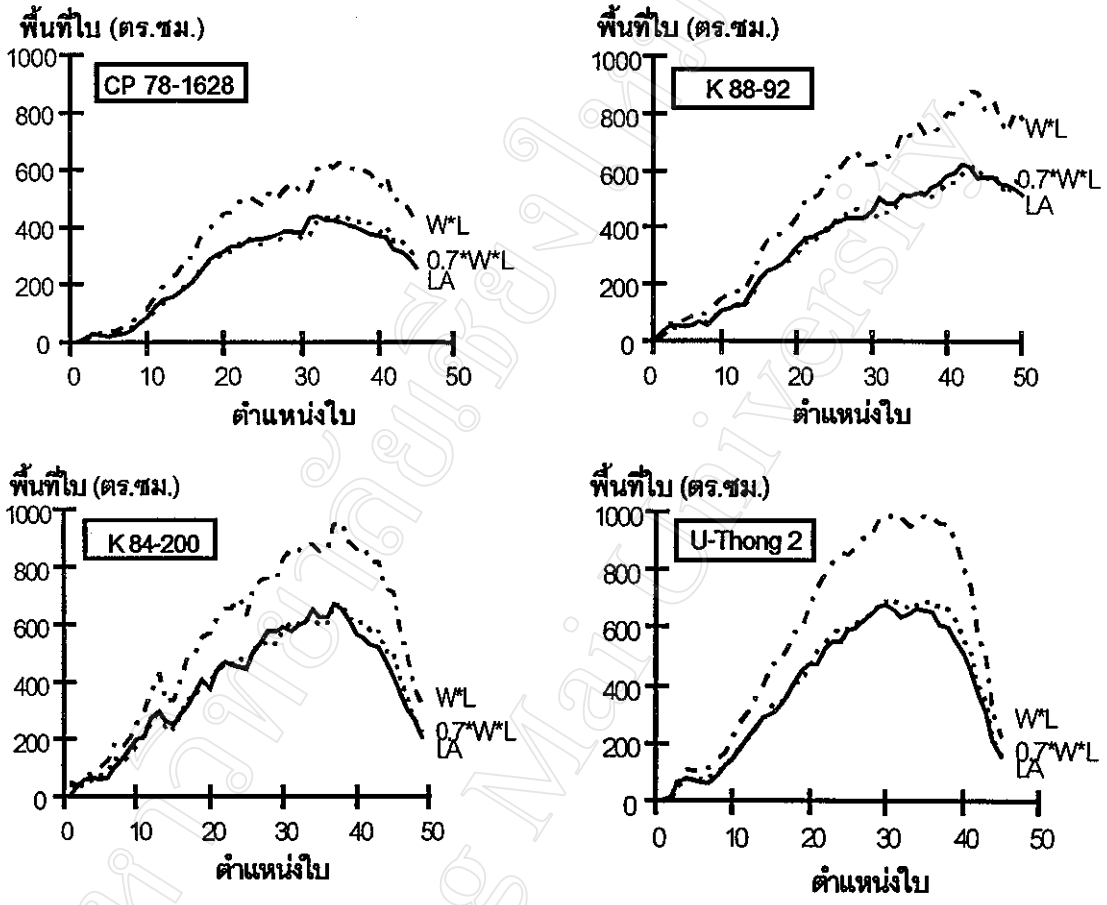
สมการ regression	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง
CP 78-1628	y = 0.993 x+ 2.577	y = 0.987x + 5.146
	r^2 = 0.98** n = 45	r^2 = 0.96** n = 33
K 88-92	y = 1.020x + 0.104	y = 1.088x - 10.395
	r^2 = 0.99** n = 51	r^2 = 0.99** n = 32
K 84-200	y = 1.006x+3.854	y = 1.022x -0.472
	r^2 = 0.98** n = 50	r^2 = 0.98** n = 31
U-Thong 2	y = 1.019x - 0.724	y = 1.046x - 3.977
	r^2 = 0.99** n = 46	r^2 = 0.98** n = 34

** significant level ที่ $p<0.01$

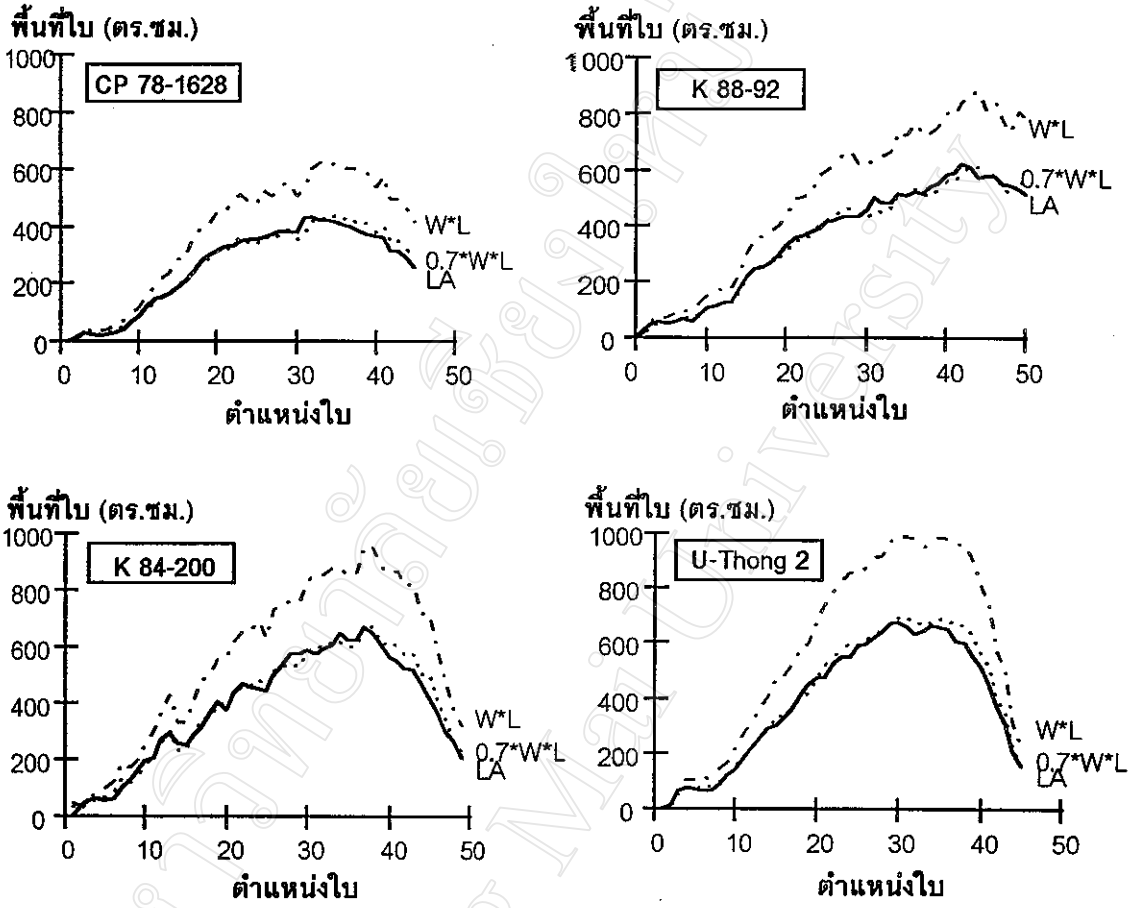
จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า สามารถใช้ค่า calculated LA ในการประเมินพื้นที่ใบในอ้อยทุกพันธุ์ได้ โดยใช้สูตรการคำนวณเท่ากับ ค่าสัมประสิทธิ์พื้นที่ใบ (K) คูณด้วยความกว้างใบสูงสุดและความยาวใบสูงสุด ซึ่งค่า K ที่คำนวณได้ในสองวันปลูก คือ 0.68, 0.73, 0.70 และ 0.68 ในพันธุ์ CP 78-1628, K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 (ตารางที่ 16) โดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของค่า K ของอ้อยทุกพันธุ์ในทั้งสองวันปลูกมีค่าเท่ากับ 0.7 เมื่อสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบระหว่าง observed LA และ calculated LA พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก (correlation = 0.99) ดังแสดงในภาพที่ 8 และภาพที่ 9

ตารางที่ 16 ค่าสัมประสิทธิ์พื้นที่ใบ (K) ในสองวันปลูก

สมการ regression	CP 78-1628	K 88-92	K 84-200	U-Thong 2
วันปลูกที่หนึ่ง	0.69	0.73	0.70	0.68
วันปลูกที่สอง	0.67	0.73	0.70	0.68



ภาพที่ 8 พื้นที่ใบที่ได้จาก ผลคูณระหว่างความกว้างและความยาวใบ (W*L) observed LA (LA) และ calculated LA (0.7*W*L) ในแต่ละตำแหน่งใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง



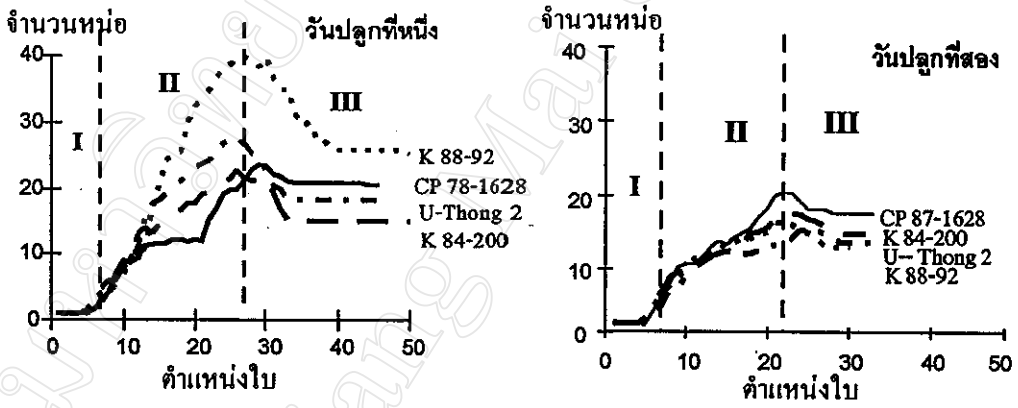
ภาพที่ 9 พื้นที่ใบที่ได้จาก ผลคูณระหว่างความกว้างและความยาวใบ (W*L) observed LA (LA) และ calculated LA (0.7*W*L) ในแต่ละตำแหน่งใบของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่สอง

5. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบและจำนวนหน่อ

ในวันปลูกที่หนึ่ง (ภาพที่ 10) พบว่าการแตกหน่อของอ้อยสี่พันธุ์ในช่วงพัฒนาการใบที่ 1-7 (**I**) มีการแตกหน่อต่ำ คือ 0.39 หน่อต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยที่มีพัฒนาการระหว่างใบที่ 8-27 (**II**) ซึ่งมีการแตกหน่อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วคือ 1.28 หน่อต่อใบ โดยพันธุ์ K 88-92 จะมีการแตกหน่อในช่วงนี้สูงสุด และเฉลี่ยอ้อยทุกพันธุ์จะมีจำนวนหน่อสูงสุดเมื่อถึงประมาณใบที่ 27 คือ 23, 39, 22 และ 27 หน่อในพันธุ์ CP 78-1628, K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 จากนั้น

จำนวนหน่อจะลดลงโดยมีการลดลงหน่อเป็น 0.99 หน่อต่อใบ (**III**) จนกระทั่งประมาณใบที่ 32 จำนวนหน่อจะคงที่ คือ จำนวนใบเพิ่มแต่หน่อไม่เพิ่ม

ในวันปลูกที่สองมีรูปแบบพัฒนาการของหน่อที่คล้ายคลึงกับวันปลูกที่หนึ่ง แต่ระยะการแตกหน่อจะสั้นลงและจำนวนหน่อก็น้อยกว่า ระหว่างพัฒนาการใบที่ 1-6 (**I**) มีการแตกหน่อเป็น 0.30 หน่อต่อใบ และมีการแตกหน่อเพิ่มขึ้นเป็น 0.67 หน่อต่อใบ ในระหว่างพัฒนาการของใบที่ 7-22 (**II**) เฉลี่ยแล้วอ้อยทุกพันธุ์จะมีจำนวนหน่อสูงสุดเมื่อมีพัฒนาการประมาณใบที่ 22 คือ 15, 12, 13 และ 11 หน่อ ในพันธุ์ CP 78-1628, K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 ตามลำดับ จากนั้นจำนวนหน่อจะลดลงในอัตรา 0.5 หน่อต่อใบ (**III**) จนกระทั่งอ้อยมีพัฒนาการถึงใบที่ 28 จำนวนหน่อก็จะคงที่ (ภาพที่ 10)

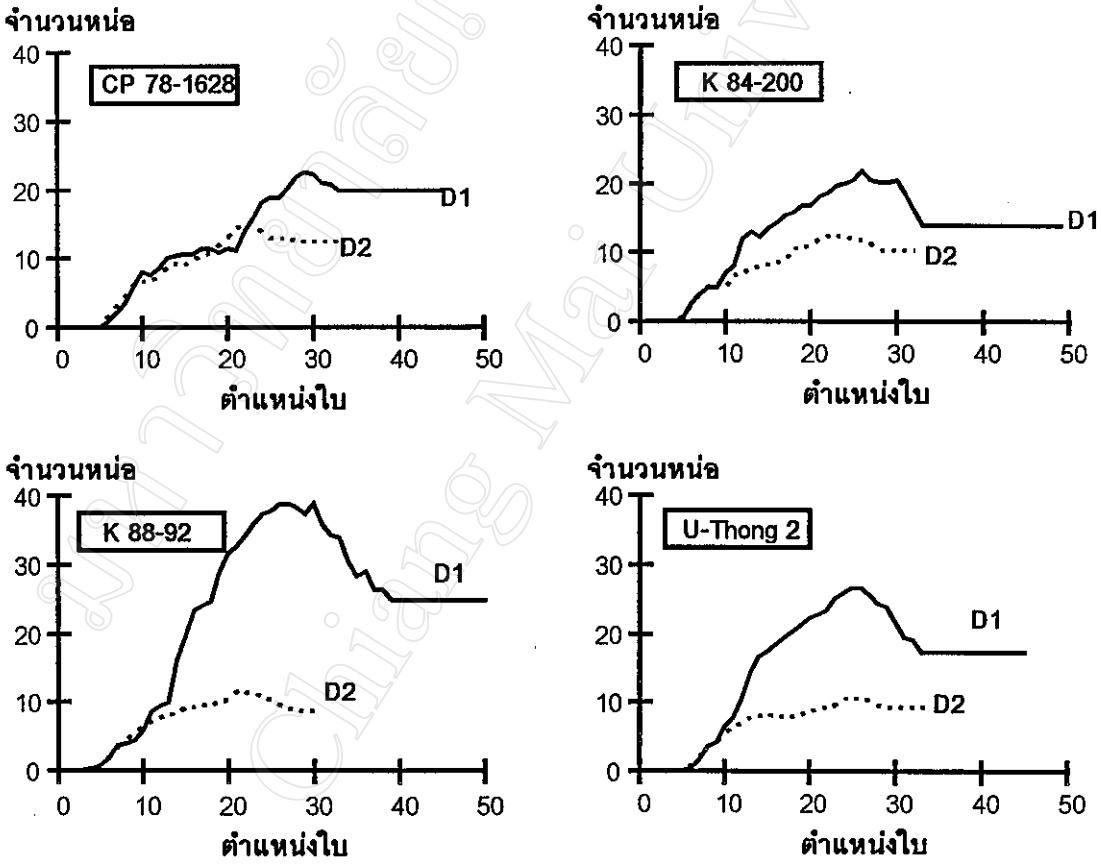


ภาพที่ 10 การแตกหน่อของอ้อยสี่พันธุ์ในแต่ละระยะพัฒนาการของใบ

จากภาพที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อและอัตราการแตกหน่อของอ้อยในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สองในแต่ละช่วงพัฒนาการของใบนั้น จะเห็นได้ว่าอ้อยทุกพันธุ์ในวันปลูกที่สองมีจำนวนหน่อและอัตราการแตกหน่อต่ำกว่าในวันปลูกที่หนึ่ง

เมื่อวิเคราะห์จำนวนลำอ้อยต่อกอที่เหลือในวันเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 10) พบว่าในวันปลูกที่หนึ่งจำนวนลำต่อกอของอ้อยทุกพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.01$) โดยพันธุ์ K 88-92 มีจำนวนลำต่อกอสูงสุด คือ 25 ลำ และพันธุ์ CP 78-1628, U-Thong 2 และ K 84-200 มีจำนวนลำเท่ากับ 20, 17 และ 14 ลำ ตามลำดับ แต่ในวันปลูกที่สองนั้นพบว่าพันธุ์ CP 78-1628 มีจำนวนลำ

เท่ากับ 20, 17 และ 14 ลำ ตามลำดับ แต่ในวันปลูกที่สองนั้นพบว่าพันธุ์ CP 78-1628 มีจำนวนลำสูงสุดคือ 13 ลำ ส่วนพันธุ์ K 84-200, U-Thong 2 และ K 88-92 มีจำนวนลำเท่ากับ 11, 9 และ 9 ลำต่อกอ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนลำในสองวันปลูกพบว่าวันปลูกที่หนึ่งมีจำนวนลำสูงกว่าวันปลูกที่สองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพันธุ์ที่มีความแตกต่างมากที่สุดคือ K 88-92, U-Thong 2, CP 78-1628 และ K 84-200 ตามลำดับ (ตารางที่ 17)



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบจำนวนหน่อของอ้อยสี่พันธุ์ในแต่ละตำแหน่งใบในวันปลูกที่หนึ่ง (D1) และวันปลูกที่สอง (D2)

ตารางที่ 17 จำนวนลำต่อกอของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สองในวันเก็บเกี่ยว

พันธุ์	จำนวนลำต่อกอ		
	วันปลูกที่หนึ่ง	วันปลูกที่สอง	ผลต่างของวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง
CP 78-1628	20	13	7
K 88-92	25	9	16
K 84-200	14	11	3
U-Thong 2	17	9	8
LSD พันธุ์ x วันปลูก (.05) = 2.98			
(.01) = 4.31			

6. ผังพัฒนาการของอ้อย

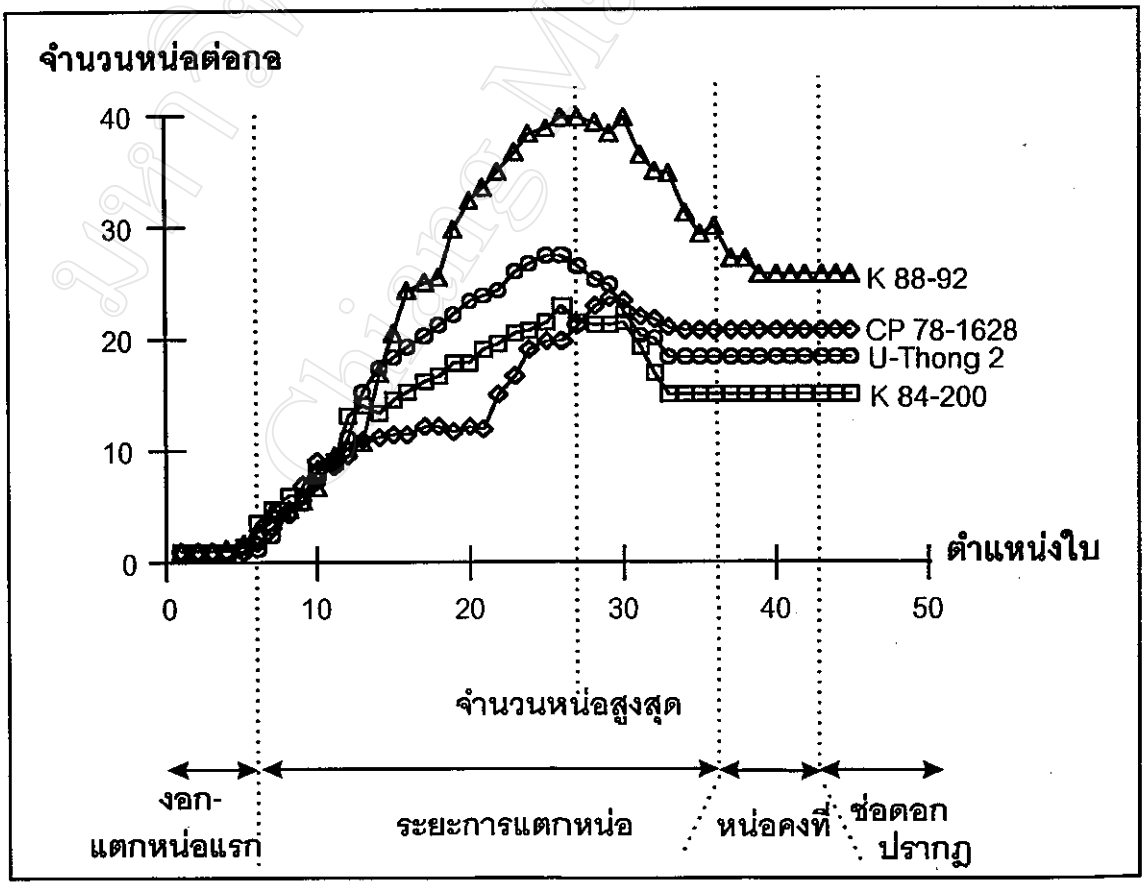
จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าในวันปลูกที่หนึ่งสามารถแบ่งพัฒนาการของอ้อยอย่างกว้าง ๆ 5 ระยะ โดยระยะที่หนึ่งเริ่มตั้งแต่ปลูกถึงงอกของลำต้นหลัก ระยะที่สองตั้งแต่งอกของลำต้นหลักจนถึงเริ่มแตกหน่อแรก ระยะที่สามตั้งแต่เริ่มแตกหน่อแรกถึงจำนวนหน่อสูงสุด ระยะที่สี่ตั้งแต่จำนวนหน่อสูงสุดถึงหน่อคงที่ และระยะสุดท้ายตั้งแต่จำนวนหน่อคงที่ถึงการปรากฏช่อดอก (ภาพที่ 12) ในระยะที่หนึ่งอ้อยทุกพันธุ์มีค่า GDD เฉลี่ยเท่ากับ 116 องศาเซลเซียส โดยระยะแตกหน่อจะตั้งแต่เริ่มแตกหน่อแรกจนถึงระยะที่มีหน่อสูงสุดในใบที่ 29 ในพันธุ์ CP 78-1628 และ 26 ในพันธุ์ K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 ระยะที่จำนวนหน่อคงที่โดยเฉลี่ยจะเริ่มตั้งแต่อ้อยมีใบที่ 34- 41 และจะเริ่มมีการสร้างช่อดอกเฉลี่ยใบที่ 42 เป็นต้นไปจนถึงวันเก็บเกี่ยว โดยแต่ระยะพัฒนาการของอ้อยแต่ละพันธุ์จะใช้ค่า GDD แตกต่างกัน (ตารางที่ 18)

จากภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่าอ้อยทั้ง 4 พันธุ์มีลักษณะพัฒนาการที่คล้ายคลึงกัน แต่มีระยะพัฒนาการที่แตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์ที่มีระยะพัฒนาการเร็วที่สุดหรือถึงระยะการสุกแก่เร็ว คือ U-Thong 2 และ K 84-200 โดยจะมีการสร้างช่อดอก (Panicle Initiation, PI) ในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ตามลำดับ และหลังจากนั้นประมาณหนึ่งเดือน ก็จะเป็นระยะที่สามารถเห็นช่อดอกปรากฏออกมา (Panicle Emergence, PE) ส่วนพันธุ์ CP 78-1628 และ K 88-92 มีความ

แปรปรวนในระยะการพัฒนาช่อดอกสูง คือ มีการพัฒนาช่อดอกในบางต้น และต้นที่ไม่มีการสร้างช่อดอกก็มีพัฒนาการทางใบช้าลงหรือแทบจะไม่มีพัฒนาการเลยเมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 18 ค่า GDDในแต่ละระยะพัฒนาการของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง

ระยะพัฒนาการ	ใบที่	GDD (องศาเซลเซียส)				
		CP 78-1628	K 88-92	K 84-200	U-Thong 2	เฉลี่ย
ปลูก-งอก		116	116	116	116	116
งอก-แตกหน่อแรก	1-6	970	952	1140	1069	1,033
แตกหน่อแรก-หน่อสูงสุด	7-28	3,008	2,475	2,631	2,753	2,737
หน่อสูงสุด-หน่อคงที่	29-41	2,152	1,882	2,065	2,080	2,045
หน่อคงที่-ปรากฏช่อดอก	>42	444	1,317	700	256	794

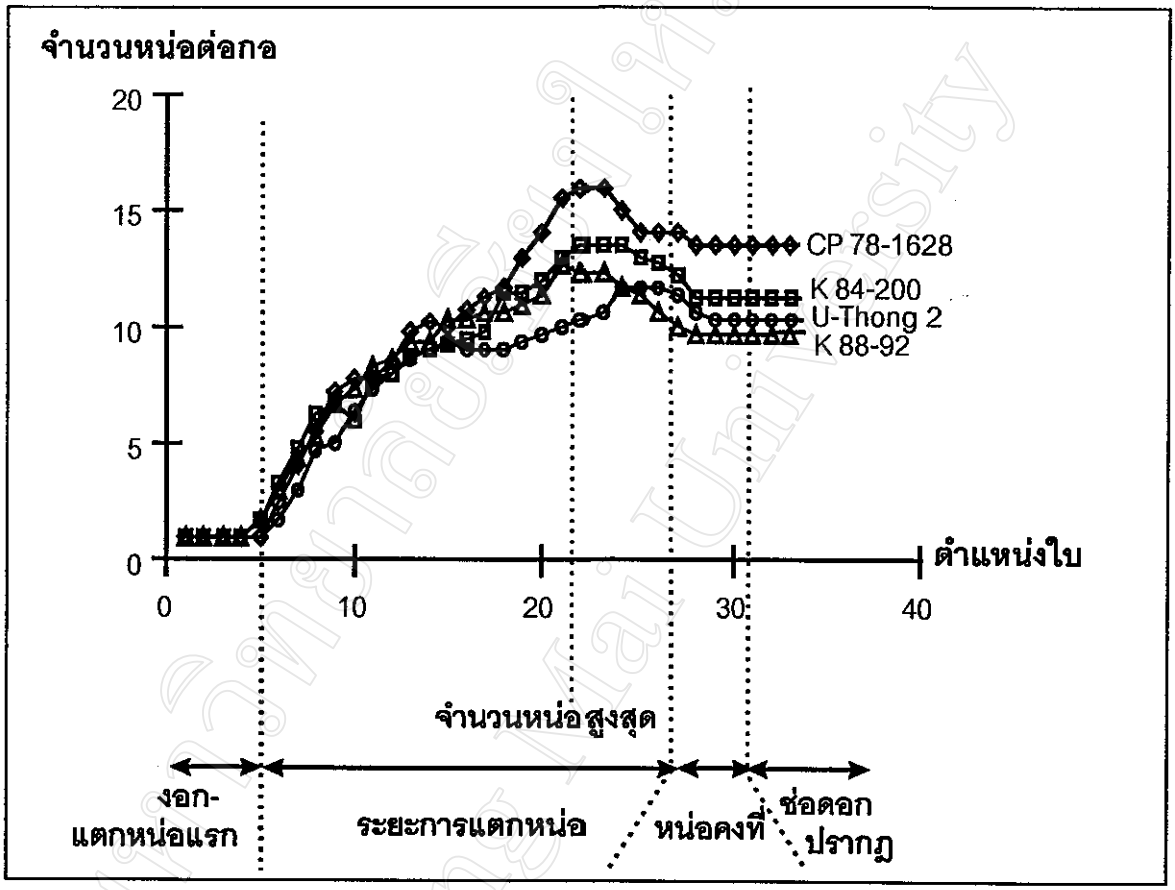


ภาพที่ 12 ผังพัฒนาการของอ้อยทั้งสี่พันธุ์ในวันปลูกที่หนึ่ง

ในวันปลูกที่สองพบว่าสามารถแบ่งระยะพัฒนาการได้ 5 ระยะ เช่นเดียวกับวันปลูกที่หนึ่ง แต่มีระยะพัฒนาการสั้นกว่าวันปลูกที่หนึ่ง อ้อยทุกพันธุ์ในวันปลูกที่สองมีระยะพัฒนาการที่ใกล้เคียงกัน ในระยะงอกถึงแตกหน่อแรกอ้อยมีพัฒนาการทางใบเท่ากับใบที่ 1-5 ระยะแตกกอคือใบที่ 6-22 และตั้งแต่ใบที่ 23-28 จำนวนจะเริ่มลดลง และจำนวนหน่อจะคงที่ในใบที่ 28 (ภาพที่ 13) แต่ละระยะพัฒนาการใช้มีค่า GDD ดังตารางที่ 19 แต่ในวันปลูกที่สองนี้มีเพียงพันธุ์ U-Thong 2 เท่านั้นที่มีการสร้างช่อดอกแต่จะมีการสร้างช่อดอกช้ากว่าพันธุ์ U-Thong 2 ที่ปลูกในวันปลูกที่หนึ่งเป็นเวลา 1 เดือน ส่วนพันธุ์ CP 78-1628 ,K 88-92 และ K 84-200 พบว่าไม่มีการสร้างช่อดอก และพัฒนาการทางใบข้าหรือแทบจะไม่มีการสร้างใบเลย

ตารางที่ 19 ค่า GDD ในแต่ละระยะพัฒนาการของอ้อยสี่พันธุ์ในวันปลูกที่สอง

ระยะพัฒนาการ	ใบที่	GDD (องศาเซลเซียส)				
		CP 78-1628	K 88-92	K 84-200	U-Thong 2	เฉลี่ย
ปลูก-งอก		97	97	97	97	97
งอก-แตกหน่อแรก	1-5	565	804	914	642	731
แตกหน่อแรก-หน่อสูงสุด	6-22	1,857	1,722	1,703	1,902	1,796
หน่อสูงสุด-หน่อคงที่	23-31	912	808	890	838	862
หน่อคงที่-ปรากฏช่อดอก	>31	450	486		265	300



ภาพที่ 13 ผังพัฒนาการของอ้อยทั้งสี่พันธุ์ในวันปลูกที่สอง