ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน ปฐพีวิทยา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของความร้อนสะสมและปริมาณน้ำต่อค่าบริกซ์ของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80

The Effect of Heat Accumulation Unit and Amount of Water on the Brix of Sugarcane var. Suphanburi 80

นามผู้วิจัย นายประสิทธิ์ สมจินดา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์กุมุท สังขศิลา, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของความร้อนสะสมและปริมาณน้ำต่อค่าบริกซ์ของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80

The Effect of Heat Accumulation Unit and Amount of Water on the Brix of Sugarcane var. Suphanburi 80

โดย

นายประสิทธิ์ สมจินดา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธ์ สมจินดา 2557: ผลของความร้อนสะสมและปริมาณน้ำต่อค่าบริกซ์ของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์กุมุท สังขศิลา, Ph.D. 78 หน้า

ศึกษาผลความร้อนสะสมและปริมาณน้ำต่อค่าบริกซ์ในลำอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ทุกหน่วยทดลองปลูกอ้อยในถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ใส่มวลดิน 750 กิโลกรัมต่อถัง วางแผนทดลองแบบ 2 ปัจจัย (2x4 factorial) ปัจจัยแรกคือหน่วยความร้อนสะสมมี 2 ระดับ ปัจจัยที่สองคือการให้น้ำมี 4 แบบ ทำ 3 ซ้ำ หน่วยความร้อนสะสมต่างกัน 2 ระดับทำโดยตำรับแรกปลูกอ้อยในถังภายใต้บรรยากาศปกติ (T1) และตำรับหลังความร้อนสะสมสูงทำโดย ล้อมถังปลูกอ้อยด้วยแผ่นพลาสติกใสสี่ด้าน (T2) ตำรับให้น้ำได้แก่ คือ 1) ไม่ให้น้ำเสริม (W0) 2) ให้น้ำเสริมเมื่ออ้อยอายุ 154-184 และ 215-245 วัน (W1) 3) ให้น้ำเสริมเมื่ออ้อยอายุ 123-245 วัน (W2) และ 4) ให้น้ำเสริมเมื่ออ้อยอายุ 93-366 วัน (W3) เมื่ออ้อยมีอายุ 0-30, 31-170, 171-295 และ 295-330 วัน กำหนดความต้องการน้ำของอ้อยเป็น 4.0, 4.5, 5.0 และ 4.0 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ เก็บข้อมูลอุณหภูมิเหนือดินตั้งแต่อ้อยอายุ 112-375 วัน เก็บค่าบริกซ์โดยใช้เครื่องแบบพกพา ทุกๆระยะ 30 เซนติเมตรของลำอ้อย เก็บข้อมูลบริกซ์เมื่ออ้อยอายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออ้อยอายุ 375 วัน

หน่วยความร้อนสะสมตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 3,513 ถึง 3,695 °Cd สำหรับตำรับทดลองทั้งสอง ตามลำดับ ปริมาณน้ำทั้งหมดที่อ้อยได้รับของ W0, W1, W2 และ W3 เป็น 1,508, 1,535, 1,615 และ 2,137 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตำรับ T1 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำเมื่อเก็บเกี่ยวมากกว่า T2 (p-value = 0.001) ส่วนมวลลำอ้อยสะสม จำนวนปล้องสะสม ความยาวลำสะสม และพื้นที่ใบอ้อยสะสมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างความร้อนสะสมและการให้น้ำเสริมต่อค่าบริกซ์ของอ้อย ที่อ้อยอายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305 และ 354 วัน ตำรับทดลอง T1 ทำให้ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำอ้อยมีค่าสูงกว่าของ T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = < 0.023) และขณะที่อ้อยอายุ 270 และ 305 วัน พบว่า W3, W2 และ W1 ให้ค่าบริกซ์สูงกว่า W0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.009 และ 0.006 ตามลำดับ) จากการประยุกต์สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสะสมและค่าบริกซ์พบว่า T1 ให้ค่าบริกซ์ของลำอ้อยสูงสุดที่ 19.46 °Bx เมื่ออ้อยอายุ 286 วัน มีความร้อนสะสม 2,896 °Cd ส่วน T2 ให้ค่าบริกซ์ของลำอ้อยสูงสุดที่ 17.05 °Bx เมื่ออ้อยอายุ 321 วัน มีความร้อนสะสม 3,176 °Cd ตำรับความร้อนสะสม T2 ทำให้ค่าบริกซ์และอายุพร้อมเก็บเกี่ยวล่าช้ากว่า T1 35 วัน ตำรับให้น้ำเสริม W0, W1, W2 และ W3 ให้ค่าบริกซ์ของลำอ้อยสูงสุดเมื่ออ้อยอายุ 302, 295, 298 และ 299 วัน ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าการให้น้ำเสริมทำให้อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 พร้อมเก็บเกี่ยวเร็วกว่าการไม่ให้น้ำเสริม

/ /

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Prasit Somjinda 2014: The Effect of Heat Accumulation Unit and Amount of Water on the Brix of Sugarcane var. Suphanburi 80. Master of Science (Soil Science and Management Technology), Major Field: Soil Science and Management Technology, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Associate Professor Kumut Sangkhasila, Ph.D. 78 pages.

Effect of heat accumulation unit and amount of water on the longitudinal distribution of brix for sugarcane var. Suphanburi 80 was the content on this study. Sugarcnae was planted in a cement tank with a diameter of 100 cm, treated as an experimental unit. The experimental design was 2x4 factorial in CRD with 3 replications. The first factor was 2 levels of heat unit. The second factor was 4 levels of supplementary water. The heat unit treatments were made by 1) growing sugarcane in tanks under normal field conditions (T1), and 2) growing sugarcane in a tanks surrounded with plastic sheets (T2) intending to increase the air temperature inside the sugarcane canopy. Supplementary water treatments were rainfed conditions with 1) no addition water supplemented (W0), 2) with supplemented water during 154-184 and 215-245 day after growing, DAG, (W1) 3) with supplemented water during 123-245 DAG (W2) and 4) with supplemented of water during 93-366 DAG (W3).Amount of additional water was defined to be 4.0, 4.5, 5.0 and 4.0 mm per day when the age or sugarcane were 0-30, 31-170, 171-295 and 295-330 DAG.

Results heat accumulation units at harvested time (375 DAG) were 3,513 and 3,695 ° Cd for the 2 hear accumulation, respectively. The total amount of water received by the treated sugarcanes for W0, W1, W2 and W3 were 1,508, 1,535, 1,615 and 2,137 mm, respectively. The T1 made the stem diameter of sugarcane bigger than that of the T2 (p-value = 0.001). Stem mass accumulation, number of internodes, stem length and accumulative leaf areas at hervested time were not statistically significant differences for the heat unit treatments. There were no any interaction between heat accumulation unit and amount of water on brix value of sugarcane. At 124, 164, 198, 222, 270, 305 and 354 DAG, T1 made average values of brix been higher than those of T2 (p-value = < 0.023). At 270 and 305 DAG, water treatments W3, W2 and W1 made brix values been higher than those of W0 (p-value = < 0.006). The application of equations describing relationships between heat accumulation units and brix values of sugarcane showed that T1 gave the highest brix value of 19.46 °Bx when the sugarcane was at the age of 286 days with1 its corresponding heat accumulation unit of 2,896 °Cd, While T2 gave highest brix value of 17.05 °Bx when the cane was at the age of 321 days with its corresponding heat accumulation unit of 3,176 °Cd. Treatment T2 tended to delay its harvesting time for 35 days. Treatment W0, W1, W2 and W3 had their highest stem brix value when their ages were age 302, 295, 298 and 299 days, respectively. It should be concluded that an additional amount of water to sugarcanes made their harvesting times been earlier than sugarcanes without an additional water.

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.กุมุท สังขศิลา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จสมบรูณ์ และเป็นครูผู้อบรมสั่งสอน

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

ประสิทธิ์ สมจินดา

กันยายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	16
อุปกรณ์	16
วิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	23
สรุปผลการทดลอง	63
ภาคผนวก	71
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำของแต่ละตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	18
2	อุณหภูมิใต้ดินเฉลี่ยในแต่ละตำรับทดลอง	24
3	อุณหภูมิเหนือดินเฉลี่ยในแต่ละตำรับทดลอง	25
4	หน่วยความร้อนสะสมใต้ดินและเหนือดินของแต่ละตำรับทดลอง	25
5	มวลลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุต่างๆในช่วงปลูก	30
6	จำนวนปล้องสะสมของอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก	33
7	เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก	37
8	ความยาวลำสะสมของอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก	40
9	พื้นที่ใบสะสมของอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก	43
10	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 305 วัน	49
11	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 354 วัน	50
12	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 375 วัน	51
13	ค่าบริกซ์ของอ้อยเฉลี่ยทั้งต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก	54
14	ค่าบริกซ์และความร้อนสะสมเหนือดินที่อ้อยอายุต่างๆ ของตำรับการทดลอง ความร้อนสะสม	56
15	ค่าบริกซ์และความร้อนสะสมที่อ้อยอายุต่างๆของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	57
16	ค่าบริกซ์และปริมาณน้ำที่อ้อยอายุต่างๆของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	62

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1	สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของชุดดินกำแพงแสนก่อนการทดลอง	72
2	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 124 วัน	73
3	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 164 วัน	74
4	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 198 วัน	75
5	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 222 วัน	76
6	ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 270 วัน	77

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกและตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก	17
2	ปริมาณน้ำฝนในช่วงปลูก 1 มีนาคม 2554 ถึง 1 มีนาคม 2555 ที่สถานีตรวจวัดอากาศกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	17
3	อุณหภูมิเหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินรายวันเฉลี่ยของตำรับการทดลองความร้อนสะสม ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก	26
4	อุณหภูมิเหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินรายวันเฉลี่ยของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม ปริมาณฝนที่ตกและน้ำที่ให้เสริม ตำรับไม่ให้น้ำเสริม (W0) ตำรับให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 154-184 และ 215-245 วัน (W1)	27
5	อุณหภูมิเหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินรายวันเฉลี่ยของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม ปริมาณฝนที่ตกและน้ำที่ให้เสริม ตำรับให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 123-245 วัน (W0) ตำรับให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 93-366 วัน (W1)	28
6	มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับทดลองความร้อนสะสม มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	31
7	จำนวนปล้องสะสมตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	34
8	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยสะสมตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	38
9	ความยาวลำสะสมอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	41
10	พื้นที่ใบสะสมต่อต้นของอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม	44
11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์และความร้อนสะสมเหนือผิวดินของตำรับการทดลองความร้อนสะสม	58
12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์และความร้อนสะสมเหนือผิวดินของตำรับการทดลองการให้น้ำเสริม	59
13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์และปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ	61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของความร้อนสะสมและปริมาณน้ำต่อค่าบริกซ์ของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80

The Effect of Heat Accumulation Unit and Amount of Water on the Brix of Sugarcane var. Suphanburi 80

คำนำ

อ้อยเป็นพืชอุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตน้ำตาลในการบริโภค และยังสามารถผลิตเป็น แอลกอฮอล์ สารเคลือบผิว สารประกอบทางเคมี อีกทั้งยังมีผลพลอยได้ เช่น ผลิตพลังงานใช้ในโรงงาน ผลิตกระดาษ ผลิตไม้อัด ผลิตปุ๋ยหมัก อ้อยปลูกเกือบจะทุกภูมิภาคของประเทศไทยยกเว้นภาคใต้ เพราะอ้อยเป็นพืชที่ให้ผลผลิตและผลตอบแทนสูง มีความทนทานต่อสภาพอากาศและสามารถปรับตัวได้ดีกับพื้นที่ปลูก นอกจากนี้ยังมีตลาดรับซื้อที่แน่นอน (ประเสริฐ, 2547) ปี 2556 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกอ้อย 8.26 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 100.10 ล้านตัน มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 12.12 ตัน สร้างรายได้ให้เกษตรกรกว่า 91,788 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

ถ้าเปรียบเทียบผลผลิตอ้อยต่อไร่กับประเทศผู้ค้าน้ำตาลส่งออกอย่าง ออสเตรเลีย บราซิลและแอฟริกาใต้ จะพบว่าผลผลิตอ้อยต่อไร่ของไทยมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า จึงมีการศึกษากันอย่างมากเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณผลผลิตอ้อยสดต่อพื้นที่ เช่น การสะสมมวลสด-แห้ง การแตกกอ การไว้ตอ การเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูก การจัดการธาตุอาหาร-น้ำ-ดิน และการปรับปรุงพันธุ์อ้อย (ประเสริฐ, 2551; สุทิชา, 2551) ที่กล่าวมาล้วนเป็นการปรับปรุงทางด้านปริมาณ แท้จริงแล้วการผลิตอ้อยต้องการทั้งคุณภาพและปริมาณ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงคุณภาพของอ้อย ด้านปริมาณน้ำตาลที่อ้อยสะสมได้ต่อตันอ้อยสด ซึ่งการสะสมน้ำตาลหรือความหวานของอ้อยเริ่มเมื่ออ้อยอายุประมาณ 4 เดือนแต่จะมีการสะสมสูงสุดในช่วง 3 เดือนสุดท้ายก่อนเก็บเกี่ยว โดยมีสิ่งแวดล้อมและพันธุกรรมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมน้ำตาลหรือความหวานของอ้อย รวมทั้งอายุอ้อยเมื่อตัดอ้อย ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ที่ผ่านมาจะมีการปรับปรุงพันธุ์อ้อยใหม่ๆขึ้นมาใช้ทดแทนพันธุ์อ้อยจากต่างประเทศ แต่ผลที่ได้ทำให้ค่าความหวานอ้อยมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (0.06 ซีซีเอสต่อปี) (ประเสริฐ, 2551) ส่วนปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณฝน แสงแดด ความชื้นในดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อุณหภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญกำหนดการสะสมน้ำตาลของอ้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่อ้อยสะสมน้ำตาล ดังนั้นผู้ทดลองมีความต้องการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับตลอดช่วงปลูกอ้อยต่อลักษณะการสะสมน้ำตาลในต้นอ้อย โดยใช้ค่าการสะสมความร้อนเป็นตัวแทนอุณหภูมิ และค่าบริกซ์เป็นตัวแทนของค่าความหวานในอ้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความร้อนสะสมขนาดต่างๆต่อการแจกกระจายค่าบริกซ์ในลำต้นอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80

2. ศึกษาผลของช่วงเวลาและปริมาณน้ำเสริมต่อการแจกกระจายค่าบริกซ์ในลำต้นอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

อ้อย

ข้อมูลทั่วไป

กรมส่งเสริมการเกษตร (2527) และ ประเสริฐ (2527) อธิบายส่วนประกอบต่างๆของอ้อย ดังนี้

อ้อยเป็นพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) มีแหล่งกำเนิดที่หมู่เกาะนิวกินีในมหาสมุทรแปซิฟิค อ้อยถูกนำไปจากเกาะนิวกินีโดยการล่าเมืองขึ้นของมนุษย์ การจำแนกทางชีพจักร อ้อยจัดเป็นพืชที่มีอายุหลายฤดู พันธุ์อ้อยที่ปลูกในปัจจุบันเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ปลูกที่เป็นเครือญาติกัน

ผลผลิต ความหวาน และองค์ประกอบผลผลิตอ้อยและน้ำตาล ถูกควบคุมโดยอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสิ่งแวดล้อม โดยอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยภายนอกทั้งหมดที่มีผลต่อพัฒนาการและการเติบโตที่ส่งผลต่อเนื่องไปยังผลผลิตและคุณภาพอ้อย ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ (น้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสงและความเข้มแสง) สภาพดิน (โครงสร้างดิน เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ ปฏิกิริยาทางเคมีของดิน) วิธีการเขตกรรม (การเตรียมดิน วิธีการปลูก การให้น้ำชลประทาน การใส่ปุ๋ย การควบคุมและกำจัดวัชพืช ฯลฯ) โรคและแมลงศัตรูอ้อย อิทธิพลของพันธุ์เป็นปัจจัยที่เกิดจากพันธุกรรมของอ้อย ผลผลิตและคุณภาพอ้อยจะสูงมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของอ้อย อิทธิพลนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมภายในอ้อยโดยนักปรับปรุงพันธุ์พืช ส่วนอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสิ่งแวดล้อม การตอบสนองของพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์ต่อสิ่งแวดล้อมไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยอ้อยแต่ละพันธุ์ต้องการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน Gilbert et al (2006) กล่าวว่า พันธุ์ สิ่งแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อม รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวมีผลต่อผลผลิตของอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และปริมาณซูโครสในน้ำอ้อย ประเสริฐ (2551) พบว่า ผลผลิตอ้อย ความหวาน และผลผลิตน้ำตาล ในการทดลอง 8 ชุดการทดลอง อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยของความผันแปร คิดเป็นร้อยละ 66.4, 42.6 และ 66.5 ตามลำดับ อิทธิพลของพันธุ์มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 18.2, 34.2 และ 16.2 และอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กับสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 15.4, 23.2 และ 17.3 ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตอ้อย สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรีชา (2542) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมที่ดีสำหรับปลูกอ้อยนั้นประกอบด้วย 6 ปัจจัยคือ

1. แสงสว่าง อ้อยต้องการแสงสว่างเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นกระบวนการที่อ้อยสร้างอาหารโดยใช้แสง น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อสร้างน้ำตาลในการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตน้ำตาลของอ้อย

2. ที่ยึดราก อ้อยจะเจริญเติบโตได้แข็งแรงจะต้องมีที่ยึดเหนี่ยวที่แข็งแรง มั่นคง เพื่อเป็นที่รองรับส่วนรากที่ใช้ในการยึดเกาะให้ลำต้นตั้งตรงอยู่ได้ จะทำให้เจริญเติบโตได้เต็มที่

3. ความร้อนหรืออุณหภูมิ การที่อ้อยจะเจริญเติบโตได้ดีนั้น จะต้องมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการต่างๆเช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารและสารต่างๆ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 19-38 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำ อ้อยจะไม่เจริญเติบโต แคระแกรน และไม่ให้ผลผลิต ถ้าอุณหภูมิสูงอ้อยจะสังเคราะห์แสงสร้างน้ำตาลได้น้อยลง

4. อากาศ กระบวนการเจริญเติบโตของอ้อย อ้อยต้องการออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ออกซิเจนเป็นส่วนสำคัญในการหายใจ เพื่อการสร้างพลังงานในการนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง เช่น การดูดน้ำ การดูดธาตุอาหาร และการสังเคราะห์สารประกอบต่างๆ ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์อ้อยจะนำมาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำตาล

5. น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอ้อย ทำให้อ้อยยืนต้นอยู่ได้ไม่เหี่ยวเฉา ช่วยลำเลียงอาหารและสารต่างๆภายในต้นของอ้อย เป็นตัวกลางในกระบวนการต่างๆภายในต้นของอ้อย รวมทั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงสร้างน้ำตาล

6. ธาตุอาหาร อ้อยต้องการธาตุอาหารเพื่อสร้างส่วนประกอบต่างๆเช่น เพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

การเจริญเติบโตของอ้อย

อ้อยสามารถแบ่งระยะการเจริญเติบโตออกได้ 2 แบบ คือ (เกษม, 2541)

1. ด้านปริมาณ เป็นการเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงภายนอกที่สังเกตเห็นได้ง่าย เช่น ขนาด รูปร่าง จำนวนลำ จำนวนปล้อง และน้ำหนัก ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้ อุปกรณ์ ชั่ง ตวง วัด

2. ด้านคุณภาพ เป็นการวัดการเจริญเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงภายในที่สังเกตและวัดได้ยาก ก่อนที่จะมองเห็นการเปลี่ยนแปลงภายนอกในเชิงปริมาณนั้น อ้อยได้มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเจริญเติบโตทางคุณภาพ ซึ่งได้เกิดขึ้นภายในต้นอ้อยนั้นก่อนทั้งสิ้น เช่น มีการเพิ่มจำนวนและขนาดของเซลล์เกิดขึ้นก่อนที่ความสูงของลำต้นจะเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดการเจริญเติบโต

การวัดการเจริญเติบโตในอ้อยมี 3 แนวทาง (เกษม และคณะ, 2520) ได้แก่

1. การวัดขนาดและความสูง เป็นการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น วัดขนาดของพื้นที่ใบ และความสูงของลำต้น

2. การนับจำนวน เป็นการนับจำนวนใบ จำนวนหน่อ และจำนวนปล้องของอ้อย ควบคู่ไปกับการบันทึกเวลาเป็นสัปดาห์หรือเดือน

3. การชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่กล่าวถึงนี้อาจจะเป็นน้ำหนักสดซึ่งหมายถึงน้ำหนักที่มีน้ำรวมอยู่ด้วย และน้ำหนักแห้งเป็นน้ำหนักที่น้ำอิสระระเหยออกไปหมดแล้ว ทั้งสองอย่างนี้น้ำหนักแห้งเชื่อถือได้มาก

ชนิดของอ้อย

นักวิชาการจำแนกให้อ้อยมี 6 ชนิด (เกษม, 2541) ได้แก่

อ้อยปลูกดั้งเดิม (Noble cane; *Saccharum officinarum L.*) มีถิ่นกำเนิดที่เกาะนิวกินี ลักษณะสำคัญคือลำต้นใหญ่ เปลือกและเนื้อนิ่ม ปริมาณเส้นใยต่ำ มีความหวานสูง ใบยาวและกว้าง ช่อดอกแผ่ อ้อยชนิดนี้เป็นชนิดที่ปลูกเพื่อการค้า

อ้อยจีน (Chinese cane; *S. sinese Roxb.*) ลักษณะสำคัญคือลำต้นสูงใหญ่ ใบกว้าง ปล้องมีลักษณะคอดตรงกลาง (bobbin shaped) สีแดงอมเขียว (greenish bronze)

อ้อยอินเดีย (Indian cane; *S. barberi Jesweit*) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียตอนเหนือ ลำต้นเล็ก ปล้องรูปทรงกระบอก สีเขียวอมเทา (greyish green) ถึงสีขาวหรือสีงาช้าง ใบแคบสั้น มีลักษณะคล้ายอ้อยขาไก่ในประเทศไทย

อ้อยป่าแถบร้อน (Wild cane of tropics; *S. spontaneum L.*) เป็นอ้อยป่าขึ้นอยู่ทั่วไปในเขตร้อนและชุ่มชื้น อ้อยป่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่น้ำท่วมจนถึงบนภูเขาสูง 1,500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีลักษณะที่สำคัญคือ อายุยืน ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม มีลำต้นใต้ดินขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่เล็กกว่าดินสอจนถึงโตกว่าหัวแม่มือ บางชนิดสูงเพียง 50 เซนติเมตร แต่บางชนิดสูงถึง 3 เมตร อ้อยป่ามีความหวานต่ำ ปริมาณเส้นใยสูง ทนสภาพหนาวเย็น แห้งแล้ง และน้ำท่วมได้ดี

อ้อยป่าแถบนิวกินี (Wild cane of New Guinea; *S. robustum Brandes, Jesweit Ex Grass*) มีลักษณะลำต้นแข็ง สูงถึง 10 เมตร มีความหวานน้อยมาก มักขึ้นในบริเวณริมฝั่งน้ำ ชาวเกาะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลูกทำรั้วบ้าน อ้อยน้ำหรือหน่อไม้น้ำ ใบมีขน ช่อดอกไม่เจริญหรือเป็นหมัน ใช้รับประทานได้ ขึ้นได้ดีในที่น้ำท่วมขัง จึงเรียกว่า หน่อไม้น้ำ

อ้อยน้ำหรือหน่อไม้น้ำ (*S. edule Hassk*) แผ่นใบมีขน ช่อดอกไม่เจริญหรือเป็นหมัน สามารถใช้รับประทานได้ ขึ้นได้ดีในที่น้ำท่วมขัง จึงเรียกว่าหน่อไม้น้ำ

การจำแนกพันธุ์อ้อยตามอายุ

พันธุ์อ้อยแบ่งตามอายุที่มีการสะสมซูโครสสูงที่สุดได้ 3 ประเภทดังนี้ (มิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล, 2545) อ้อยพันธุ์เบา คืออ้อยที่มีอายุการเก็บเกี่ยวระหว่าง 11 เดือน เหมาะสำหรับปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวต้นฤดูหีบอ้อย เช่น พันธุ์ UT2 อ้อยพันธุ์กลาง คือ อ้อยที่มีอายุการเก็บเกี่ยวระหว่าง 12 เดือน เหมาะสำหรับปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวระหว่างกลางฤดูหีบอ้อย เช่น พันธุ์ UT3 และ K84-200 และอ้อยพันธุ์หนัก คืออ้อยที่มีอายุการเก็บเกี่ยวมากกว่า 13 เดือนขึ้นไป เหมาะสำหรับปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวช่วงปลายฤดูหีบอ้อย เช่น พันธุ์ UT1

ระยะการเจริญเติบโต

อ้อยมีระยะการเจริญเติบโต คือ ระยะงอก ระยะแตกกอ ระยะย่างปล้อง และระยะสะสมน้ำตาล ระยะงอกเริ่มตั้งแต่ปลูกจนถึงหน่อโผล่พ้นผิวดินใช้เวลาประมาณ 1 เดือนหรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพของท่อนพันธุ์ และสภาพแวดล้อม ระยะงอกอ้อยต้องการธาตุอาหารน้อย โดยทั่วไปดินสามารถปลดปล่อยให้กับอ้อยได้เพียงพอ ระยะแตกกอ อ้อยเริ่มแตกกอเมื่ออายุประมาณ 2-4 เดือน การแตกกอเกิดจากตาอ้อยที่อยู่บริเวณลำต้นใต้ดินหรือบริเวณผิวดิน การเจริญเติบโตของอ้อยในระยะนี้ต้องการแสงแดดจัด อุณหภูมิอากาศสูง ต้องการน้ำมากกว่าระยะงอก อ้อยต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้นในระยะเจริญนี้ ระยะที่สามคือ ระยะย่างปล้อง โดยเริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 3-4 เดือน เป็นต้นไป อ้อยจะเจริญเติบโตได้เร็วที่สุดเมื่ออายุ 6-7 เดือน จึงอาจเรียกระยะนี้ว่า boom phase เป็นระยะที่อ้อยต้องการปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตสูงสุด ระยะเจริญนี้อ้อยต้องการน้ำมากกว่าระยะอื่น และยังต้องการปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด และระยะสุดท้ายคือ ระยะแก่และสุก เมื่ออ้อยเข้าสู่ระยะแก่ อ้อยจะมีการเจริญเติบโตช้ามาก ใบที่ส่วนยอดจะอยู่ชิดกันมากขึ้น ปล้องที่อยู่ส่วนยอดของลำต้นจะสั้นลง ใบมีสีเหลืองอมเขียว การสะสมน้ำตาลในลำต้นมากขึ้นจนกระทั่งเข้าสู่ระยะสุก เป็นระยะที่อ้อยมีการสะสมน้ำตาลที่สูงสุด ในระยะนี้ต้องการแสงแดดจัดในเวลากลางวัน ต้องการอุณหภูมิต่ำในเวลากลางคืน การเก็บเกี่ยวอ้อยจึงควรกระทำเมื่ออ้อยเข้าสู่ระยะสุกแก่แล้ว เกษม (2541) กล่าวว่า ในปัจจัยทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการสุกแก่ของอ้อย อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างและการสะสมน้ำตาลของอ้อย

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสะสมน้ำตาลของอ้อย โดยเฉพาะในช่วง 3 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยวได้แก่ อายุของอ้อย ความชื้น และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด และแสงแดด (เกษม, 2541)

1. อายุของอ้อย ในประเทศไทย อ้อยที่มีการสะสมน้ำตาลในปริมาณที่สูงควรมีอายุตั้งแต่ 12 เดือนขึ้นไป สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมปลูกอ้อยปลายฝนหรือ ‘อ้อยตุลา’ ตั้งแต่หมดฝนเป็นต้นไปซึ่งใช้เวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 12-16 เดือน ในช่วงแรกอ้อยมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ เมื่อได้สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่วนในภาคอื่นๆ นิยมปลูกอ้อยต้นฝน อ้อยยังเติบโตไม่เต็มที่ก็ถึงเวลาที่ต้องเก็บเกี่ยว ประกอบกับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมแก่การสุกแก่จึงทำให้ได้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ

2. อุณหภูมิ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงอยู่ระหว่าง 27-34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในเวลากลางคืนมีผลต่อการสะสมน้ำตาลของอ้อยมากกว่าตอนกลางวัน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสะสมน้ำตาลของอ้อยอยู่ระหว่าง 18-22 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์

3. น้ำหรือความชื้น ความต้องการน้ำของอ้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ อายุ การเก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อม น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ควบคุมการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย เพราะอ้อยปลูกโดยอาศัยน้ำฝนถึงร้อยละ 80 หรือคิดเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี โดยทั่วไปฝนตกไม่ค่อยแน่นอนทั้งปริมาณและเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยน้ำชลประทานช่วยจึงจะทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือฝนจะหยุดตกประมาณกลางเดือนตุลาคม และเนื่องจากดินเป็นดินทราย เมื่อหมดฝนความชื้นในดินจะลดลงอย่างรวดเร็ว ประกอบกับอุณหภูมิในเวลากลางคืนก็ลดลงด้วยจึงทำให้อ้อยมีการสร้างและสะสมน้ำตาลได้เร็วและมากกว่าภาคอื่น

4. แสงแดด อ้อยได้ชื่อว่าเป็นพืชที่ชอบแสงแดดมาก ทั้งนี้เพราะแสงแดดนอกจากจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงแล้ว ยังจำเป็นต่อการลำเลียงน้ำตาลจากส่วนยอดมายังโคนต้นด้วย ซึ่งในจุดนี้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาพอากาศที่มีความเหมาะสมคือ มีเมฆน้อยกว่าภาคกลางและภาคเหนือ อ้อยจึงมีโอกาสได้รับแสงแดดมากกว่า จึงทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและสะสมน้ำตาลดีกว่า

อ้อยจัดเป็นพืช C4 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการสังเคราะห์แสง โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ระหว่าง 27-34 องศาเซลเซียส ผลจากการสังเคราะห์แสงจะให้น้ำตาล น้ำตาลจะถูกส่งออกจากใบมายังลำต้นโดยอาศัยท่ออาหาร เมื่อมาถึงลำต้นน้ำตาลจะแพร่กระจายออกจากท่ออาหารเข้าสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ ซูโครสจะแตกตัวออกเป็นกลูโคสและฟรุคโตส ด้วยการกระทำของเอนไซม์ แอซิด อินเวอร์เทส (acid invertase) จากนั้นทั้งกลูโคสและฟรุคโตส ต่างจะถูกนำผ่านผนังเซลล์โดยมีตัวนำพา (carrier) แยกกันเข้าไปภายในเซลล์พาเรนไคมา ณ ที่นี้ กลูโคสและ ฟรุคโตสจะถูกนำมารวมกันอีกกลายเป็นซูโครส ก่อนที่จะถูกนำเข้าไปเก็บในช่องว่างภายในเซลล์ ปริมาณซูโครสที่ถูกเก็บไว้ในส่วนของลำต้นที่ยังอ่อนจะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสและฟรุคโตสได้ง่ายด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระทำของเอนไซม์ แอซิด อินเวอร์เทส แต่น้ำตาลที่อ้อยสร้างได้ไม่ได้ถูกนำไปเก็บสะสมทั้งหมด โดยน้ำตาลที่อ้อยสร้างได้ส่วนหนึ่งจะส่งไปยังส่วนที่อ่อน เพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื้อต่างๆ แต่ส่วนที่เหลือจะถูกเก็บสะสมในรูปของน้ำตาลซูโครส ซึ่งน้ำตาลที่สะสมพืชสามารถนำกลับมาใช้ได้เมื่อมีการสังเคราะห์น้อยลง โดยสิ่งแวดล้อมและพันธุกรรมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมน้ำตาล ที่อายุ 4-6 เดือนอ้อยจะเริ่มสะสมน้ำตาล โดยสะสมที่พาเรนไคมาเซลล์ที่บริเวณโคนต้นก่อน ซึ่งลำต้นเป็นบริเวณที่มีเซลล์พาเรนไคมาที่เป็นที่เก็บสะสมซูโครสในปริมาณมาก โดยน้ำตาลที่สร้างขึ้นที่ใบจะถูกส่งไปยังกลุ่มเนื้อเยื่อสะสม (storage tissues)อย่างรวดเร็ว อัตราเร็วการเคลื่อนที่ของน้ำตาลในใบและในลำต้นเร็วถึง 2.5 และ 1.87 เซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ (Hartt et al, 1963) มีการทดลองในฮาวาย พบว่าการเคลื่อนที่ของน้ำตาลในต้นอาจเร็วถึง 5 เซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลเกิดขึ้นทั้งกลางวันและกลางคืน และอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญเกี่ยวกับอัตราการเคลื่อนย้าย อุณหภูมิต่ำช่วยให้การเคลื่อนย้ายเร็วขึ้น ในระยะแก่และสุกอ้อยจะมีการสะสมน้ำตาลมากที่สุด เนื่องจากการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อยลง ปริมาณน้ำตาลที่สะสมจะเริ่มจากส่วนโคน กลาง และปลายลำต้นตามลำดับ จนใกล้เคียงกันก็แสดงว่าอ้อยแก่เต็มที่ (เกษม, 2541) การเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อยไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกัน สิ่งที่เกิดขึ้นในช่วงแรกของการเจริญเติบโตทางลำต้น จะมีการสร้างส่วนโครงสร้างของลำต้น ใบ และราก มีการสะสมน้ำตาลในเนื้อเยื่อส่วนที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่และในลำต้นที่ยืดยาวเพียงเล็กน้อยบริเวณด้านล่างของลำต้น ในขณะที่อ้อยเจริญเติบโตทางลำต้นมากจะมีการสะสมน้ำตาลน้อย เมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้นการเจริญเติบโตจะลดลงจะมีการสะสมน้ำตาลมากขึ้น เมื่ออ้อยเติบโตเต็มที่เข้าสู่ระยะแก่จะทำให้อัตราการเติบโตทางลำต้นลดลง เมื่อการยืดยาวของลำต้นสิ้นสุดลงจะทำให้อ้อยมีมวลเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำตาลที่สังเคราะห์แสงได้จะสะสมไว้ในลำต้นมากขึ้น หรือมีการสะสมน้ำตาลมากกว่าการใช้น้ำตาล และเมื่อการสะสมปริมาณน้ำตาลในเนื้อเยื่อของต้นอ้อยถึงจุดสูงสุดและหยุดลงอ้อยจะเข้าสู่ระยะสุก ปริมาณการสะสมน้ำตาลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างการสร้างและการใช้อาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ในช่วงแรกของการเติบโตจะมีกลูโคสและฟรุคโตสอยู่ในปริมาณมาก แต่หลังจากที่ระยะย่างปล้องสิ้นสุดลง หรือเริ่มเข้าสู่ระยะแก่และสุก จะมีการสะสมซูโครสเพียงอย่างเดียว ในระยะนี้ความเข้มข้นของซูโครสมมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกส่วนของลำต้น เนื่องจากการลดลงของปริมาณน้ำ และน้ำตาลรีดิวซ์ ในปล้องที่แก่เต็มที่มีปริมาณซูโครสสูงถึงประมาณ 540 มิลลิกรัมต่อกรัมของมวลแห้ง หรือร้อยละ 25 ของมวลสด ในแต่ละปล้องปริมาณน้ำตาลซูโครสในส่วนล่างจะมีน้อยกว่าส่วนบน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในปล้องที่อยู่ส่วนยอด ถ้าพิจารณาทั้งลำต้น ซูโครสมีปริมาณมากที่สุดในส่วนโคน รองลงมาคือส่วนกลาง และมีน้อยที่สุดในส่วนยอด ในระหว่างการแก่และสุก ซูโครสมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงเดือนที่มีการสะสมสูงที่สุดซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันไปในอ้อยแต่ละพันธุ์ จากนั้นปริมาณจึงลดลง ตรงกันข้ามกับกลูโคสและ ฟรุคโตสที่มีปริมาณมากที่สุดในส่วนบน รองลงมาคือส่วนกลางและล่าง โดยกลูโคสมีปริมาณมากกว่า ฟรุคโตสในทุกส่วนของลำต้น แต่เมื่อแบ่งอ้อยออกเป็น 5 ส่วนเท่ากัน ปริมาณซูโครสมีมากที่สุดในส่วนที่ 2 รองลงมาคือส่วนที่ 3, 4, 1 (โคน) และ 5 (ยอด) ส่วนกลูโคสและฟรุคโตสมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากโคนสู่ยอด การสะสมของกลูโคสและฟรุคโตสเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในช่วง 3 เดือนแรก และลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนที่ 4-5 จากนั้นจึงลดลงอย่างช้าๆ จนถึงเดือนที่การสะสมซูโครสสูงที่สุดปริมาณจึงเพิ่มขึ้น (ชุมพล, 2547) มีรายงานการศึกษาการเคลื่อนย้ายและการเก็บสะสมน้ำตาลในอ้อยโดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่านปรากฏว่า การเข้าและออกของน้ำตาลในเซลล์ที่ทำหน้าที่เก็บน้ำตาลของลำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้นของอ้อยเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาภายในเซลล์ของลำต้นส่วนที่แก่ ซูโครสจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) ค่อนข้างช้า แต่การเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวิร์ตเป็นซูโครสเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงของซูโครสเกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของเอนไซม์ แอซิด อินเวอร์เทส ที่อยู่ภายนอกหรือระหว่างเซลล์ก่อนที่จะเข้าไปสะสมในที่ว่างภายในเซลล์ และการผ่านผนังเซลล์เข้าไปจะต้องอาศัยพลังงาน ภายในเซลล์จะพบเอนไซม์ ซูโครสฟอสเฟส ซูโครสฟอสเฟตซินเทเทส (sucrose phosphate synthetase) และเอนไซม์ ซูโครสฟอสฟาเทส (sucrose phosphatase) แต่ไม่พบซูโครสซินเทเทส (sucrose synthetase) เมื่อเข้าไปภายในเซลล์แล้วซูโครสฟอสเฟตจะถูกปลดปล่อยในรูปของซูโครสโดยไม่มีการแยกตัวเป็นกลูโคสหรือฟรุคโตสแต่อย่างใด ในระหว่างขบวนการเก็บน้ำตาลซูโครสจะแตกตัวเป็นกลูโคสและฟรุคโตส และน้ำตาลทั้งสองชนิดจะรวมกันเป็นซูโครสอีก การเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากไซโทพลาสซึม (cytoplasm) เข้าสู่แวคิวโอล (vacuole) มีระบบที่ต้องใช้พลังงานจึงทำให้สามารถเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากที่ซึ่งมีความเข้มข้นน้อยไปยังที่ซึ่งมีความเข้มข้นมากได้โดยมีซูโครสฟอสเฟตเป็นวัตถุดิบ (สารานุกรมไทย เล่ม 5, 2523)

ค่าความหวานอ้อย

ค่าความหวานอ้อย (Commercial Cane Sugar, CCS) เป็นค่าที่บอกถึงคุณภาพของอ้อย หมายถึง ปริมาณซูโครสในน้ำอ้อยที่คั้นได้ซึ่งมีอยู่ในทุกส่วนของอ้อยและมีมากที่สุดในลำต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพแวดล้อม โดยปรกตินำ้ตาลดิบจะประกอบด้วยซูโครส 97.52 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นน้ำและสิ่งเจือปน (Et Syiad, 2000) น้ำตาลซูโครสมีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_{22}O_{11}$ มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 342 น้ำตาลซูโครสเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดียว (ที่มีคาร์บอน 6 อะตอมใน 1 โมเลกุล) 2 โมเลกุลคือน้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) และน้ำตาลฟรุคโตส ($C_6H_{12}O_6$) กลูโคสเป็นน้ำตาลที่พบได้ทั่วไปทั้งในพืชและสัตว์ เช่น เป็นน้ำตาลในข้าวโพด องุ่น และในเลือด ในอ้อยเฉพาะบริเวณที่กำลังเจริญเติบโตเท่านั้นที่มีกลูโคสมากกว่าซูโครส ปริมาณกลูโคสของน้ำอ้อยจะมีมากในช่วงต้นฤดูกาลเก็บเกี่ยวหลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงตามอายุ ถึงแม้ปริมาณกลูโคสและฟรุคโตสในปฏิกิริยาการแตกสลายและการรวมกันของซูโครสจะเท่ากัน แต่ไม่บ่อยนักที่อัตราส่วนของกลูโคสและฟรุคโตสจะเท่ากันในน้ำอ้อย กลูโคสละลายในน้ำได้น้อยกว่าซูโครสและฟรุคโตส ฟรุคโตสหรือเรียกอีกชื่อว่า “น้ำตาลผลไม้” เป็นน้ำตาลที่มีความหวานมากกว่าซูโครสและกลูโคส แต่เป็นน้ำตาลที่มีปริมาณน้อยที่สุดของน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดในอ้อย ฟรุคโตสมีปริมาณมากที่สุดในส่วนที่กำลังเจริญเติบโต แต่มีน้อยในส่วนล่างของลำต้นและราก ปริมาณจะลดลงตามอายุเช่นเดียวกับกลูโคส บางทีอาจตรวจหาไม่พบในอ้อยสายพันธุ์ที่มีค่าความบริสุทธิ์สูง ฟรุคโตสมีความสามารถในการละลายน้ำได้สูง ตั้งแต่ปีการผลิต 2535/36 เป็นต้นมา การซื้อขายอ้อยจะคิดตามค่าความหวาน ซึ่งได้นำแบบอย่างมาจากระบบการซื้อขายอ้อยของประเทศออสเตรเลีย โดยกำหนดให้ซื้อขายอ้อยตามคุณภาพความหวานวัดเป็นซีซีเอส (Commercial Cane Sugar : CCS) ซึ่งหมายความว่า ราคาอ้อยจะผันแปรไปตามคุณภาพหรือความหวาน ดังนั้น หากอ้อยมีความหวานมาก คือมีค่าซีซีเอสสูงชาวไร่อ้อยจะได้รับราคาอ้อยสูงขึ้น ซีซีเอสคำนวณจากสมการ (Meade and Chen, 1977; อ้างโดย Hunsigi, 1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$CCS = \frac{3}{2}P \left(1 - \frac{F + 5}{100}\right) - \frac{1}{2}B \left(1 - \frac{F + 3}{100}\right)$$

เมื่อค่า P = ค่าเปอร์เซ็นต์โพลในน้ำอ้อยที่หีบออกมาครั้งแรก
B = ค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในน้ำอ้อยที่หีบออกมาครั้งแรก
F = ค่าเปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์ในอ้อย

ค่าบริกซ์ (Brix) คือ ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ซึ่งละลายอยู่ในของเหลวนั้น เครื่องมือที่นิยมใช้วัดค่าบริกซ์ คือ แฮนด์รีแฟรคโตมิเตอร์ หรือเรียกสั้นๆว่า รีแฟรคโตมิเตอร์ โดยมีหน่วยวัดเป็นค่าบริกซ์ซึ่งเป็นชื่อของนักเคมีชาวเยอรมัน ในกรณีของน้ำอ้อย ของแข็งที่ละลายน้ำได้ หมายถึง น้ำตาลซูโครสเป็นส่วนใหญ่รวมกับสิ่งเจือปนอื่นๆที่มิใช่น้ำตาลแต่ละลายน้ำได้เช่นกัน อ้อยที่มีค่าบริกซ์เท่ากันไม่จำเป็นต้องมีน้ำตาลเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของน้ำตาล หรือ กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็ขึ้นกับปริมาณของสิ่งเจือปน ถ้ามากก็มีน้ำตาลน้อย สิ่งเจือปนในที่นี้หมายถึงสิ่งที่ไม่ใช่น้ำตาลละลายน้ำได้ซึ่งมีอยู่ในน้ำอ้อยนั้น ดังนั้นค่าบริกซ์จึงเป็นค่าโดยประมาณของน้ำตาลในน้ำอ้อยเท่านั้น มิใช่ค่าน้ำตาลที่แท้จริง รีแฟรคโตมิเตอร์มีประโยชน์ที่สำคัญคือ ใช้วัดความแก่ของอ้อยก่อนที่จะตัดสินใจเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะในกรณีที่มีอ้อยหลายแปลงที่จะต้องเก็บเกี่ยวในเวลาที่ใกล้กัน แปลงไหนควรเก็บเกี่ยวก่อนหลัง เครื่องมือนี้จะช่วยชาวไร่ตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

ค่าบริกซ์และซีซีเอสของอ้อย ค่าบริกซ์มีอิทธิพลทางตรงกับความเข้มข้นของซูโครสในน้ำอ้อย (Milligan, 1988) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของซีซีเอสกับค่าบริกซ์มีค่าเท่ากับ 0.7407 (อดิศักดิ์, 2553), 0.87-0.95 (ยศพร, 2552), 0.8797 (ปิยะ, 2541), 0.8924 (Peter, 2004), 0.825 (E. Ongin'jo et al, 2011) แสดงให้เห็นว่าค่าบริกซ์มีความสามารถในการทำนายค่าซีซีเอสได้

อุณหภูมิกับความหวานของอ้อย

อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของทุกส่วนบนลำต้นอ้อยซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและความสามารถในการสะสมน้ำตาลของอ้อย เกษม (2523) รายงานว่า ในสภาพอากาศเย็นโดยเฉพาะใกล้เวลาเก็บเกี่ยว ทำให้ผลผลิตน้ำตาลต่อไร่เพิ่มขึ้น และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ผลผลิตน้ำตาลต่อไร่ลดลง อุณหภูมิที่ต่ำถือได้ว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการสะสมน้ำตาลในลำต้นอ้อย โดยเชื่อว่าอุณหภูมิต่ำจะช่วยสนับสนุนการสะสมน้ำตาล เนื่องจากลดการเจริญเติบโตและการหายใจ แต่การสังเคราะห์แสงยังมีอยู่อย่างมากใกล้เคียงกับที่อุณหภูมิปกติ ในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น เกษม (2541) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงอยู่ระหว่าง 18-24 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำกว่า 2.5 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะสมต่อการสะสมน้ำตาลในอ้อย สังเคราะห์แสง แต่ช่วงเวลาหนาวเย็น (-2.0 ถึง 15 องศาเซลเซียส) จะลดการสะสมน้ำตาล การสังเคราะห์แสงได้รับผลกระทบอย่างมากเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงมาก นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำอ้อย ซึ่งในฤดูร้อนหรือในฤดูฝนที่มีอากาศร้อน อ้อยจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำใหญ่กว่าในฤดูหนาว ขณะที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ความสูงและการแตกกอของอ้อยมากขึ้น พบว่าใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพอากาศเย็นและความชื้นน้อยโดยเฉพาะใกล้เวลาเก็บเกี่ยว ทำให้ผลผลิตน้ำตาลต่อไร่เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันในสภาพที่อุณหภูมิสูงและความชื้นสูงจะทำให้ผลผลิตน้ำตาลต่อไร่ลดลง ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิวิกฤติเป็นรายวันที่มีผลต่อการสะสมน้ำตาลอยู่ระหว่าง 20 และ 24 องศาเซลเซียส (Yate, 1983) Hunsigi (1993) กล่าวว่าอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมในระยะย่างปล้องและสะสมน้ำตาลคือ 22.2 องศาเซลเซียส และในดินมีอุณหภูมิ 21.1 องศาเซลเซียส

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความร้อนสะสมกับพัฒนาการของใบ ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศต่ำกว่า 8 องศาอ้อยเกือบไม่การพัฒนาใบใหม่เลย ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นถึงประมาณ 33 องศา จำนวนวันที่ใบอ้อยแต่ละใบจะปรากฏมีอัตราเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง และเมื่อถึงอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 41 องศา จำนวนวันที่ใบอ้อยแต่ละใบจะปรากฏมีอัตราลดลงอย่างรวดเร็ว (อรรถชัย, 2540) บุญมี (2540) จากข้อมูลหน่วยความร้อนสะสม (GDD : Growing Degree Days) พบว่าตลอดช่วงพัฒนาการของใบอ้อยสี่พันธ์ คือ CP 78-1628, K 88-92, K 84-200 และ UT2 มีรูปแบบเป็นเส้นโค้ง พัฒนาการของใบอ้อยค่อนข้างช้าในช่วงใบที่ 1-3 ซึ่งต้องใช้หน่วยความร้อนสะสมมาก และพัฒนาการของใบจะเร็วขึ้นหลังจากนั้น จนไปถึงใบที่ประมาณ 10-12 พัฒนาการของใบเริ่มลดลง ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบในอ้อยทุกพันธุ์ และทุกสถานที่มีการเปลี่ยนแปลงการปรากฏใบอย่างเด่นชัดที่หน่วยความร้อนสะสมเฉลี่ย 1,700-1,870 องศาเซลเซียส

รังศิมา (2543) พบว่า หน่วยความร้อนสะสมในอ้อยปลูกพันธุ์ UT2 และ K84-200 หน่วยความร้อนสะสมที่ใช้ในการสร้างปุ่มกำเนิดใบเป็น 123.45 และ 123.45 °Cd ต่อปุ่มกำเนิดใบ และอัตราการสร้างใบเป็น 121.95 และ 125 °Cd ต่อใบ และในอ้อยตอปีแรก หน่วยความร้อนสะสมที่ใช้ในการสร้างปุ่มกำเนิดใบเป็น 156.25 และ 169.49 °Cd ต่อปุ่มกำเนิดใบ และอัตราการสร้างใบเป็น 147.05 และ 156.25 °Cd ต่อใบ ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของค่า CCS กับหน่วยความร้อนสะสมแปรผันตามกัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการสะสมน้ำตาลก็เพิ่มขึ้นด้วย โดย อ้อยพันธ์ K84-200 จะเริ่มสะสมน้ำตาลเร็วกว่าพันธ์ UT2 โดยมีค่า CCS เป็น 5.08 แต่เมื่อหน่วยความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นถึง 4,034.7 °Cd การสะสมน้ำตาลของอ้อยพันธุ์ UT2 จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั้งที่หน่วยความร้อนสะสมที่ 4,410.3 °Cd การสะสมน้ำตาลจะใกล้เคียงกัน โดยวัดค่า CCS ได้สูงสุดที่ 14.1% ในพันธุ์ K84-200 และ 14.95% ในพันธุ์ UT2

อุณหภูมิกับคุณภาพความหวานของอ้อย

การคำนวณอุณหภูมิพืช มีคำศัพท์หลายคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน คือ degree-days, day-degress, heat units, heat sums, temperature sum, thermal time, หรือ thermal unit และยังมีวิธีการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุณหภูมิอากาศร่วมกับช่วงแสง และการให้น้ำหนักของอุณหภูมิช่วงกลางวันกลางคืนต่างกัน เช่น Soybean Development Units (Brown and Chapman, 1961) Ontario Corn Heat Unit (Brown, 1975) Biometeorological Time Scale (Robertson, 1968) และ Photothermal Units (Nuttonson, 1948)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\mathrm{T}x = \overline{\mathrm{T}}x - \mathrm{T}b$$

โดย $\mathrm{T}x$ คืออุณหภูมิพืชในวันนั้น $\overline{\mathrm{T}}x$ คือค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในวันนั้น และ $\mathrm{T}b$ คืออุณหภูมิฐานอุณหภูมิฐาน (Temperature base) เป็นระดับอุณหภูมิที่พืชหยุดกระบวนการพัฒนาการ ซึ่งอาจจะเป็นระดับเดียวกันกับอุณหภูมิฐานของกระบวนการเจริญเติบโต การใช้วิธีคำนวณอุณหภูมิพืช (Thermal time) ในการคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของพืช มีข้อสมมุติฐานดังต่อไปนี้ (รังศิมา, 2543 ; อ้างอิงมาจาก Tonllennaar และคณะ, 1979) 1) การตอบสนองของอัตราพัฒนาการต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีลักษณะเป็นเส้นตรงโดยเฉพาะในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด เช่น อัตราการเพิ่มของใบพืชในระยะงอกถึงระยะสิ้นสุดการแตกกอของข้าว เป็นต้น 2) อุณหภูมิอากาศรายวันในช่วงฤดูการเพาะปลูกมีระดับสูงกว่าอุณหภูมิฐานแบบจำลองพัฒนาการของพืช 3) อุณหภูมิอากาศรายวันในช่วงการเพาะปลูกมีระดับต่ำกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่พืชจะสามารถมีพัฒนาการ (Threshold temperature) 4) จุดเจริญของพืชมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

สมการที่ใช้ในการคำนวณหน่วยความร้อนสะสม ที่นิยมใช้คาดการณ์อัตราการพัฒนาของพืชโดยทั่วไปมี 4 วิธี

วิธีที่ 1 Growing degree days โดยคิดจากหน่วยความร้อนสะสมในแต่ละวัน มีสมการคือ

$$DHU = \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}\right] - T_b$$

ถ้า $T_{\min}$ < 10 ℃ กำหนดให้ $T_{\min}$ = 10 ℃ และ ถ้า $T_{\max}$ > 30 ℃ กำหนดให้ $T_{\max}$ = 30 ℃ เมื่อ DHU คือ daily heat unit หรือ หน่วยความร้อนสะสม มีหน่วยเป็น ℃d คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยรายวันของอุณหภูมิสูงสุด ($T_{\max}$) ต่ำที่สุด ($T_{\min}$) และ อุณหภูมิฐาน (T_b)

วิธีที่ 2 Ontario Corn Heat Method (OCHU) สมการที่ใช้คำนวณคือ

$$DHU = \left[\frac{day + night}{2}\right]$$

DHU คือ daily heat unit หรือ หน่วยความร้อนสะสม มีหน่วยเป็น ℃d เมื่อ day คืออุณหภูมิช่วงกลางวัน คำนวณได้จาก 3.33 (max – 10 ℃) – 0.084 (max-10 ℃) โดย max คืออุณหภูมิสูงสุด night คืออุณหภูมิช่วงกลางคืน คำนวณได้จาก 1.85 (min – 4.4 ℃) ถ้า min < 4.4 ℃ การคำนวณจะเปลี่ยนไปใช้วิธีการที่ 1 และ อุณหภูมิฐาน (T_b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีที่ 3 Thermal leaf unit สมการที่ใช้คำนวณคือ

$$DHU = \left[\frac{R_{\max} \quad + \quad R_{\min}}{2}\right]$$

DHU คือ daily heat unit หรือ หน่วยความร้อนสะสม มีหน่วยเป็น °Cd เมื่อ $R_{\max}$ คือ อัตราการปรากฏของใบที่อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน คำนวณได้จากสมการ 0.0997- (0.0360max) + (0.00362max^2) – (0.000639max^3) $R_{\min}$ คือ อัตราการปรากฏของใบที่อุณหภูมิต่ำที่สุดในแต่ละวัน $R_{\min}$ ใช้สูตรเดียวกันกับ $R_{\max}$ แต่เปลี่ยนจาก อุณหภูมิสูงสุด (max) เป็นอุณหภูมิต่ำที่สุด (min)

วิธีที่ 4 Thermal Leaf Unit สมการที่ใช้คำนวณคือ

$$DHU \left[\frac{R_1 \quad + \quad R_2 + .. \quad \ldots . + R_{24}}{24}\right]$$

DHU คือ daily heat unit หรือ หน่วยความร้อนสะสม มีหน่วยเป็น °Cd โดย Rn ใดๆ คือ อัตราการปรากฏของใบเฉลี่ยทุกๆ ชั่วโมง จากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 24 (แสดงเป็นตัวห้อยในสมการ) โดยใช้สมการคำนวณจากวิธีที่ 3

ค่าความหวานอ้อยกับช่วงเวลาการให้น้ำ

ในสภาพแวดล้อมที่อ้อยขาดน้ำ มีความสำคัญต่อการสนับสนุนการสะสมน้ำตาลซูโครส ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่อาศัยน้ำฝน สำหรับพื้นที่ปลูกอ้อยเขตชลประทานทำโดยการระงับการให้น้ำ อัตราการย่างปล้องของลำต้นอ้อยมีความอ่อนไหวต่อการลดลงของ leaf water potential มากกว่าการสังเคราะห์แสงของใบ (Inman-Bamber and de Jager, 1986) ดังนั้น เมื่ออ้อยขาดน้ำจะทำให้การเจริญเติบโตของลำต้นลดลง ในขณะที่อัตราการสังเคราะห์แสงไม่ได้ลดลงมากนัก จึงมีอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเหลือสะสมไว้ในลำต้นอ้อยมากขึ้นความชื้นในดินมีอิทธิพลสำคัญต่อการเติบโตของอ้อย โดยเฉพาะน้ำฝนและน้ำชลประทานจะเป็นปัจจัยโดยตรงต่อระดับความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช อ้อยที่ปลูกในเดือนต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์ของการงอกและการเจริญเติบโตแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต อ้อยต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,200-1,500 มิลลิเมตร และต้องการกระจายสม่ำเสมอในช่วงอายุ 1-8 เดือน และช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 2 เดือนควรปลอดฝน (กรมวิชาการเกษตร, 2545) การกระจายของฝนเป็นสิ่งที่มีสำคัญอย่างยิ่ง เพราะถ้าฝนตกมากเกินไปในฤดูฝนทำให้อัตราการเจริญเติบโตของอ้อยลดลง ในพื้นที่ปลูกที่มีการระบายน้ำไม่ดีถ้ามีฝนตกเบาๆ และมีน้ำค้างมากทำให้อ้อยเจริญเติบโตได้ดี (Humbert, 1968) การเติบโตของอ้อยภายใต้สภาพดินที่มีความชื้นมากจะทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดต่ำลง อัตราการเติบโตจะมีอิทธิพลต่ออัตราการสะสมน้ำตาลซูโครสในลำต้นอ้อย ถ้าการเติบโตลดลงเนื่องจากการขาดน้ำ ความต้องการพลังงานของเนื้อเยื่อเจริญที่กำลังเติบโตจะลดลง ดังนั้น การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขาดน้ำในขณะที่มีแสงแดดมากๆ จะมีผลส่งเสริมการเพิ่มอัตราการสะสมน้ำตาลมากขึ้น หรือทำให้อ้อยเข้าสู่ระยะสุกขึ้นมา

น้ำที่เป็นส่วนประกอบในช่องว่างในดินที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย คือน้ำที่เป็นประโยชน์หรับพืชและอยู่ระหว่างความจุความชื้นสนามกับจุดเหี่ยวถาวร ความชื้นที่เป็นประโยชน์จะสัมพันธ์กับการคายระเหยน้ำของพืช เมื่อมีอัตราการคายระเหยเพิ่มขึ้นเมื่อความจุความชื้นสนามสูงและมีแรงดูดยึดของดินน้อยกว่า 0.5 บาร์ และการคายระเหยจะเพิ่มขึ้นเมื่อความจุความชื้นสนามต่ำและแรงดูดยึดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (Blank, 1968) ดินต้องมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available water) อยู่ระหว่าง 50-100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อ้อยจะขาดน้ำ และพบว่าความชื้นในดินเป็นตัวกำหนดปริมาณซูโครส เมื่ออ้อยอยู่ในระยะสุกแก่และได้รับน้ำปริมาณมากซูโครสจะถูกไฮโดรไลซ์ ได้น้ำตาลรีดิวส์ซึ่งเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและแตกแขนง ทำให้ซูโครสลดลง เนื่องจากมีการเจริญทางโครงสร้างอีกครั้งหนึ่ง การหยุดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 3 เดือน จะลดการเติบโตและหายใจของอ้อย ซึ่งจะส่งผลให้อ้อยสะสมน้ำตาลมากขึ้น (อรรถชัย, 2540) อ้อยเป็นพืชที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้แม้ในสภาพของดินปลุกที่มีระดับความชื้นแตกต่างกัน ความชื้นในดินจะสัมพันธ์กับการยืดตัวของเซลล์พบว่า การยืดยาวของลำต้นเป็นลักษณะหนึ่งที่ไวต่อการขาดน้ำ การยืดยาวของลำต้นลดลงเมื่อความชื้นในดินลดลง (Robertson, 1999)

การให้น้ำทุก 7 และ 14 วัน ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการให้น้ำทุก 21 วัน เท่ากับร้อยละ 50 และ 48 ตามลำดับ อย่างไรก็ดี การให้น้ำทุก 21 วัน ให้ค่าความหวาน (CCS) สูงกว่าการให้น้ำที่ 7 และ 14 วัน เท่ากับ ร้อยละ 14 และ 10 ตามลำดับ (ธงชัย และคณะ, 2550) สิโรจน์ (2541) รายงานว่า การให้น้ำแก่อ้อยทุก 14 วัน จะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิต ในสภาพแวดล้อมที่อ้อยขาดน้ำ มีความสำคัญต่อการสนับสนุนการสะสมน้ำตาลซูโครส ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่อาศัยน้ำฝน สำหรับพื้นที่ปลูกอ้อยเขตชลประทานทำโดยการระงับการให้น้ำ อัตราการย่างปล้องของลำต้นมีความอ่อนไหวต่อการลดลงของ leaf water potential มากกว่าการสังเคราะห์แสงของใบ (Inman-Bamber and de Jager, 1986)

อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80

อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 (ชื่อเดิม 94-2-483) ได้รับการรับรองโดยศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี โดยคัดเลือกได้จากคู่ผสมของพันธุ์แม่โคลน 95-2-352 กับพันธุ์พ่อ K84-200 อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จัดเป็นพันธุ์หวานช้า ให้ผลผลิตมวลและผลผลิตน้ำตาลสูง จากการเปรียบเทียบพันธุ์และทดสอบพันธุ์อ้อยในเขตชลประทานในดินร่วนและดินร่วนปนทราย ให้ผลผลิตมวลเฉลี่ย 17.79 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ K84-200 (14.82 ตันต่อไร่) ร้อยละ 20 และสูงกว่าพันธุ์ UT3 (16.91 ตันต่อไร่) ร้อยละ 5 และให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.66 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ K84-200 (2.28 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 17 และสูงกว่าพันธุ์ UT3 (2.52 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 6 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 มีความหวานเฉลี่ย 14.96 ซีซีเอส ขณะที่พันธุ์ K84-200 มีความหวานเฉลี่ย 15.37 ซีซีเอส พันธุ์ UT3 มีความหวานเฉลี่ย 14.93 ซีซีเอส นอกจากนี้พันธุ์สุพรรณบุรี 80 มีความต้านทานโรค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหี่ยวเน่าแดงและต้านทานโรคแส้ดำระดับปานกลาง อุดม เลียบวัน และคณะ (2551) ทักษิณา และคณะ (2551) พบว่า อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกข้ามแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการยืดปล้องเร็ว แตกกอปานกลาง สะสมมวลได้ช้า มีอัตราการเพิ่มความสูงในช่วงยืดปล้อง 2.03 เซนติเมตรต่อวัน อัตราการเพิ่มซีซีเอส 0.0654 ซีซีเอสต่อวัน อัตราการสะสมมวลแห้งรวม 17.371 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน การสะสมน้ำตาล 11.7 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศแบบเก็บข้อมูลอัตโนมัติ
2. รีแฟรคโตมิเตอร์ (Reflectrometer)
3. อุปกรณ์วัดการเจริญเติบโต เช่น ไม้วัดความสูง เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ เครื่องชั่ง
4. อุปกรณ์วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์และทางเคมีของดิน เช่น เครื่องชั่งแบบละเอียด อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ตู้อบตัวอย่าง เครื่องมือในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร
5. เครื่องมือและอุปกรณ์ปลูกอ้อย เช่น ถังปลูก แผ่นพลาสติกใสโปร่งแสง
6. โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (SPSS)

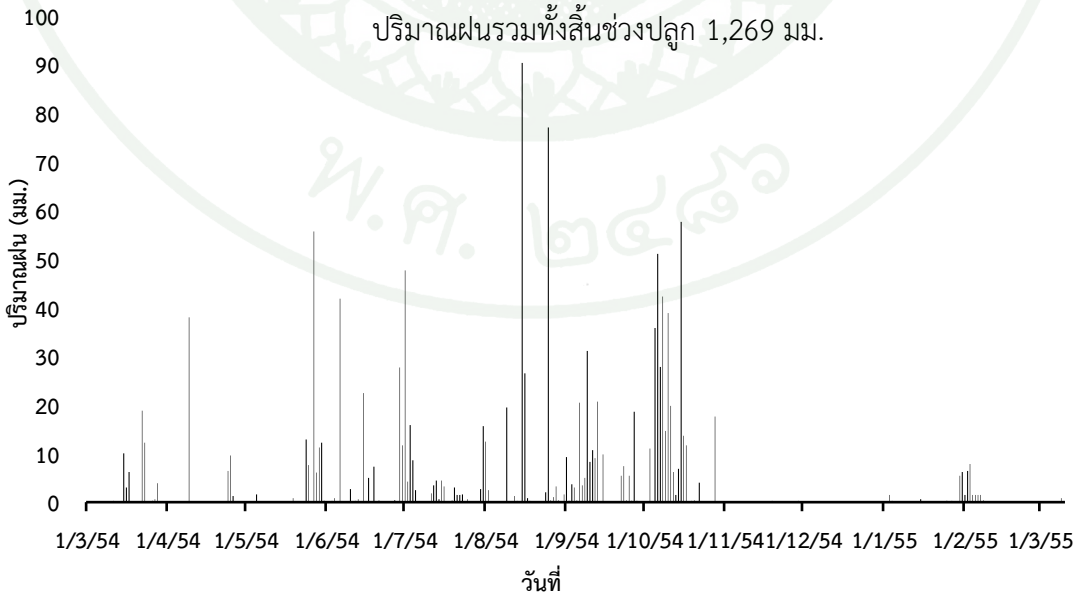
วิธีการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x4 factorial in CRD (Completely Randomized Design) 3 ซ้ำ มีหน่วยความร้อนสะสมและการให้น้ำเสริมนอกเหนือจากฝนตกตามธรรมชาติเป็นปัจจัยทดลอง ตำรับการทดลองความร้อนสะสม จะมีสองระดับ คือความร้อนสะสมตลอดช่วงปลูกที่เกิดจากอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมปลูกแบบไม่ล้อมพลาสติกใส จะเรียกตำรับทดลองนี้ว่า ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก (T1) และความร้อนสะสมตลอดช่วงปลูกที่เกิดจากอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมปลูกแบบล้อมพลาสติกใส จะเรียกตำรับทดลองนี้ว่า ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก (T2) ตำรับการทดลองให้น้ำเสริมมี 4 ตำรับ คือไม่ให้น้ำเสริม (น้ำฝน, W0) ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วันหลังปลูก (W1) ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วันหลังปลูก (W2) และให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วันหลังปลูก (W3) ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก (T1) ทำโดยปลูกอ้อยในถังปลูกในสภาพแวดล้อมปกติที่ไม่ล้อมแผ่นพลาสติกใส ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก (T2) ทำโดยปลูกอ้อยในสภาพแวดล้อมปกติแต่มีการล้อมถังปลูกด้วยแผ่นพลาสติกใส ขนาด 140x140 เซนติเมตร^2 ความสูงของแผ่นพลาสติกใสจะเท่ากับความสูงอ้อย (ประมาณ 3.5 เมตรจากพื้นดิน) ไม่คลุมแผ่นพลาสติกใสที่ด้านบนเหนือยอดอ้อย การให้น้ำ กำหนดให้น้ำตามความต้องการใช้น้ำของอ้อยในปริมาณที่ได้จากการศึกษาโดยเจษฎา (2551) ซึ่งได้ประเมินความต้องการใช้น้ำตามวิธี eddy covariance แล้วนำมาหาความสัมพันธ์ของความต้องการใช้น้ำของอ้อยกับสภาพภูมิอากาศ พบว่า เมื่ออ้อยมีอายุ 0-30, 31-170, 171-295 และ 295-330 วันหลังปลูกความต้องการน้ำของอ้อยเป็น 4.0, 4.5, 5.0, 4.0 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ โดยที่อ้อยอายุ 1-92 วันหลังปลูกจะให้น้ำทุกตำรับเท่ากันหลังจากนั้นจะให้น้ำตามตำรับทดลอง การให้น้ำจะให้ทุก 14 วัน หากมีฝนตกจะนำมาหักลบ ถ้าปริมาณฝนที่ตกมากกว่าปริมาณน้ำตามแผนจะไม่ให้น้ำในครั้งนั้นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 1 ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก (T1, ซ้าย) และตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก (T2, ขวา)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนในช่วงปลูก 1 มีนาคม 2554 ถึง 1 มีนาคม 2555 ที่สถานีตรวจวัดอากาศกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งห่างจากสถานที่ทำการทดลองประมาณ 1.5 กิโลเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำของแต่ละตำรับการทดลองให้น้ำเสริม

วัน เดือน ปี	วันหลังปลูก (วัน)	ปริมาณฝน (มม.)	น้ำเสริม (มม.)			
			W0	W1	W2	W3
14 มี.ค. 54	14	10.20	45.80	45.80	45.80	45.80
28 มี.ค. 54	28	44.80	11.20	11.20	11.20	11.20
11 เม.ย. 54	42	38.00	24.00	24.00	24.00	24.00
25 เม.ย. 54	56	17.20	45.80	45.80	45.80	45.80
9 พ.ค. 54	70	1.60	61.40	61.40	61.40	61.40
23 พ.ค. 54	84	13.60	49.40	49.40	49.40	49.40
31 พ.ค. 54	92	92.80	--	--	--	--
6 มิ.ย. 54	98	42.80	--	--	--	--
20 มิ.ย. 54	112	38.40	--	--	--	24.60
4 ก.ค. 54	126	118.20	--	--	--	--
18 ก.ค. 54	140	18.20	--	--	44.80	44.80
1 ส.ค. 54	154	41.00	--	--	22.00	22.00
15 ส.ค. 54	168	137.40	--	--	--	--
29 ส.ค. 54	182	85.00	--	--	--	--
31 ส.ค. 54	184	10.80	--	10.00	--	--
12 ก.ย. 54	196	115.40	--	--	--	--
26 ก.ย. 54	210	47.20	--	--	22.80	22.80
10 ต.ค. 54	224	241.20	--	--	--	--
24 ต.ค. 54	238	101.80	--	--	--	--
31 ต.ค. 54	245	17.60	--	17.40	17.40	--
7 พ.ย. 54	252	0.00	--	--	--	52.40
21 พ.ย. 54	266	0.20	--	--	--	69.80
5 ธ.ค. 54	280	0.20	--	--	--	69.80
19 ธ.ค. 54	294	0.00	--	--	--	70.00
2 ม.ค. 55	308	1.40	--	--	--	55.60
16 ม.ค. 55	322	0.80	--	--	--	55.20
30 ม.ค. 55	336	12.00	--	--	--	44.00
13 ก.พ. 55	350	21.60	--	--	--	34.40
27 ก.พ. 55	364	0.00	--	--	--	56.00
29 ก.พ. 55	366	0.00	--	--	--	8.00
รวม		1269.40	237.60	265.00	344.60	867.00
รวมปริมาณน้ำทั้งหมด			1507.00	1534.40	1614.00	2136.40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อ้อยทดลอง

ในแต่ละหน่วยทดลองเป็นการปลูกอ้อยในถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ความสูง 80 เซนติเมตร ใส่ดินจนถึงความสูงจากพื้นถัง 60 เซนติเมตร คิดเป็นมวลดินประมาณ 750 กิโลกรัม สมบัติของดินเป็นดังนี้ pH (1:1) = 7.77, ECe (dS/m) = 0.54, OM (%) = 0.49, Avail.P (mg/kg: Bray II) = 47.13, Exch. K (mg/kg) = 56.86, Exch. Ca (mg/kg) = 3050.20, Exch. Mg (mg/kg) = 101.07, ρb (g/cm^3) = 1.585 และมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) อ้อยทดสอบใช้อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 เป็นพันธุ์อ้อยที่ไม่มีโรคและแมลง ตัดเป็นท่อนๆ ความยาวท่อนละประมาณ 30 เซนติเมตร ใส่ 15 ท่อนต่อถัง คิดเป็นอัตราปลูกประมาณ 2.5 ตันต่อไร่ การปลูกจะขุดหลุมลึกประมาณ 10 เซนติเมตร วางท่อนพันธุ์ขนานกับพื้นแล้วฝังกลบ ในช่วงอ้อยงอก 3 เดือนแรก จะให้น้ำตามความต้องการน้ำของอ้อยที่กำหนด โดยให้น้ำทุกสัปดาห์จนครบ 3 เดือนในทุกตำรับทดลอง หลังจากนั้นจะให้น้ำตามตำรับการทดลอง ใส่ปุ๋ยโดยแบ่งใส่สองครั้ง ที่ 2 และ 4 เดือนของช่วงปลูกซึ่งเทียบเป็นปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเท่ากับ 22-0-68 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ สำหรับการใส่ 2 ครั้ง ตามลำดับ ไนโตรเจนและโพแทสเซียม จะใส่ 1 ใน 3 ของปุ๋ยทั้งหมด (7-0-23 กก./ไร่) ส่วนครั้งที่ 2 ใส่ส่วนเหลือทั้งหมด (15-0-45 กก./ไร่) กำจัดวัชพืชภายในถังปลูกด้วยการถอนด้วยมือ ส่วนแมลงจะใช้ยากำจัดแมลง ทั้งวัชพืชและแมลงจะกำจัดตามความเหมาะสมตลอดช่วงเวลาปลูก

3. การจัดเก็บข้อมูล

3.1 เก็บข้อมูลอุณหภูมิ

3.1.1 อุณหภูมิใต้ดิน คือ อุณหภูมิภายในดินที่ความลึก 5 เซนติเมตรจากผิวดิน จัดเก็บด้วยหัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple type T) เก็บข้อมูลทุก 5 นาที แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงเพื่อใช้ในการคำนวณความร้อนสะสมรายวัน

3.1.2 อุณหภูมิเหนือดิน คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ความสูง 30 เซนติเมตรเหนือผิวดิน และอุณหภูมิที่ความสูงสองในสามของความสูงอ้อย (ตำแหน่งหัววัดที่ความสูงนี้ จะเปลี่ยนทุกๆ 2 สัปดาห์ตามความสูงอ้อยที่เพิ่มขึ้น) จัดเก็บด้วยหัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple type T) เก็บข้อมูลทุก 5 นาที แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงเพื่อใช้ในการคำนวณความร้อนสะสมรายวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ข้อมูลการเจริญเติบโตและคุณภาพของอ้อย

บันทึกข้อมูลการเจริญและคุณภาพเมื่ออ้อยมีอายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วันหลังปลูก ตัวอย่างลำอ้อยที่ใช้เก็บข้อมูลในแต่ละครั้งจะทำโดยสุ่มเลือกมาจากถังปลูกถังละ 1 ต้น จากนั้น แยกลำอ้อยออกจากส่วนใบและกาบใบ (เศษเหลืออ้อย) อ้อยแต่ละลำ จะนำมาบันทึกมวล

ลำสด เศษเหลืออ้อย ความยาวลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนปล้อง ความกว้างใบ ความยาวใบ และค่าบริกซ์ของน้ำอ้อยจากลำที่ความยาวทุกๆ 30 เซนติเมตร ตั้งแต่โคนลำจนถึงปลายลำ

3.2.1 มวลอ้อยสดต่อลำ ชั่งน้ำหนักมวลอ้อยสดในแต่ละตำรับหลังจากตัดยอดที่จุดหักธรรมชาติและกำจัดใบและกาบใบออกหมดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยต่อต้น

3.2.2 ความยาวลำ วัดความยาวของลำอ้อยที่สุ่ม โดยวัดจากโคนถึงจุดหักธรรมชาติแล้วนำ มาหาค่าเฉลี่ย

3.2.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องที่อยู่กลางลำอ้อยแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.4 จำนวนปล้องต่อลำ นับจำนวนปล้องในแต่ละลำอ้อยแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.5 ความกว้างใบ วัดความกว้างเฉพาะใบอ้อยสดวัดทุกใบ โดยวัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบ เพื่อใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ใบ

3.2.6 ความยาวใบ วัดความยาวเฉพาะใบอ้อยสดวัดทุกใบ โดยเริ่มวัดจากส่วนของคอใบถึงปลายใบเพื่อใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ใบ

3.2.7 ค่าบริกซ์อ้อย ค่าบริกซ์วัดด้วยรีแฟรคโตมิเตอร์ (Reflectrometer) กระทำทุกๆ ความยาวของลำอ้อยเท่ากับ 30 เซนติเมตร เลือกจุดวัดเฉพาะส่วนกลางของท่อนสั้นๆ เท่านั้น โดยการใช้เครื่องมือในการแทงระหว่างกลางลำอ้อยที่ช่วงต่างๆเพื่อนำน้ำอ้อยวัดค่าบริกซ์ วัดทันทีที่จัดเก็บตัวอย่าง เวลาวัดอยู่ระหว่าง 08:00-11:00 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

หน่วยความร้อนสะสม (Growing degree days) คำนวณโดยคิดจากหน่วยความร้อนสะสมในแต่ละวัน มีสมการคือ

$$DHU = \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}\right] - T_b$$

ถ้า $T_{\min}$< 10 ℃ กำหนดให้ $T_{\min}$= 10 ℃ และ ถ้า $T_{\max}$ > 30 ℃ กำหนดให้ $T_{\max}$ = 30 ℃ เมื่อ DHU คือ daily heat unit หรือ หน่วยความร้อนสะสม มีหน่วยเป็น ℃d กำหนดอุณหภูมิฐาน (T_b) เท่ากับ 18 ℃ (ประเสริฐ (2551) และ Josh Lofton (2012))

ข้อมูลอุณหภูมิที่จัดเก็บจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศแบบเก็บข้อมูลอัตโนมัติ จะปรับแก้ข้อมูลที่สูญหายและข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือออก ขั้นตอนนี้ปรับแก้ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 15 นาที แล้วนำข้อมูลที่ปรับแก้มาหาค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลรายชั่วโมงเพื่อใช้ในการคำนวณความร้อนสะสมต่อไป

การหาพื้นที่ใบอ้อย ใช้วิธีการคำนวณจากผลคูณของความกว้างและความยาวของใบ ตามสมการ LA= k (W x L) โดยค่า k ใช้ตามการศึกษาของปรีชาและคณะ (2554) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.691 โดยการหาพื้นที่เฉพาะใบสดทุกใบ แล้วนำพื้นที่ของแต่ละใบมารวมกันเป็นพื้นที่ใบต่อต้น

มวลลำ จำนวนปล้อง เส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวลำ และพื้นที่ใบ จัดทำเป็นข้อมูลสะสม ทำโดยการนำค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างในแต่ละครั้งมารวมกับครั้งก่อนหน้าที่เก็บตัวอย่างนั้นๆ เพื่อทำเป็นข้อมูลสะสมสำหรับวิเคราะห์ผล

เปรียบเทียบผลของหน่วยความร้อนสะสมและการให้น้ำเสริมต่อค่าบริกซ์ของอ้อย โดยการวิเคราะห์หาความแปรปรวนของตัวแปรที่เกิดจากหน่วยความร้อนสะสมและการให้น้ำเสริม และหาสหสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความร้อนสะสมกับค่าบริกซ์ และปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับกับค่าบริกซ์ รวมถึงปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 2 ปัจจัยต่อค่าบริกซ์ในลำต้นอ้อย การวิเคราะห์ผลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ SPSS

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการอนุรักษ์และจัดการดิน ห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ และแปลงปลูกพืชทดลอง (UTM 47, E603506, N1551795) ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาทำการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็นสองส่วน คือ ช่วงแรกเป็นการปลูกพืชทดสอบ ปลูกในช่วงเดือนมีนาคม 2554 – มีนาคม 2555 และในช่วงที่สอง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการและวิเคราะห์ผลการทดลองเดือนมีนาคม 2555 – พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำและหน่วยความร้อนสะสม

ปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (ห่างจากสถานที่ทดลองประมาณ 1.5 กม.) ในช่วงปลูกตั้งแต่ 1 มีนาคม 2554 ถึง 10 มีนาคม 2555 มีปริมาณรวม 1,269 มิลลิเมตร W0 ได้รับน้ำเสริมเป็น 237.60 มิลลิเมตร รวมปริมาณน้ำทั้งสิ้น 1,507.00 มิลลิเมตร W1 ได้รับน้ำเสริมเป็น 265.00 มิลลิเมตร รวมปริมาณน้ำทั้งสิ้น 1,534.40 มิลลิเมตร W2 ได้รับน้ำเสริมเป็น 344.60 มิลลิเมตร รวมปริมาณน้ำทั้งสิ้น 1,614.00 มิลลิเมตร และ W3 ได้รับน้ำเสริมเป็น 867.00 มิลลิเมตร รวมปริมาณน้ำทั้งสิ้น 2,136.40 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

ตำรับทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงอายุอยู่ระหว่าง 27.42 °C ถึง 31.33 °C และมีอุณหภูมิใต้ดินเฉลี่ยตลอดช่วงปลูกของ T1W0, T1W1, T1W2, T1W3, T2W0, T2W1, T2W2 และ T2W3 เป็น 28.36, 28.62, 28.89, 28.56, 28.78, 28.79, 28.80 และ 28.49 °C และมีอุณหภูมิเหนือดินเฉลี่ยตลอดช่วงปลูกเป็น 28.72, 28.86, 29.30, 29.00, 28.88, 28.83, 29.59 และ 28.81 ตามลำดับ ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกเล็กน้อย (ตารางที่ 2 และ 3) ตำรับทดลองมีความร้อนสะสมใต้ดินตลอดช่วงปลูกของ T1W0, T1W1, T1W2, T1W3, T2W0, T2W1, T2W2 และ T2W3 เป็น 3,530.54, 3,481.38, 3,528.86, 3,692.63, 3,464.26, 3,487.01, 3,425.92, และ 3,447.75 °Cd และความร้อนสะสมเหนือดินเป็น 3,631.17, 3,695.40, 3,620.47, 3,542.25, 3,513.54, 3,655.33, 3,619.32 และ 3,669.05 °Cd ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

เหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินเฉลี่ยรายวันมีค่าใกล้เคียงกัน (น้อยกว่า 0.5 องศาเซลเซียส) และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแต่ละวันคล้ายกัน ทั้งในตำรับการทดลองความร้อนสะสมและตำรับการทดลองให้น้ำเสริม (ภาพที่ 3, 4 และ 5) ผู้เขียนจึงจะนำเสนอเฉพาะข้อมูลอุณหภูมิเหนือดิน เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่มีการจัดเก็บกันโดยทั่วไป

ปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับตลอดในช่วงการเติบโตทางลำต้นมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากที่อ้อยอายุ 0-3 เดือน ให้น้ำทุกตำรับเท่ากันตามความต้องการน้ำที่กำหนด หลังจากนั้นเมื่ออ้อยอายุ 3-10 เดือน ปริมาณฝนตกสม่ำเสมอและมีการกระจายตัวของฝนดี ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำที่จะจัดให้ในช่วงนี้จึงทำให้ปริมาณน้ำในช่วงนี้แตกต่างกันน้อย และเมื่ออ้อยอายุ 10-12 เดือน ในช่วงนี้ฝนทิ้งช่วงซึ่งในช่วงนี้เองที่ทำให้ปริมาณน้ำมีความแตกต่างกัน หน่วยความร้อนสะสมที่อายุต่างๆใกล้เคียงกัน เนื่องจากวิธีการปลูกไม่ได้ทำให้ช่วงของอุณหภูมิมีความแตกต่างกันตลอดเวลา แต่วิธีการปลูกทำให้อุณหภูมิในตำรับทดลองมีช่วงเวลาที่แตกต่างกันเป็นช่วงๆคือในตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกในช่วงเวลาหลัง 22.00 น. อุณหภูมิจะลงต่ำลงกว่าตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกจนถึงเวลาประมาณ 6.00 น. เมื่อเริ่มมีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น ขณะที่ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลดต่ำลง เมื่อเวลาผ่านไปในตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนที่เวลาประมาณ 13.00 น โดยเฉลี่ยจะเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุด ขณะที่ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกเวลาประมาณ 12.00 น อุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกและสูงขึ้นอีกเล็กน้อยจนถึงประมาณ 14.00 น. ในช่วงบ่ายของวันอุณหภูมิเริ่มลดลงแต่ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกจะลดลงช้ากว่าเนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่าในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 2 อุณหภูมิใต้ดินเฉลี่ยในแต่ละตำรับทดลอง มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

วันที่	T1W0	T1W1	T1W2	T1W3	T2W0	T2W1	T2W2	T2W3
1-124	28.13	28.33	28.46	29.02	28.06	29.05	27.90	28.61
125-164	28.51	28.84	28.95	28.99	28.65	29.38	28.64	28.84
165-198	28.76	28.74	29.11	28.75	28.96	29.02	28.78	28.74
199-222	28.26	28.49	28.79	28.23	28.82	28.45	28.67	28.17
223-270	27.84	28.32	28.66	28.15	28.78	28.39	28.86	28.04
271-305	28.00	28.44	28.90	28.36	28.90	28.45	28.97	28.20
306-354	27.62	27.75	27.89	27.66	27.70	27.42	28.07	27.51
355-375	29.80	30.07	30.38	29.29	30.38	30.17	30.52	29.80
เฉลี่ย	28.36	28.62	28.89	28.56	28.78	28.79	28.80	28.49

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วันหลังปลูก, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 อุณหภูมิเหนือดินเฉลี่ยในแต่ละตำรับทดลอง มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

วันที่	T1W0	T1W1	T1W2	T1W3	T2W0	T2W1	T2W2	T2W3
1-124	28.86	28.90	29.37	28.64	28.82	28.91	29.64	28.96
125-164	28.87	29.10	29.55	29.02	29.13	29.21	29.96	28.98
165-198	28.69	28.78	29.40	29.30	28.93	28.92	29.73	28.88
199-222	28.50	28.58	29.28	28.96	28.73	28.56	29.40	28.76
223-270	28.45	28.54	29.28	28.83	28.57	28.40	29.15	28.70
271-305	28.56	28.60	29.36	28.95	28.79	28.58	29.29	28.74
306-354	27.82	28.00	27.94	27.99	28.13	27.90	28.54	27.89
355-375	30.06	30.37	30.23	30.31	29.97	30.15	31.01	29.54
เฉลี่ย	28.72	28.86	29.30	29.00	28.88	28.83	29.59	28.81

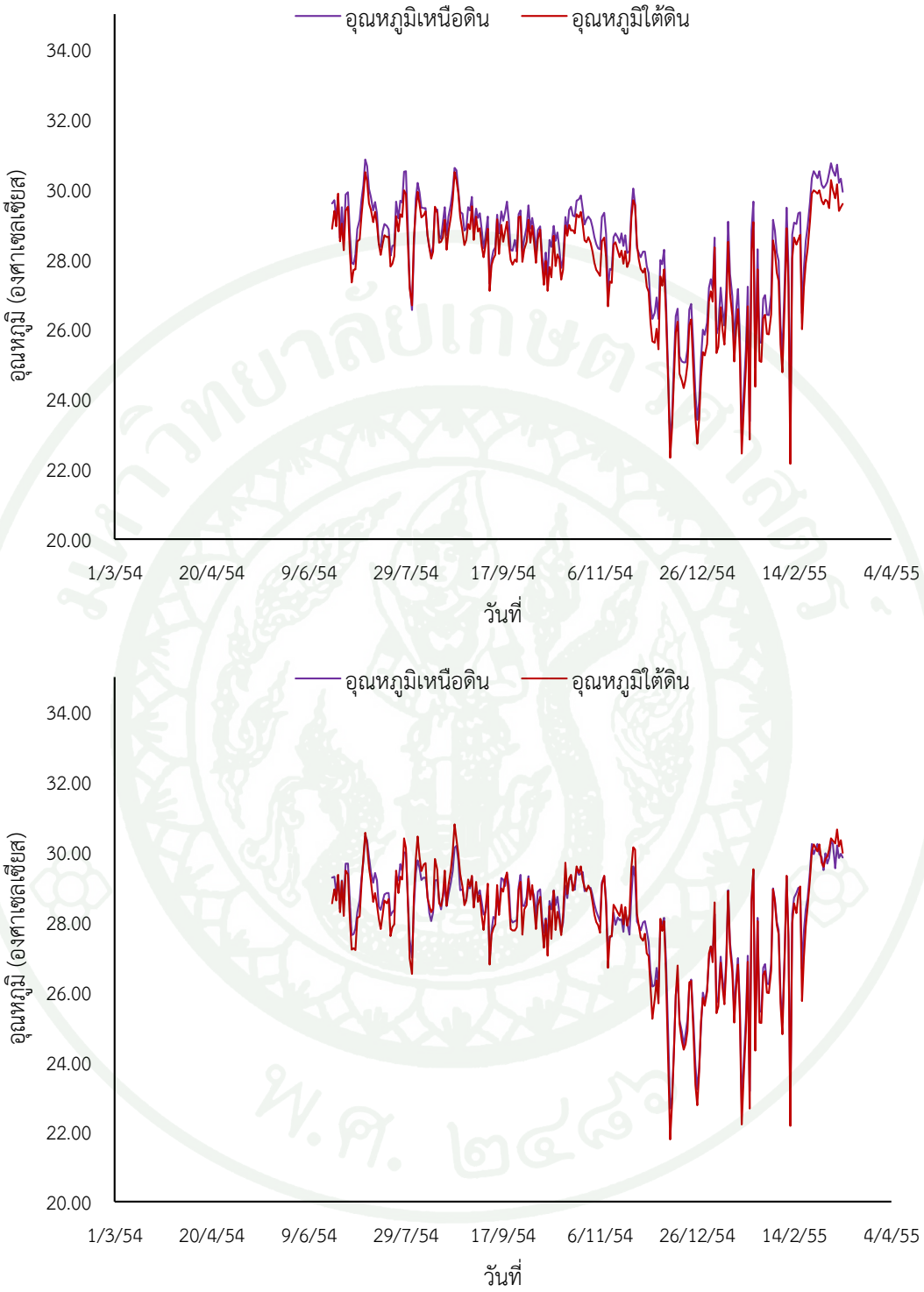
T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วันหลังปลูก, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ตารางที่ 4 หน่วยความร้อนสะสมใต้ดินและเหนือดินของแต่ละตำรับทดลอง (ºCd)

จุดตรวจวัด	T1W0	T1W1	T1W2	T1W3	T2W0	T2W1	T2W2	T2W3
ใต้ดิน	3530.54	3481.38	3528.86	3692.63	3464.26	3487.01	3425.92	3447.75
เหนือดิน	3631.17	3695.40	3620.47	3542.25	3513.54	3655.33	3619.32	3669.05

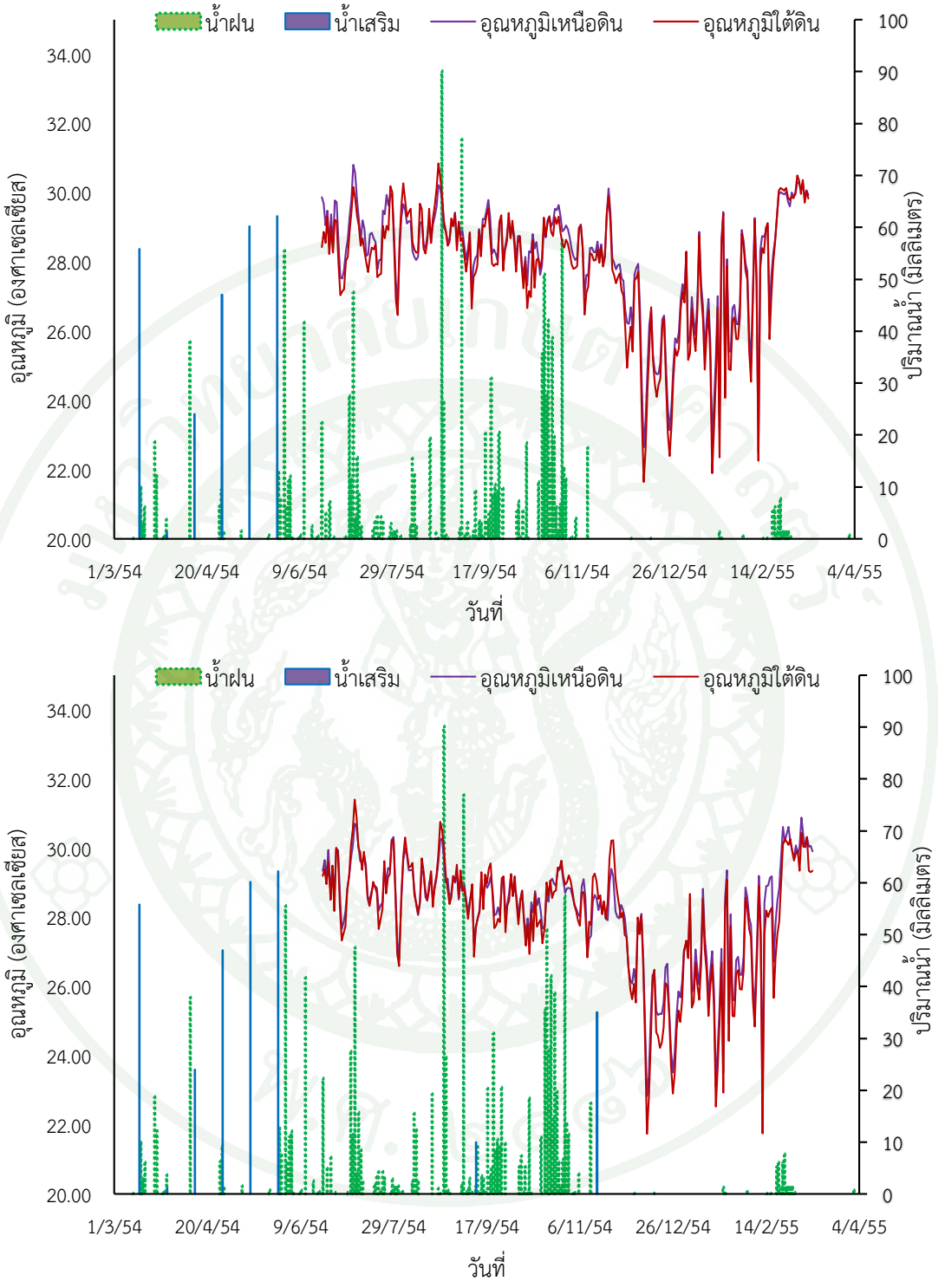
T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วันหลังปลูก, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



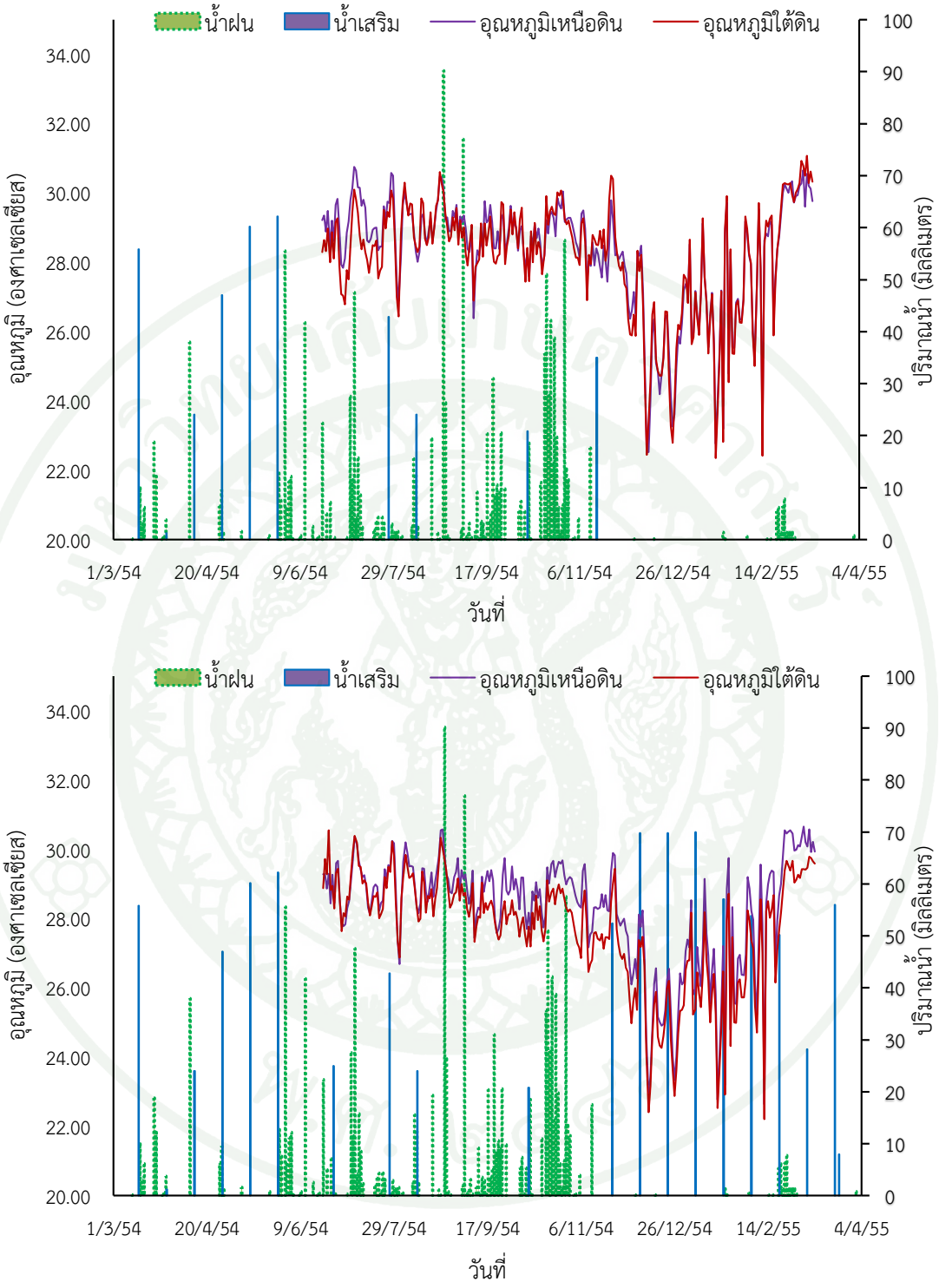
ภาพที่ 3 อุณหภูมิเหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินรายวันเฉลี่ยของตำรับการทดลองความร้อนสะสม ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก (บน) ตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 อุณหภูมิเหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินรายวันเฉลี่ยของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม ปริมาณฝนที่ตกและน้ำที่ให้เสริม ตำรับไม่ให้น้ำเสริม (W0) (บน) ตำรับให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 154-184 และ 215-245 วัน (W1) (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 อุณหภูมิเหนือดินและอุณหภูมิใต้ดินรายวันเฉลี่ยของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม ปริมาณฝนที่ตกและน้ำที่ให้เสริม ตำรับให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 123-245 วัน (W0) (บน) ตำรับให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 93-366 วัน (W1) (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. องค์ประกอบผลผลิตอ้อย

มวลลำสะสม

มวลลำสะสมของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม เป็นดังภาพที่ 6 ด้านบน และมวลลำของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเป็นดังภาพที่ 6 ด้านล่าง

อุณหภูมิเหนือดินมีผลต่อมวลลำสะสมของอ้อยที่อายุ 164 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.010) โดย T1 ทำให้มวลลำต้นสูงกว่า T2 มวลลำต้นของตำรับทดลองเหล่านี้เท่ากับ 1,463.24 และ 1,284.40 กรัมต่อลำ ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน อุณหภูมิเหนือดินของตำรับการทดลองทั้ง 2 ไม่ทำให้มวลลำสะสมของอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.909, 0.089, 0.130, 0.153, 0.246, 0.168 และ 0.239 ตามลำดับ) (ตารางที่ 5)

การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อมวลลำสะสมของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.230, 0.383, 0.602, 0.731, 0.898, 0.896, 0.839 และ 0.859 ตามลำดับ) (ตารางที่ 5)

พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อมวลลำสะสมของอ้อยที่อายุ 198 และ 222 วัน (p-value = 0.015 และ 0.017) เมื่ออ้อยอายุ 198 วัน T1W3 ให้มวลลำสะสมสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3 ที่มวลลำสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกับ T1W2, T2W0, T1W0, T2W1, T1W1 และ T2W2 มวลลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,687.48, 1,964.66, 2,125.74, 2,160.33, 2,173.47, 2,206.96, 2,236.86 และ 2253.58 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และที่อ้อยอายุ 222 วัน T1W3 ให้มวลลำสะสมสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3 ที่มวลลำสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกับ T1W0, T1W2, T2W2, T2W1, T2W0 และ T1W1 มวลลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,570.60, 2,749.06, 2,906.96, 3,035.63, 3,053.59, 3,073.13, 3,092.67 และ 3125.44 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 198, 270, 305, 354 และ 375 วัน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อมวลลำสะสมของอ้อย (p-value = 0.354, 0.141, 0.115, 0.471, 0.116 และ 0.160 ตามลำดับ) (ตารางที่ 5)

มวลลำสะสมมีความสัมพันธ์กับเวลาในการปลูกสูง (R^2 = 0.99) พบว่าอัตราการสะสมมวลลำอยู่ระหว่าง 25.7357-27.2854 กรัมต่อวัน

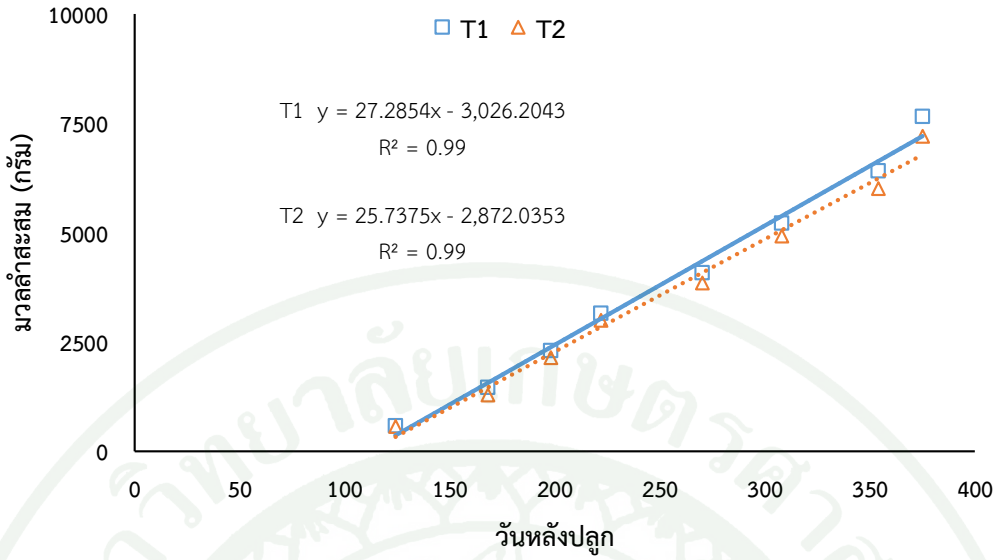
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 มวลลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุต่างๆ ในช่วงปลูก มีหน่วยเป็นกรัมต่อต้น

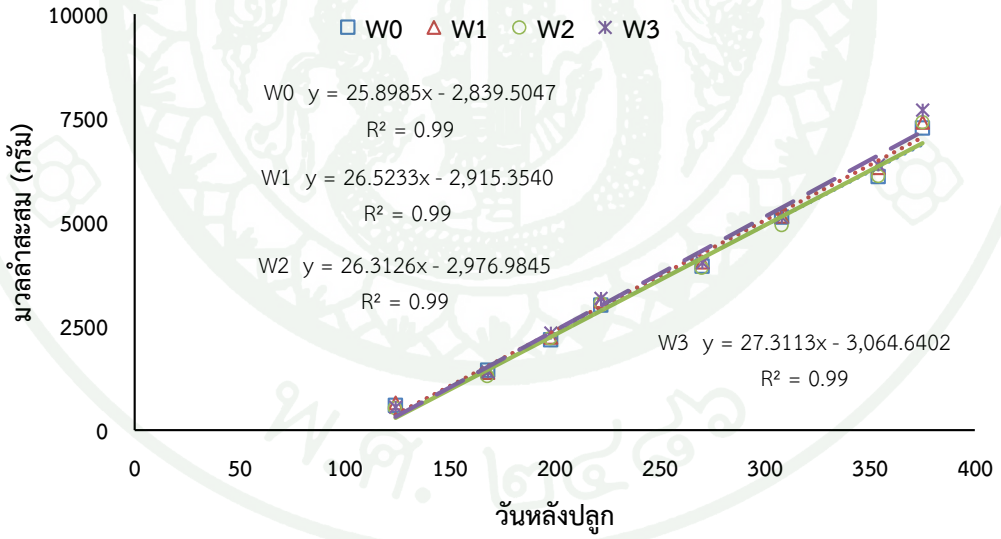
	วันหลังปลูก							
	124	164	198	222	270	305	354	375
อุณหภูมิเหนือดิน								
T1	574.47	1463.24[a]	2305.89	3159.66	4086.51	5215.284	6414.34	7660.17
T2	569.41	1284.40[b]	2146.38	2992.11	3849.35	4924.29	6015.74	7205.99
p-value	0.909	0.010	0.089	0.130	0.153	0.246	0.168	0.239
การให้น้ำเสริม								
W0	582.87	1436.53	2166.90	2999.81	3934.33	5112.62	6087.38	7252.61
W1	644.01	1377.87	2221.91	3099.29	4031.84	5144.61	6305.89	7402.26
W2	516.54	1285.15	2189.66	3044.61	3885.85	4909.85	6094.23	7383.42
W3	544.35	1395.73	2326.07	3159.83	4019.70	5112.06	6372.66	7694.04
p-value	0.230	0.383	0.602	0.731	0.898	0.896	0.839	0.859
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ								
T1W0	533.09	1470.77	2173.47[b]	2906.96[b]	3868.97	5195.63	6191.37	7545.16
T1W1	707.43	1434.43	2236.86[b]	3125.44[b]	4115.46	5275.65	6457.52	7460.85
T1W2	504.53	1329.95	2125.74[b]	3035.63[b]	3874.98	4822.18	5863.33	7039.53
T1W3	552.84	1617.81	2687.48[a]	3570.60[a]	4486.65	5567.68	7145.15	8595.15
T2W0	632.64	1402.28	2160.33[b]	3092.67[b]	3999.70	5029.62	5983.39	6960.05
T2W1	580.60	1321.31	2206.96[b]	3073.13[b]	3948.22	5013.57	6154.26	7343.68
T2W2	528.54	1240.34	2253.58[b]	3053.59[b]	3896.73	4997.53	6325.13	7727.30
T2W3	535.86	1173.64	1964.66[b]	2749.06[b]	3552.76	4656.45	5600.17	6792.93
p-value	0.354	0.141	0.015	0.017	0.115	0.471	0.116	0.160

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
T_1	28.94	29.14	29.04	28.83	28.78	28.87	27.94	30.24
T_2	29.08	29.32	29.12	28.86	28.71	28.85	28.12	30.17
GDD_{T1}	1316	1719	2064	2305	2768	3072	3411	3622
GDD_{T2}	1317	1725	2068	2306	2765	3066	3404	3614



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
W_0	644	735	1073	1293	1471	1471	1507	1508
W_1	644	745	1083	1303	1499	1499	1535	1535
W_2	644	802	1140	1383	1578	1578	1614	1615
W_3	669	827	1164	1407	1708	1848	2073	2137

ภาพที่ 6 มวลลำอ้อยสะสมตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม (บน) มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนปล้องสะสม

จำนวนปล้องสะสมของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสมเป็นดังภาพที่ 7 ด้านบน และมวลลำของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเป็นดังภาพที่ 7 ด้านล่าง

อุณหภูมิเหนือดินไม่มีผลต่อจำนวนปล้องสะสมของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.812, 0.204, 0.303, 0.396, 0.945, 0.668, 0.395 และ 0.907 ตามลำดับ) (ตารางที่ 6)

การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อจำนวนปล้องสะสมของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.146, 0.449, 0.630, 0.732, 0.528, 0.517, 0.248 และ 0.387 ตามลำดับ) (ตารางที่ 6)

พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อจำนวนปล้องสะสมของอ้อยที่อายุ 198 วัน (p-value = 0.025) โดย T1W3 ทำให้จำนวนปล้องสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T1W0, T2W0, T2W1, T2W2 และ T1W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3 ที่จำนวนปล้องสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกับ T1W2, T1W1, T2W2, T2W1, T2W0 และ T1W0 จำนวนปล้องสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.50, 58.50, 57.33, 57.08, 56.83, 55.50, 51.50 และ 53.50 ปล้อง ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 164, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อจำนวนปล้องสะสมของอ้อย (p-value = 0.635, 0.526, 0.060, 0.115, 0.351, 0.089 และ 0.127 ตามลำดับ) (ตารางที่ 6)

จำนวนปล้องสะสมมีความสัมพันธ์กับเวลาในการปลูกสูง (R^2 > 0.98) พบว่าอัตราการสะสมจำนวนปล้องอยู่ระหว่าง 0.7762-0.8003 ปล้องต่อวัน

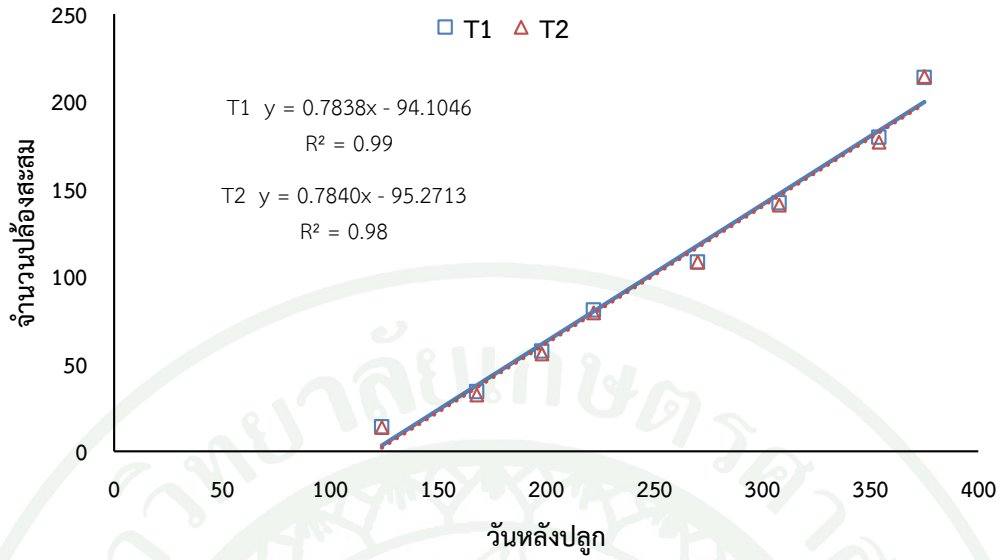
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 จำนวนปล้องสะสมอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก

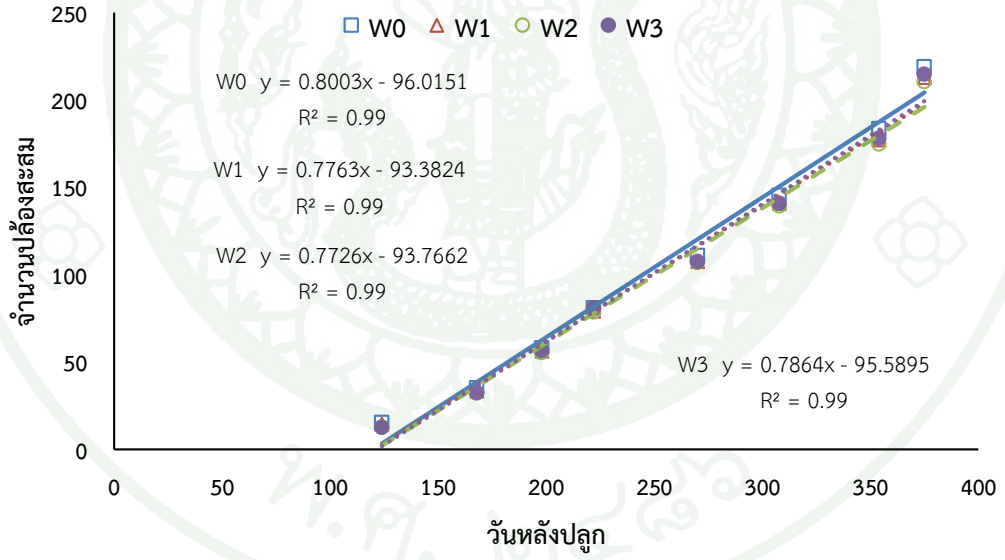
	วันหลังปลูก							
	124	164	198	222	270	305	354	375
อุณหภูมิเหนือดิน								
T1	13.79	34.08	57.25	80.62	108.21	142.12	179.54	213.94
T2	13.58	32.31	55.69	79.08	108.06	140.79	176.92	214.35
p-value	0.812	0.204	0.303	0.396	0.945	0.668	0.395	0.907
การให้น้ำเสริม								
W0	15.17	35.00	57.92	81.00	110.83	145.42	183.33	218.96
W1	14.25	33.21	56.29	79.17	107.29	140.58	176.92	212.63
W2	12.67	32.08	55.17	78.58	106.92	139.25	174.58	210.42
W3	12.67	32.50	56.50	80.67	107.50	140.58	178.08	214.58
p-value	0.146	0.449	0.630	0.732	0.528	0.517	0.248	0.387
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ								
T1W0	16.00	36.00	58.50^{ab}	80.00	109.00	144.50	181.00	216.25
T1W1	14.67	33.33	55.50^{ab}	78.00	104.83	138.50	174.67	208.50
T1W2	12.00	32.00	53.50^{b}	78.50	107.00	139.50	176.50	209.00
T1W3	12.50	35.00	61.50^{a}	86.00	112.00	146.00	186.00	222.00
T2W0	14.33	34.00	57.33^{ab}	82.00	112.67	146.33	185.67	221.67
T2W1	13.83	33.08	57.08^{ab}	80.33	109.75	142.67	179.17	216.75
T2W2	13.33	32.17	56.83^{ab}	78.67	106.83	139.00	172.67	211.83
T2W3	12.83	30.00	51.50^{b}	75.33	103.00	135.17	170.17	207.17
p-value	0.635	0.526	0.025	0.060	0.115	0.351	0.089	0.127

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
T_1	28.94	29.14	29.04	28.83	28.78	28.87	27.94	30.24
T_2	29.08	29.32	29.12	28.86	28.71	28.85	28.12	30.17
GDD_{T1}	1316	1719	2064	2305	2768	3072	3411	3622
GDD_{T2}	1317	1725	2068	2306	2765	3066	3404	3614



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
W_0	644	735	1073	1293	1471	1471	1507	1508
W_1	644	745	1083	1303	1499	1499	1535	1535
W_2	644	802	1140	1383	1578	1578	1614	1615
W_3	669	827	1164	1407	1708	1848	2073	2137

ภาพที่ 7 จำนวนปล้องสะสมตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม (บน) มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อยในช่วงอายุต่างๆ ที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสมเป็นดังภาพที่ 8 ด้านบน และมวลลำของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเป็นดังภาพที่ 8 ด้านล่าง

อุณหภูมิเหนือดินมีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อยที่อายุ 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.004, 0.003, 0.001, <0.001, 0.001, 0.001 และ 0.001) เมื่ออ้อยอายุ 164 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.09 และ 5.81 เซนติเมตร ตามลำดับ อ้อยอายุ 198 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.03 และ 8.53 เซนติเมตร ตามลำดับ อ้อยอายุ 222 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.82 และ 11.23 เซนติเมตร ตามลำดับ อ้อยอายุ 270 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.50 และ 13.86 เซนติเมตร ตามลำดับ อ้อยอายุ 305 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.35 และ 16.46 เซนติเมตร ตามลำดับ อ้อยอายุ 354 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.14 และ 19.14 เซนติเมตร ตามลำดับ และที่อ้อยอายุ 375 วัน T1 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงกว่า T2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.71 และ 21.71 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124 วัน อุณหภูมิเหนือดินของตำรับการทดลองทั้ง 2 ไม่ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.355) (ตารางที่ 7)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อยที่อายุ 164 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.010) โดย W0 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W3 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 ที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W1 และ W3 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.20, 5.97, 5.73 และ 5.92 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.151, 0.113, 0.148, 0.088, 0.280, 0.925 และ 0.898 ตามลำดับ) (ตารางที่ 7)

พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อยที่อายุ 222, 270 และ 354 วัน (p-value = 0.027, 0.012 และ 0.038) เมื่ออ้อยอายุ 222 วัน T1W3 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T1W0 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3 ที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W2, T2W1 และ T1W2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.35, 11.90, 10.88, 11.08, 11.35 และ 11.45 เซนติเมตร ตามลำดับ อ้อยอายุ 270 วัน T1W3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T1W0 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3 ที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W2, T2W1 และ T1W2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.01, 14.54, 13.44, 13.69, 14.00 และ 14.07 เซนติเมตร ตามลำดับ และที่อ้อยอายุ 354 วัน T1W3 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T1W1, T1W0 และ T1W2 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3 ที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W2, T2W1 และ T2W0 เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.86, 20.04, 19.89, 19.75**,** 18.48, 19.23, 19.36 และ 19.48 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 164, 198, 305 และ 375 วัน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อย (p-value = 0.851 , 0.225, 0.097, 0.080 และ 0.115 ตามลำดับ) (ตารางที่ 7)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมมีความสัมพันธ์กับเวลาในการปลูกสูง (R^2 = 0.99) พบว่าอัตราการสะสมเส้นผ่านศูนย์กลางลำอยู่ระหว่าง 0.0730-0.0767 เซนติเมตรต่อวัน

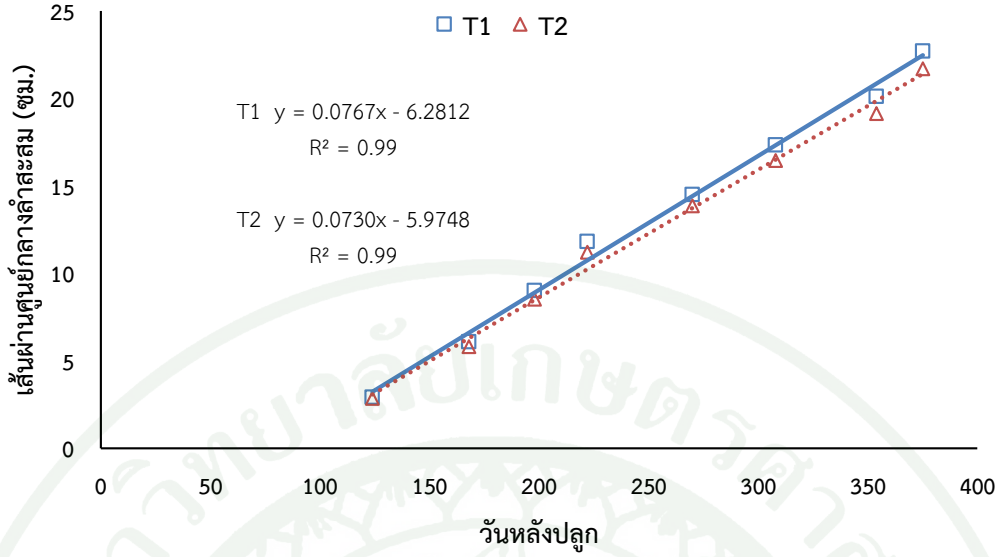
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 เส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยสะสมที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

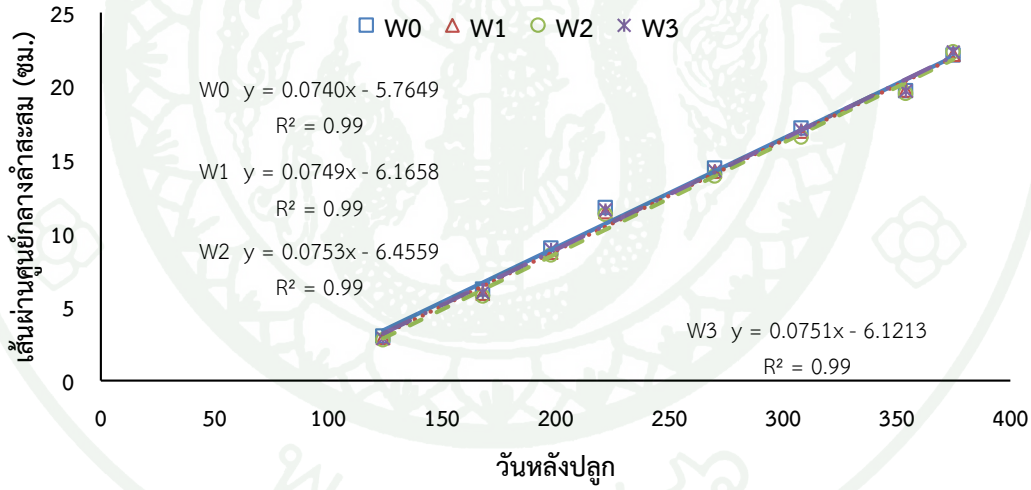
	วันหลังปลูก							
	124	164	198	222	270	305	354	375
อุณหภูมิเหนือดิน								
T1	2.92	6.09^{a}	9.03^{a}	11.82^{a}	14.50^{a}	17.35^{a}	20.14^{a}	22.71^{a}
T2	2.85	5.81^{b}	8.53^{b}	11.23^{b}	13.86^{b}	16.46^{b}	19.14^{b}	21.71^{b}
p-value	0.355	0.004	0.003	0.001	<0.001	0.001	0.001	0.001
การให้น้ำเสริม								
W0	3.02	6.20^{a}	8.98	11.76	14.43	17.16	19.69	22.10
W1	2.89	5.92^{b}	8.71	11.47	14.19	16.91	19.71	22.12
W2	2.76	5.73^{b}	8.51	11.26	13.88	16.52	19.50	22.31
W3	2.88	5.97^{ab}	8.92	11.61	14.23	17.04	19.67	22.32
p-value	0.151	0.010	0.113	0.148	0.088	0.280	0.925	0.898
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ								
T1W0	3.10	6.25	9.15	11.90^{ab}	14.54^{ab}	17.39	19.89^{ab}	22.42
T1W1	2.93	5.98	8.82	11.59^{bc}	14.37^{b}	17.21	20.04^{ab}	22.37
T1W2	2.75	5.90	8.65	11.45^{bcd}	14.07^{bcd}	16.76	19.75^{ab}	22.66
T1W3	2.90	6.25	9.50	12.35^{a}	15.01^{a}	18.06	20.86^{a}	23.41
T2W0	2.93	6.15	8.82	11.62^{bc}	14.31^{bc}	16.92	19.48^{bc}	21.79
T2W1	2.85	5.86	8.60	11.35^{bcd}	14.00^{bcd}	16.61	19.36^{bc}	21.87
T2W2	2.77	5.56	8.38	11.08^{cd}	13.69^{cd}	16.29	19.23^{bc}	21.95
T2W3	2.85	5.69	8.34	10.88^{d}	13.44^{d}	16.02	18.48^{c}	21.22
p-value	0.851	0.225	0.097	0.027	0.012	0.080	0.038	0.115

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
T_1	28.94	29.14	29.04	28.83	28.78	28.87	27.94	30.24
T_2	29.08	29.32	29.12	28.86	28.71	28.85	28.12	30.17
GDD_{T1}	1316	1719	2064	2305	2768	3072	3411	3622
GDD_{T2}	1317	1725	2068	2306	2765	3066	3404	3614



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
W_0	644	735	1073	1293	1471	1471	1507	1508
W_1	644	745	1083	1303	1499	1499	1535	1535
W_2	644	802	1140	1383	1578	1578	1614	1615
W_3	669	827	1164	1407	1708	1848	2073	2137

ภาพที่ 8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยสะสมตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม (บน) มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความยาวลำสะสม

ความยาวลำสะสมของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสมเป็นดังภาพที่ 9 ด้านบน และมวลลำของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเป็นดังภาพที่ 9 ด้านล่าง

อุณหภูมิเหนือดินไม่มีผลต่อความยาวลำสะสมของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.734, 0.262, 0.787, 0.415, 0.487, 0.396, 0.502 และ 0.473 ตามลำดับ) (ตารางที่ 8)

การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อความยาวลำสะสมของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.234, 0.501, 0.930, 0.642, 0.763, 0.499, 0.583 และ 0.740 ตามลำดับ) (ตารางที่ 8)

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อความยาวลำสะสมของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน (p-value = 0.543, 0.408, 0.050, 0.122, 0.205, 0.348, 0.193 และ 0.229 ตามลำดับ) (ตารางที่ 8)

ความยาวลำสะสมมีความสัมพันธ์กับเวลาในการปลูกสูง (R^2 = 0.99) พบว่าอัตราการสะสมเส้นความยาวลำอยู่ระหว่าง 4.8488-5.1048 เซนติเมตรต่อวัน

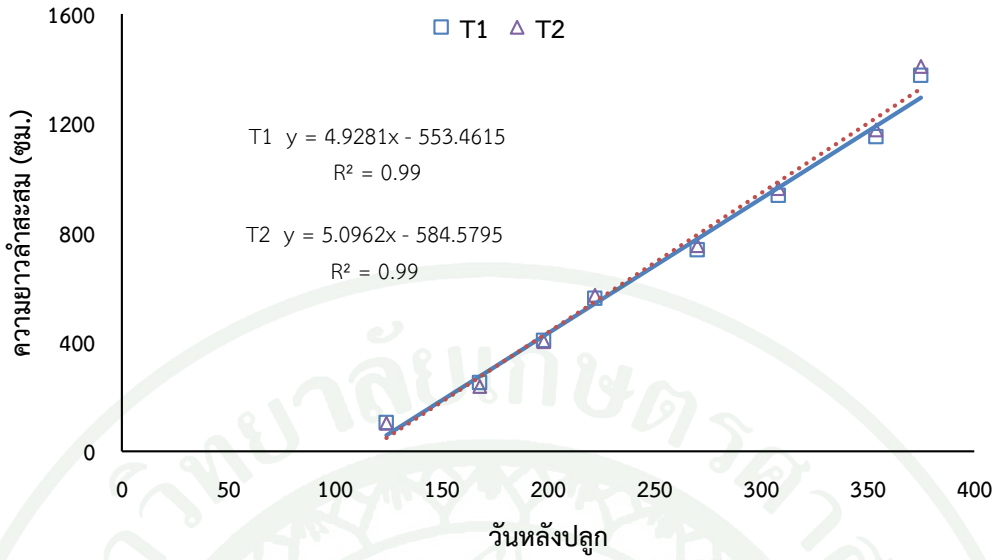
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ความยาวลำสะสมของอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

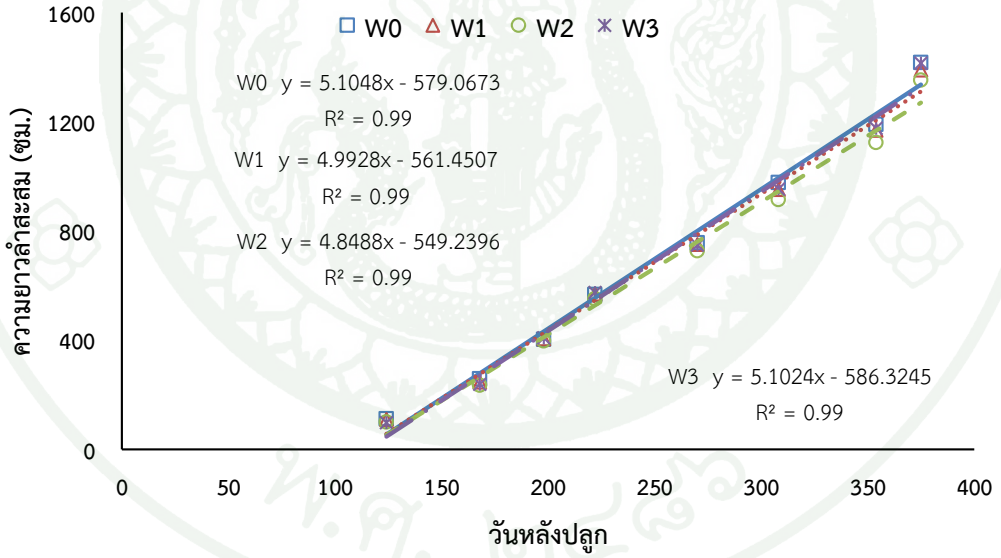
	วันหลังปลูก							
	124	164	198	222	270	305	354	375
อุณหภูมิเหนือดิน								
T1	105.44	250.56	404.69	559.27	737.94	936.625	1152.02	1375.62
T2	103.48	237.56	401.23	570.73	752.31	961.40	1176.54	1409.42
p-value	0.734	0.262	0.787	0.415	0.487	0.396	0.502	0.473
การให้น้ำเสริม								
W0	111.25	256.92	402.67	565.75	755.00	976.54	1190.38	1415.47
W1	109.79	246.88	405.21	568.88	750.54	951.38	1167.63	1388.47
W2	99.71	233.71	396.38	550.54	726.71	914.21	1122.79	1351.81
W3	97.08	238.75	407.58	574.83	748.25	953.92	1176.33	1414.34
p-value	0.234	0.501	0.930	0.642	0.763	0.499	0.583	0.740
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ								
T1W0	116.50	270.50	409.00	554.50	749.00	983.75	1198.75	1432.27
T1W1	114.00	251.00	401.50	560.83	738.50	934.00	1146.08	1355.92
T1W2	94.25	225.25	371.25	524.25	689.25	860.25	1049.25	1260.28
T1W3	97.00	255.50	437.00	597.50	775.00	968.50	1214.00	1454.00
T2W0	106.00	243.33	396.33	577.00	761.00	969.33	1182.00	1398.67
T2W1	105.58	242.75	408.92	576.92	762.58	968.75	1189.17	1421.01
T2W2	105.17	242.17	421.50	576.83	764.17	968.17	1196.33	1443.34
T2W3	97.17	222.00	378.17	552.17	721.50	939.33	1138.67	1374.68
p-value	0.543	0.408	0.050	0.122	0.205	0.348	0.193	0.229

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
T_1	28.94	29.14	29.04	28.83	28.78	28.87	27.94	30.24
T_2	29.08	29.32	29.12	28.86	28.71	28.85	28.12	30.17
GDD_{T1}	1316	1719	2064	2305	2768	3072	3411	3622
GDD_{T2}	1317	1725	2068	2306	2765	3066	3404	3614



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
W_0	644	735	1073	1293	1471	1471	1507	1508
W_1	644	745	1083	1303	1499	1499	1535	1535
W_2	644	802	1140	1383	1578	1578	1614	1615
W_3	669	827	1164	1407	1708	1848	2073	2137

ภาพที่ 9 ความยาวลำสะสมอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม (บน) มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ใบสะสมต่อต้น

พื้นที่ใบสะสมของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสมเป็นดังภาพที่ 10 ด้านบน และมวลลำของอ้อยในช่วงอายุต่างๆที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเป็นดังภาพที่ 10 ด้านล่าง

อุณหภูมิเหนือดินมีผลต่อพื้นที่ใบสะสมของอ้อยที่อายุ 222 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.022) โดย T1 ทำให้พื้นที่ใบสะสมมีค่าสูงกว่า T2 พื้นที่ใบสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.8565, 1.7149 ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 164, 198, 270 และ 305ม 354 และ 375 วัน อุณหภูมิเหนือดินของตำรับการทดลองทั้ง 2 ไม่ทำให้พื้นที่ใบสะสมของอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.119, 0.138, 0.230, 0.187, 0.131, 0.927 และ 0.588 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อพื้นที่ใบสะสมของอ้อยที่อายุ 124 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.004) โดย W0 ทำให้พื้นที่ใบสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W1 และ W3 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 ที่พื้นที่ใบสะสมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W3 พื้นที่ใบสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5391, 0.5382, 0.4883 และ 0.4553 ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อพื้นที่ใบสะสมมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.072, 0.524, 0.591, 0.780, 0.513, 0.140 และ 0.089 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินในช่วงปลูกและการให้น้ำเสริมต่อพื้นที่ใบสะสมของอ้อยที่อายุ 124 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.024) โดย T1W0 ทำให้พื้นที่ใบสะสมสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T1W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T1W2 ที่พื้นที่ใบสะสมต่ำที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ T2W3, T2W2, T1W3, T2W0 และ T2W1 พื้นที่ใบสะสมของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5916, 0.5757, 0.4239, 0.4822, 0.4867, 0.4944, 0.5026 และ 0.5026 ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อความยาวใบของอ้อย (p-value = 0.095, 0.148, 0.395, 0.645, 0.260, 0.082 และ 0.056 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

พื้นที่ใบสะสมมีความสัมพันธ์กับเวลาในการปลูกสูง ($R^2 > 0.94$) พบว่าอัตราการสะสมพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 0.0078-0.0095 ตารางเมตรต่อวัน

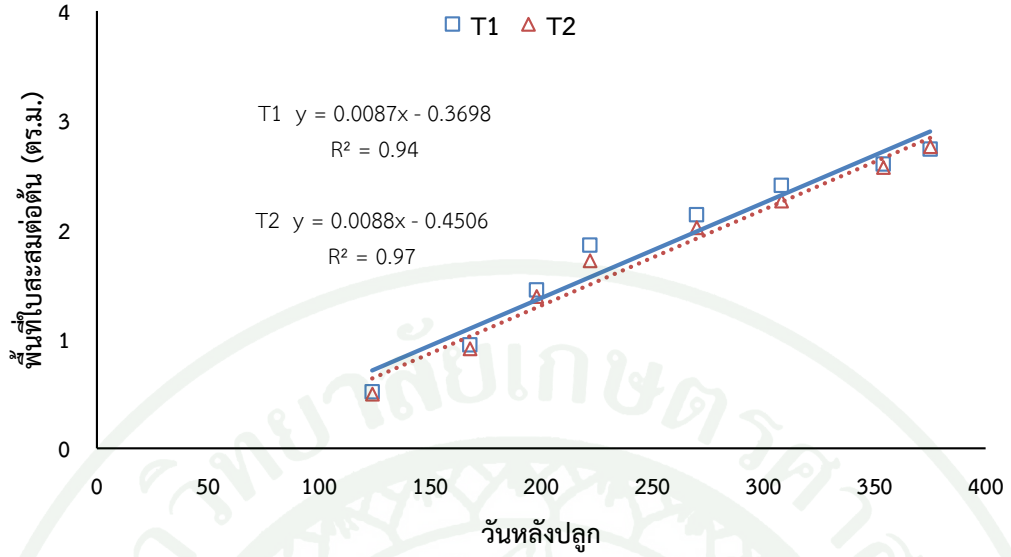
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 พื้นที่ใบสะสมของอ้อยที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก มีหน่วยเป็นตารางเมตรต่อต้น

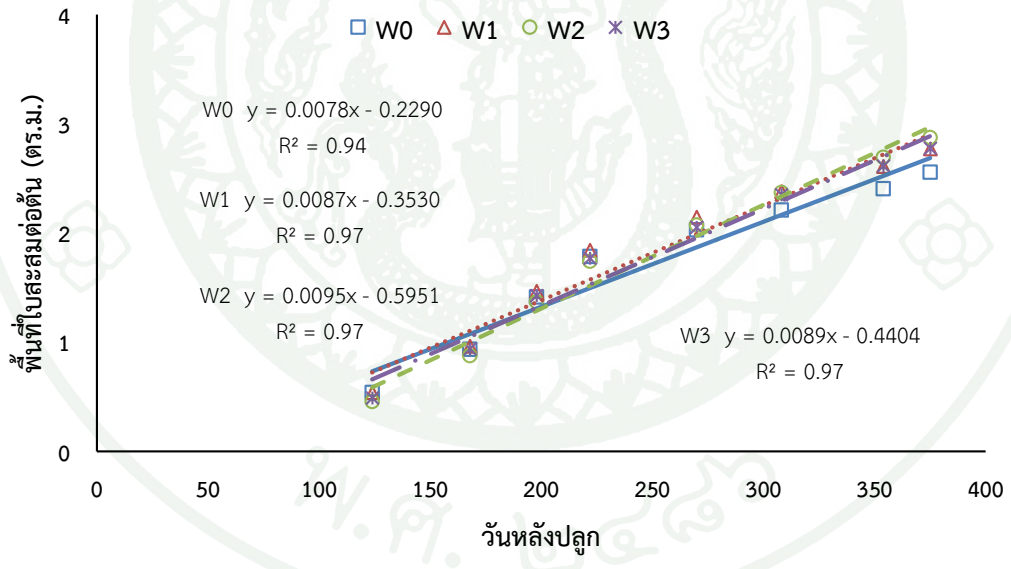
	วันหลังปลูก							
	124	164	198	222	270	305	354	375
อุณหภูมิเหนือดิน								
T1	0.5150	0.9436	1.4482	1.8565[a]	2.1364	2.4047	2.5992	2.7369
T2	0.4936	0.9093	1.3895	1.7149[b]	2.0184	2.2627	2.5731	2.7620
p-value	0.119	0.138	0.230	0.022	0.187	0.131	0.927	0.588
การให้น้ำเสริม								
W0	0.5382[a]	0.9323	1.4109	1.7827	2.0272	2.2078	2.4012	2.5528
W1	0.5391[a]	0.9619	1.4672	1.8419	2.1421	2.3775	2.6071	2.7685
W2	0.4553[b]	0.8741	1.3665	1.7381	2.0704	2.3700	2.6928	2.8724
W3	0.4883[ab]	0.9355	1.4246	1.7680	2.0516	2.3467	2.6104	2.7733
p-value	0.004	0.072	0.524	0.591	0.780	0.513	0.140	0.089
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ								
T1W0	0.5916[a]	0.9592	1.4680	1.8787	2.0515	2.2485	2.3787	2.4893
T1W1	0.5757[ab]	1.0094	1.5615	1.9651	2.2733	2.5742	2.7981	2.9418
T1W2	0.4239[c]	0.8414	1.3015	1.7300	2.0685	2.3397	2.5745	2.7041
T1W3	0.4944[c]	0.9694	1.4683	1.8597	2.1239	2.4043	2.5718	2.7297
T2W0	0.5026[bc]	0.9143	1.3728	1.7188	2.0110	2.1807	2.4161	2.5952
T2W1	0.5026[bc]	0.9143	1.3728	1.7188	2.0110	2.1807	2.4161	2.5952
T2W2	0.4867[c]	0.9068	1.4314	1.7462	2.0723	2.4003	2.8110	3.0407
T2W3	0.4822[c]	0.9016	1.3809	1.6763	1.9792	2.2891	2.6490	2.8170
p-value	0.024	0.095	0.148	0.395	0.645	0.260	0.082	0.056

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
T_1	28.94	29.14	29.04	28.83	28.78	28.87	27.94	30.24
T_2	29.08	29.32	29.12	28.86	28.71	28.85	28.12	30.17
GDD_{T1}	1316	1719	2064	2305	2768	3072	3411	3622
GDD_{T2}	1317	1725	2068	2306	2765	3066	3404	3614



วันที่	1-124	125-164	165-198	199-222	223-270	271-305	306-354	355-375
W_0	644	735	1073	1293	1471	1471	1507	1508
W_1	644	745	1083	1303	1499	1499	1535	1535
W_2	644	802	1140	1383	1578	1578	1614	1615
W_3	669	827	1164	1407	1708	1848	2073	2137

ภาพที่ 10 พื้นที่ใบสะสมต่อต้นของอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม (บน) มวลลำอ้อยตามอายุที่เกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม (ล่าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ค่าบริกซ์อ้อย

ค่าบริกซ์ในแต่ละช่วงความสูงภายในลำต้น

เก็บข้อมูลค่าบริกซ์อ้อยที่อ้อยอายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน แต่แสดงผลเฉพาะที่อ้อยอายุ 305, 354 และ 375 วัน ซึ่งใช้เป็นตัวแทนค่าบริกซ์ของอ้อยในช่วงเริ่มสะสมน้ำตาล สะสมน้ำตาลเต็มที่ และหลังอ้อยออกดอก ส่วนที่อ้อยอายุอื่นๆ แสดงไว้ในภาคผนวก

อุณหภูมิเหนือดินมีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 305 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 30-60, 60-90, 90-120 และ 120-150 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.001, <0.001, 0.001 และ 0.003 ตามลำดับ) โดย T1 ทำให้ค่าบริกซ์มีค่าสูงกว่า T2 ทุกช่วง ค่าบริกซ์ของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.92, 19.18; 21.97, 18.31; 22.07, 18.71 และ 20.98, 18.56 °Bx ตามลำดับ ส่วนช่วงความสูง 0-30, 150-180 และ 180-210 เซนติเมตร อุณหภูมิเหนือดินไม่ทำให้ค่าบริกซ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.210, 0.516 และ 0.149 ตามลำดับ) (ตารางที่ 10)

อุณหภูมิเหนือดินมีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 354 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 60-90 และ 210-240 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.043 และ <0.001 ตามลำดับ) โดย T1 ทำให้ค่าบริกซ์มีค่าสูงกว่า T2 ทุกช่วง ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้จากตำรับทดลองทั้งสองที่ช่วงความสูงเหล่านี้มีค่าเท่ากับ 20.90, 19.21; และ 20.08, 15.87 °Bx ตามลำดับ ส่วนช่วงความสูง 0-30, 30-60, 90-120, 120-150, 150-180, 180-210 และ 240-270 เซนติเมตร อุณหภูมิเหนือดินไม่ทำให้ค่าบริกซ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.083, 0.173, 0.176, 0.072, 0.188 และ 0.683 ตามลำดับ) (ตารางที่ 11)

อุณหภูมิเหนือดินในช่วงปลูกไม่มีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 375 วัน ในช่วงความสูง 0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150, 150-180, 180-210 และ 210-240 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.316, 0.071, 0.283, 0.397, 0.495, 0.086, 0.110 และ 0.665 ตามลำดับ) (ตารางที่ 12)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 305 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 และ 120-150 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.017, 0.014, 0.007, 0.008 และ 0.001 ตามลำดับ) โดยช่วงความสูง 0-30 เซนติเมตร W2 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W3 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่การสะสม ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W1 ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 0-30 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 23.07, 22.73, 21.64 และ 19.46 °Bx ตามลำดับ ช่วงความสูง 30-60 เซนติเมตร W2 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W3 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์อ้อยมีค่าต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์อ้อยที่ได้รับจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 30-60 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 21.85, 21.42, 20.59 และ 18.36 °Bx ตามลำดับ ช่วงความสูง 60-90 เซนติเมตร W2 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W3 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 60-90 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 21.53, 21.08, 20.14 และ 17.80 °Bx ตามลำดับ ช่วงความสูง 90-120 เซนติเมตร W2 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W3 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 90-120 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 22.00, 21.16, 20.28 และ 17.66 °Bx ตามลำดับ และที่ช่วงความสูง 120-150 เซนติเมตร W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 120-150 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 21.67, 20.28, 19.53 และ 17.05 °Bx ตามลำดับ ส่วนช่วงความสูง 150-180 และ 180-210 เซนติเมตรการให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อค่าบริกซ์ในลำอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.154 และ 0.756 ตามลำดับ) (ตารางที่ 10)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 354 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 60-90 และ 210-240 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.040 และ 0.032 ตามลำดับ) โดยช่วงความสูง 60-90 เซนติเมตร W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W1 ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 60-90 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 21.45, 20.10,19.23 และ 18.47 °Bx ตามลำดับ และที่ช่วงความสูง 210-240 เซนติเมตร W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 และ W1 ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 210-240 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 19.90, 16.45, 16.47 และ 17.66 °Bx ตามลำดับ ส่วนช่วงความสูง 0-30 ,30-60, 90-120, 120-150, 150-180 และ 180-210 เซนติเมตรการให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อค่าบริกซ์ในลำอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.604, 0.211, 0.052, 0.083, 0.185 และ 0.899 ตามลำดับ) (ตารางที่ 11)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 375 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 0-30 และ 90-120 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.021 และ 0.038 ตามลำดับ) โดยช่วงความสูง 0-30 เซนติเมตร W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W1 และ W2 ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 0-30 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 17.81, 13.95, 14.41 และ 14.95 °Bx ตามลำดับ และที่ช่วงความสูง 90-120 เซนติเมตร W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W1 และ W2 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมที่ช่วงความสูง 90-120 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 17.02, 16.39, 15.11 และ 12.55 °Bx ตามลำดับ ส่วนช่วงความสูง 30-60, 60-90, 120-150, 150-180, 180-210 และ 210-240 เซนติเมตร การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อค่าบริกซ์ในลำอ้อยมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.241, 0.351, 0.190, 0.485, 0.185 และ 0.262 ตามลำดับ) (ตารางที่ 12)

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 305 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150, 150-180 และ 180-210 เซนติเมตร (p-value = 0.493, 0.412, 0.536, 0.489, 0.522, 0.272 และ 0.239 ตามลำดับ) (ตารางที่ 10)

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 354 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150 และ 150-180 เซนติเมตร (p-value = 0.417, 0.899, 0.752, 0.489, 0.858 และ 0.265 ตามลำดับ) (ตารางที่ 11)

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 375 วัน ในช่วงความสูงของลำอ้อย 0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150, 150-180, 180-210 และ 210-240 เซนติเมตร (p-value = 0.515, 0.987, 0.616, 0.143, 0.238, 0.495, 0.212 และ 0.072 ตามลำดับ) (ตารางที่ 12)

อุณหภูมิทำให้ค่าบริกซ์ที่ช่วงความสูงต่างๆ ในระยะแตกกอจนถึงระยะย่างปล้องแตกต่างกัน โดยตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกทำให้ค่าบริกซ์สูงกว่าตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกอย่างชัดเจนในทุกช่วงความสูง ยกเว้นช่วงปลายยอด ค่าบริกซ์มีค่าสูงที่สุดช่วงโคนต้นและมีค่าลดลงในช่วงอื่นๆ ถัดออกมาตามลำดับ เมื่ออ้อยอายุมากขึ้นค่าบริกซ์เพิ่มสูงขึ้นและเริ่มสะสมค่าบริกซ์ในช่วงที่ห่างจากโคนต้นมากขึ้น ในช่วงต้นของระยะสะสมน้ำตาลค่าบริกซ์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก โดยเริ่มสะสมค่าบริกซ์ในช่วงกลางถึงส่วนปลายยอดมากขึ้นทำให้ค่าบริกซ์ทั้งลำอ้อยมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นมีเพียงส่วนปลายยอดที่ค่าบริกซ์ต่ำมากเมื่อเทียบกับส่วนโคนและส่วนกลาง เมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่มีการสะสมค่าบริกซ์ในช่วงต่างๆโดยเฉพาะที่ส่วนปลายยอดทำให้ความแตกต่างของค่าบริกซ์ในแต่ละช่วงลดลง เมื่ออ้อยออกดอกมีการลดลงของค่าบริกซ์ทุกส่วนของลำต้นอย่างเห็นได้ชัดและส่วนที่ลดลงมากที่สุดคือช่วงโคนต้นและกลางลำ ยกเว้นที่ปลายยอดที่ค่าบริกซ์กลับเพิ่มสูงขึ้น รังสิมา (2543) กล่าวว่าเมื่ออ้อยเข้าสู่ระยะพัฒนาการช่อดอกลักษณะความสัมพันธ์ของระยะพัฒนาการของปลายยอดกับเปอร์เซ็นต์น้ำตาล การสะสมน้ำตาลกลับเพิ่มขึ้น แสดงว่าในช่วงที่ปลายยอดกำลังพัฒนาเข้าสู่การกำเนิดช่อดอกเป็นช่วงที่อ้อยกำลังสะสมน้ำตาลด้วยเช่นกัน บุญชัย (2546) กล่าวว่าพันธุ์อ้อยที่มีความสูงมากในขณะที่อ้อยยังไม่สุกแก่ มีแนวโน้มที่จะมีค่าบริกซ์ที่ส่วนยอดสูงและมีค่าแตกต่างระหว่างค่าบริกซ์ในส่วนต่างๆของลำต้นที่ต่ำ

การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยในระยะแตกกอถึงระยะย่างปล้องแตกต่างกัน ค่าบริกซ์กลับใกล้เคียงกันในทุกๆช่วง แต่เมื่ออ้อยอายุมากขึ้นตำรับที่ได้รับน้ำเสริมมีแนวโน้มทำให้การสะสมค่าบริกซ์สูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับน้ำเสริมแต่ยังไม่ชัดเจน จนกระทั่งช่วงปลายของระยะย่างปล้องตำรับที่ได้รับน้ำเสริมทำให้การสะสมค่าบริกซ์สูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับน้ำเสริมในช่วงโคนต้นจนถึงช่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลางลำอย่างชัดเจน เมื่อเข้าสู่ระยะสะสมน้ำตาลตำรับที่ได้รับน้ำเสริมยังคงมีค่าบริกซ์สูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับน้ำเสริม ในระยะนี้ความแตกต่างของค่าบริกซ์ระหว่างช่วงโคนและปลายยอดมีค่าน้อยที่สุด หลังอ้อยออกดอกค่าบริกซ์ลดลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะช่วงโคนต้นถึงกลางลำแต่ที่ช่วงปลายยอดบางตำรับกลับสูงขึ้น บุญชัย (2546) การเปลี่ยนแปลงค่าบริกซ์ในช่วง 9-11 เดือน พบว่ามีการเพิ่มค่าบริกซ์สูงสุดที่ส่วนยอด รองลงมาได้แก่ส่วนกลางและส่วนโคน โดยทั้ง 2 ส่วนมีค่าแตกต่างที่ใกล้เคียงกัน แต่ทั้งนี้ในสภาพที่มีการออกดอกมากและเร็วจะทำ ให้การเพิ่มค่าบริกซ์ที่ส่วนยอดลดลง โดยในบางพันธุ์มีการเพิ่มที่น้อยกว่าในส่วนโคนและส่วนกลาง ปิยะ (2541) กล่าวว่าถ้ามีปริมาณน้ำฝนมากในช่วงสุกแก่เมื่ออายุ 11 เดือนจะมีค่าบริกซ์ส่วนยอดสูงกว่าค่าบริกซ์ส่วนโคนและส่วนกลาง เมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากจะมีความแตกต่างค่าบริกซ์ส่วนยอดสูงกว่าส่วนโคนและส่วนกลางมากกว่า 1 ในขณะที่เมื่อมีปริมาณน้ำฝนน้อยจะมีความแตกต่างน้อยกว่า 0.5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 305 วัน มีหน่วยเป็น °Bx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิเหนือดิน									
T1	22.22	21.92[a]	21.97[a]	22.07[a]	20.98[a]	18.21	14.62	14.50	13.50
T2	21.20	19.18[b]	18.31[b]	18.71[b]	18.56[b]	17.53	16.60	14.40	8.00
p-value	0.210	0.001	<0.000	0.001	0.003	0.516	0.149		
การให้น้ำเสริม									
W0	19.46[b]	18.36[b]	17.80[b]	17.66[b]	17.05[b]	16.63	14.79	15.10	13.50
W1	21.64[ab]	20.59[a]	20.14[a]	20.28[a]	19.53[a]	18.09	16.73	13.50	8.00
W2	23.07[a]	21.85[a]	21.53[a]	22.00[a]	20.85[a]	16.93	15.53	16.50	8.00
W3	22.73[a]	21.42[a]	21.08[a]	21.62[a]	21.67[a]	19.84	15.50	12.00	
p-value	0.017	0.014	0.007	0.008	0.001	0.154	0.756		
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	19.60	19.00	19.00	18.80	17.75	17.20	14.65	13.50	13.50
T1W1	22.08	21.97	22.03	21.90	20.85	18.97	17.13		
T1W2	22.95	23.00	23.15	23.20	21.65	15.50	11.80		
T1W3	24.25	23.75	23.70	24.40	23.70	21.20	14.80		
T2W0	19.20	17.73	16.60	16.53	16.37	16.07	15.00		
T2W1	21.20	19.22	18.26	18.67	18.21	17.22	16.35	8.00	8.00
T2W2	23.20	20.70	19.92	20.80	20.05	18.37	23.00	8.00	8.00
T2W3	21.22	19.10	18.47	18.85	19.65	18.48	15.70		
p-value	0.493	0.412	0.536	0.489	0.522	0.272	0.239		

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 354 วัน มีหน่วยเป็น °Bx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิเหนือดิน									
T1	21.03	20.81	20.90[a]	20.48	20.47	20.09	18.31	20.08[a]	15.52
T2	19.45	19.71	19.21[b]	19.27	18.61	19.06	17.10	15.87[b]	9.70
p-value	0.083	0.173	0.043	0.176	0.072	0.188	0.683	<0.000	
การให้น้ำเสริม									
W0	19.27	18.99	18.47[b]	18.07	17.50	18.70	18.65	17.66[b]	16.80
W1	20.27	19.98	19.23[ab]	19.33	19.17	19.02	17.19	16.47[b]	12.85
W2	20.76	21.19	20.10[a]	20.46	20.45	19.33	16.16	16.45[b]	9.70
W3	20.65	20.90	21.45[a]	21.63	21.05	21.13	18.20	19.90[a]	14.00
p-value	0.604	0.211	0.040	0.052	0.083	0.185	0.899	0.032	
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	19.05	19.15	19.25	17.75	18.10	18.00	17.90	18.20	16.80
T1W1	20.88	20.35	19.83	20.03	20.41	19.33	16.57	16.40	16.00
T1W2	21.70	22.00	22.65	22.05	21.90	21.30			
T1W3	22.50	21.75	21.90	22.10	21.50	22.15	20.35	23.80	14.00
T2W0	19.50	18.83	17.70	18.40	16.90	19.40	19.40	16.60	
T2W1	19.67	19.61	18.63	18.64	17.95	18.71	17.82	16.50	9.70
T2W2	19.83	20.38	19.55	18.88	19.00	18.02	16.17	16.45	9.70
T2W3	18.82	20.05	21.00	21.17	20.62	20.12	15.13	12.10	
p-value	0.417	0.899	0.752	0.489	0.858	0.265			

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 375 วัน มีหน่วยเป็น ºBx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิเหนือดิน									
T1	15.71	15.36	15.87	15.75	15.72	14.93	14.44	15.21	16.95
T2	14.85	13.03	14.52	14.81	14.97	17.21	15.58	14.24	17.50
p-value	0.316	0.071	0.283	0.397	0.495	0.086	0.110	0.665	
การให้น้ำเสริม									
W0	14.95[b]	13.00	13.34	12.55[b]	13.62	15.66	14.10	13.96	13.20
W1	14.41[b]	13.67	16.29	16.39[a]	16.42	17.59	15.86	15.46	17.50
W2	13.95[b]	13.72	15.21	15.11[ab]	14.61	15.00	12.99	12.27	17.50
W3	17.81[a]	16.39	15.94	17.02[a]	16.79	15.84	16.31	16.32	10.70
p-value	0.021	0.241	0.351	0.038	0.190	0.485	0.185	0.262	
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	14.48	14.21	13.31	10.98	12.09	14.00	11.70	13.50	13.20
T1W1	14.57	15.15	18.28	18.32	18.13	18.12	16.50	16.20	
T1W2	14.83	14.86	15.19	15.41	14.95	13.22	11.57	9.54	
T1W3	19.00	17.25	16.70	18.20	17.85	14.40	16.15	21.60	20.70
T2W0	15.43	11.80	13.37	14.13	15.17	17.33	18.90	14.90	
T2W1	14.26	12.19	14.30	14.47	14.72	17.06	15.24	14.97	17.50
T2W2	13.08	12.59	15.24	14.81	14.27	16.79	13.94	15.00	17.50
T2W3	16.62	15.55	15.18	15.85	15.74	17.30	16.49	12.81	
p-value	0.515	0.987	0.616	0.143	0.238	0.495	0.212	0.072	

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสะสมค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำของอ้อยที่อายุต่างๆ ในช่วงปลูก

อุณหภูมิเหนือดินมีผลต่อค่าบริกซ์ของอ้อยที่อายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305 และ 354 วัน ค่าเฉลี่ยค่าบริกซ์ทั้งลำอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = <0.001, <0.001, <0.001, <0.001, 0.003, 0.007 และ 0.023 ตามลำดับ) เมื่ออ้อยอายุ 124 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.73 และ 10.05 °Bx ตามลำดับ อ้อยอายุ 164 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับทดลองเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.07 และ 11.81 °Bx ตามลำดับ อ้อยอายุ 198 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์ที่มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับการทดลองความร้อนสะสมทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.15 และ 14.48 °Bx ตามลำดับ อ้อยอายุ 222 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์ที่มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับการทดลองความร้อนสะสมทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.35 และ 13.40 °Bx ตามลำดับ อ้อยอายุ 270 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์ที่มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับการทดลองความร้อนสะสมทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.46 และ 15.94 °Bx ตามลำดับ อ้อยอายุ 305 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์ที่มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับการทดลองความร้อนสะสมทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.20 และ 18.24 °Bx ตามลำดับ อ้อยอายุ 354 วัน T1 ให้ค่าบริกซ์ที่มีค่าสูงกว่า T2 ค่าบริกซ์ของตำรับการทดลองความร้อนสะสมทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.28 และ 18.57 °Bx ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 375 วัน สภาพแวดล้อมในการปลูกไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยค่าบริกซ์ทั้งลำของอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.593) (ตารางที่ 13)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อค่าเฉลี่ยค่าบริกซ์ทั้งลำอ้อยที่อายุ 270 และ 305 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.009 และ 0.006 ตามลำดับ) เมื่ออ้อยอายุ 270 วัน W3 ทำให้ค่าบริกซ์มีค่าสูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.85, 16.96, 16.60 และ 15.38 °Bx ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 305 วัน W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W2 และ W1 แต่แตกต่างอย่างมีนัยกับ W0 ที่ทำให้ค่าบริกซ์ต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ที่ได้รับจากตำรับการทดลองให้น้ำเสริมเหล่านี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.38, 20.25, 19.20 และ 17.06 °Bx ตามลำดับ ส่วนที่อ้อยอายุ 124, 164, 198, 222, 354 และ 375 วัน การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยค่าบริกซ์ทั้งลำอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.545, 0.866, 0.631, 0.126, 0.179 และ 0.138) (ตารางที่ 13)

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมต่อค่าเฉลี่ยค่าบริกซ์ทั้งลำอ้อยที่มีอายุ 124, 164, 198, 222, 270, 305, 354 และ 375 วัน (p-value = 0.473, 0.150, 0.776, 0.571, 0.234, 0.312, 0.287 และ 0.372) (ตารางที่ 13)

อุณหภูมิทำให้ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำต้นของอ้อยแตกต่างกัน โดยในระยะแตกกอค่าบริกซ์ของอ้อยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันคือ 10-12 °Bx ในระยะนี้การสะสมค่าบริกซ์ต่อวันสูงเป็นอันดับที่สองรองจากระยะสะสมน้ำตาลซึ่งอาจเพราะการสร้างด้านปริมาณน้อย เช่น มวลลำ จำนวนปล้อง และความสูงต้นประกอบกับความสามารถในการสร้างอาหารที่มากกว่าการใช้จึงทำให้มีอัตราการสะสมค่าบริกซ์มีค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูงส่งผลให้ค่าบริกซ์สูงตามไปด้วย ประเสริฐ (2551) กล่าวว่าปริมาณการสะสมน้ำตาลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างการสร้างและการใช้อาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง เมื่ออ้อยเข้าสู่ช่วงต้นของระยะย่างปล้องและระยะย่างปล้องเต็มที่ ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 12-17 และ 13-18 °Bx ตามลำดับ ในระยะย่างปล้องเต็มที่ในระยะนี้เริ่มมีการเจริญเติบโตทางด้านปริมาณมากขึ้น มีจำนวนปล้องและความสูงเพิ่มขึ้นอาหารที่สังเคราะห์ได้จึงใช้ในการสร้างด้านปริมาณมากขึ้นเหลือเก็บสะสมน้อยลง (ตารางที่ 19) อดิศักดิ์ (2553) กล่าวว่าการเพิ่มขึ้นของความยาวลำและการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อย มีแนวโน้มที่มีค่าซีซีเอสลดลง และเมื่ออ้อยเข้าสู่ระยะสะสมน้ำตาลค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำประมาณ 16-20 °Bx มีการเติบโตทางลำต้นน้อยลงมีการสะสมค่าบริกซ์มากขึ้น ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำเพิ่มขึ้นจากระยะก่อนอย่างเห็นได้ชัดและความแตกต่างของค่าบริกซ์ของแต่ละตำรับลดลง จะเห็นได้ว่าในระยะนี้ระหว่างตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกและตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกค่าบริกซ์จะใกล้เคียงกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามในตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกยังมีค่าบริกซ์สูงกว่า เพราะว่าการสะสมค่าบริกซ์ที่ต่อเนื่องตั้งแต่อ้อยเล็กๆ จนถึงระยะย่างปล้องและระยะสะสมน้ำตาลแม้จะมีการเติบโตอยู่ก็ตาม แตกต่างกับตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกที่การสะสมค่าบริกซ์ล่าช้า อาจเกิดจากตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกมีอุณหภูมิสูงกว่าและยาวนานกว่าในบางช่วงเวลาของวันทำให้การหายใจของอ้อยสูงขึ้นซึ่งต้องใช้พลังงานมากกว่าในตำรับที่ปลูกในสภาพแวดล้อมปกติ หรืออุณหภูมิอาจสูงจนไม่เหมาะสมแก่การสังเคราะห์แสงของอ้อย เกษม (2541) กล่าวว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15-16 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 38 องศาเซลเซียสทำให้อ้อยเติบโตช้า หลังอ้อยออกดอกค่าบริกซ์ลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ค่าบริกซ์กลับมาใกล้เคียง อ้อยอายุ 354 วันหลังจากเข้าสู่ระยะสะสมน้ำตาล ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำประมาณ 18-21 °Bx การสะสมค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและความแตกต่างของค่าบริกซ์ของแต่ละตำรับลดลงอีก ระยะนี้มีการเจริญเติบโตทางด้านปริมาณและคุณภาพต่ำ และอ้อยอายุ 375 วัน ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำประมาณ 14-15 °Bx สาเหตุอาจเกิดจากการออกดอกของอ้อย บุญชัย (2546) กล่าวว่าจะเกิดการลดลงของน้ำตาลหลังสุกแก่ โดยเฉพาะในส่วนโคนและส่วนกลางของลำต้นและจะมีการเพิ่มค่าบริกซ์ที่สูงโดยเฉพาะส่วนยอด

การให้น้ำเสริมไม่มีผลต่อค่าบริกซ์แตกต่างกันในระยะแตกกอและช่วงต้นจนถึงช่วงกลางของระยะย่างปล้อง แต่เมื่ออ้อยเข้าสู่ช่วงปลายของระยะย่างปล้องและระยะสะสมน้ำตาลตำรับที่ได้รับน้ำเสริมอย่างต่อเนื่องกลับมีการสะสมค่าบริกซ์สูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับน้ำเสริม อาจเกิดจากตำรับที่ได้รับน้ำเสริมมีการสังเคราะห์แสงที่มากกว่าเพราะน้ำเป็นปัจจัยตั้งต้นหลักที่ใช้ในกระบวนการ แต่เมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ค่าบริกซ์กลับมีค่าใกล้เคียงกันอีกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ค่าบริกซ์ของอ้อยเฉลี่ยทั้งต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อายุต่างๆในช่วงปลูก มีหน่วยเป็น °Bx

	วันหลังปลูก							
	124	164	198	222	270	305	354	375
อุณหภูมิเหนือดิน								
T1	11.73[a]	14.07[a]	17.15[a]	18.35[a]	17.46[a]	20.20[a]	20.28[a]	15.38
T2	10.05[b]	11.81[b]	14.48[b]	13.40[b]	15.94[b]	18.24[b]	18.57[b]	14.91
p-value	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	0.003	0.007	0.023	0.593
การให้น้ำเสริม								
W0	10.88	12.74	15.21	15.92	15.38[b]	17.06[b]	18.43	13.92
W1	10.88	12.93	15.71	14.99	16.60[ab]	19.20[a]	18.85	15.87
W2	11.24	13.13	16.21	16.19	16.96[a]	20.25[a]	20.08	14.24
W3	10.56	12.96	16.13	16.41	17.85[a]	20.38[a]	20.33	16.55
p-value	0.545	0.866	0.631	0.126	0.009	0.006	0.179	0.138
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ								
T1W0	11.47	13.36	16.51	18.39	15.18	17.46	18.32	13.08
T1W1	11.81	14.14	17.43	16.97	17.62	20.45	19.33	16.94
T1W2	12.50	14.87	17.68	18.98	17.96	20.60	21.97	13.98
T1W3	11.18	13.83	16.96	18.94	18.92	22.26	21.29	17.73
T2W0	10.36	12.10	13.91	13.36	15.52	16.73	18.46	14.78
T2W1	10.05	11.75	14.16	13.01	15.63	17.92	18.09	14.77
T2W2	10.03	11.40	14.94	13.41	15.91	19.84	18.25	14.57
T2W3	9.91	12.05	15.23	13.98	16.88	18.47	19.41	15.69
p-value	0.473	0.150	0.776	0.571	0.234	0.312	0.287	0.372

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์กับความร้อนสะสมเหนือดิน

อุณหภูมิอากาศเหนือดินทำให้ค่าบริกซ์อ้อยอายุ 354 วัน มีค่าสูงกว่าในอายุอื่นๆที่ศึกษา ตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกและตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกมีความร้อนสะสมเหนือดินเป็น 3,411.12 และ 3,404.20 °Cd มีค่าบริกซ์เท่ากับ 20.28 และ 18.57 °Bx ตามลำดับ ซึ่งค่าบริกซ์ใกล้เคียงกันมากกับที่อ้อยอายุ 305 วัน ซึ่งมีความร้อนสะสมเหนือดินเป็น 3,072.19 และ 3,065.85 °Cd มีค่าบริกซ์เท่ากับ 20.20 และ 18.24 °Bx ตามลำดับ (ตารางที่ 14) ค่าบริกซ์อ้อยและความร้อนสะสมมีความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสาม ความร้อนสะสมเหนือดินอ้อยของตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติกและตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติกปลูกสามารถทำนายการสะสมค่าบริกซ์ของอ้อยด้วยสมการ $y = -0.000000000723x^3 + 0.000001865501x^2 + 0.007382895301x$ ($R^2 = 0.96$) และ $y = -0.000000000412x^3 + 0.000000925829x^2 + 0.006586524434x$ ($R^2 = 0.95$) ตามลำดับ (ภาพที่ 11)

การให้น้ำเสริมมีผลต่อค่าบริกซ์อ้อยอายุ 305 วัน มีค่าสูงกว่าในอายุอื่นๆที่ศึกษา ยกเว้นเพียง W0 ที่ค่าบริกซ์สูงสุดที่อ้อยอายุ 354 วัน W0, W1, W2 และ W3 มีความร้อนสะสมเหนือดินเป็น 3,035.47, 3,105.90, 3,072.13 และ 3,062.58 °Cd มีค่าบริกซ์เท่ากับ 17.06, 19.20, 20.25 และ 20.38 °Bx ตามลำดับ ซึ่งค่าบริกซ์ใกล้เคียงกันมากกับที่อ้อยอายุ 354 วัน ซึ่งมีความร้อนสะสมเหนือดินเป็น 3,363.16, 3,458.65, 3,410.32 และ 3,398.51°Cd มีค่าบริกซ์เท่ากับ 18.43, 18.85, 20.08 และ 20.33 °Bx ตามลำดับ (ตารางที่ 15) ค่าบริกซ์อ้อยและความร้อนสะสมมีความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสาม ความร้อนสะสมเหนือดินอ้อยสามารถทำนายการสะสมค่าบริกซ์ของอ้อยด้วยสมการ $y = -0.000000000542x^3 + 0.000001265981x^2 + 0.007133496306x$ (ภาพที่ 12)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าบริกซ์และความร้อนสะสมเหนือดินที่อ้อยอายุต่างๆ ของตำรับการทดลองความร้อนสะสม

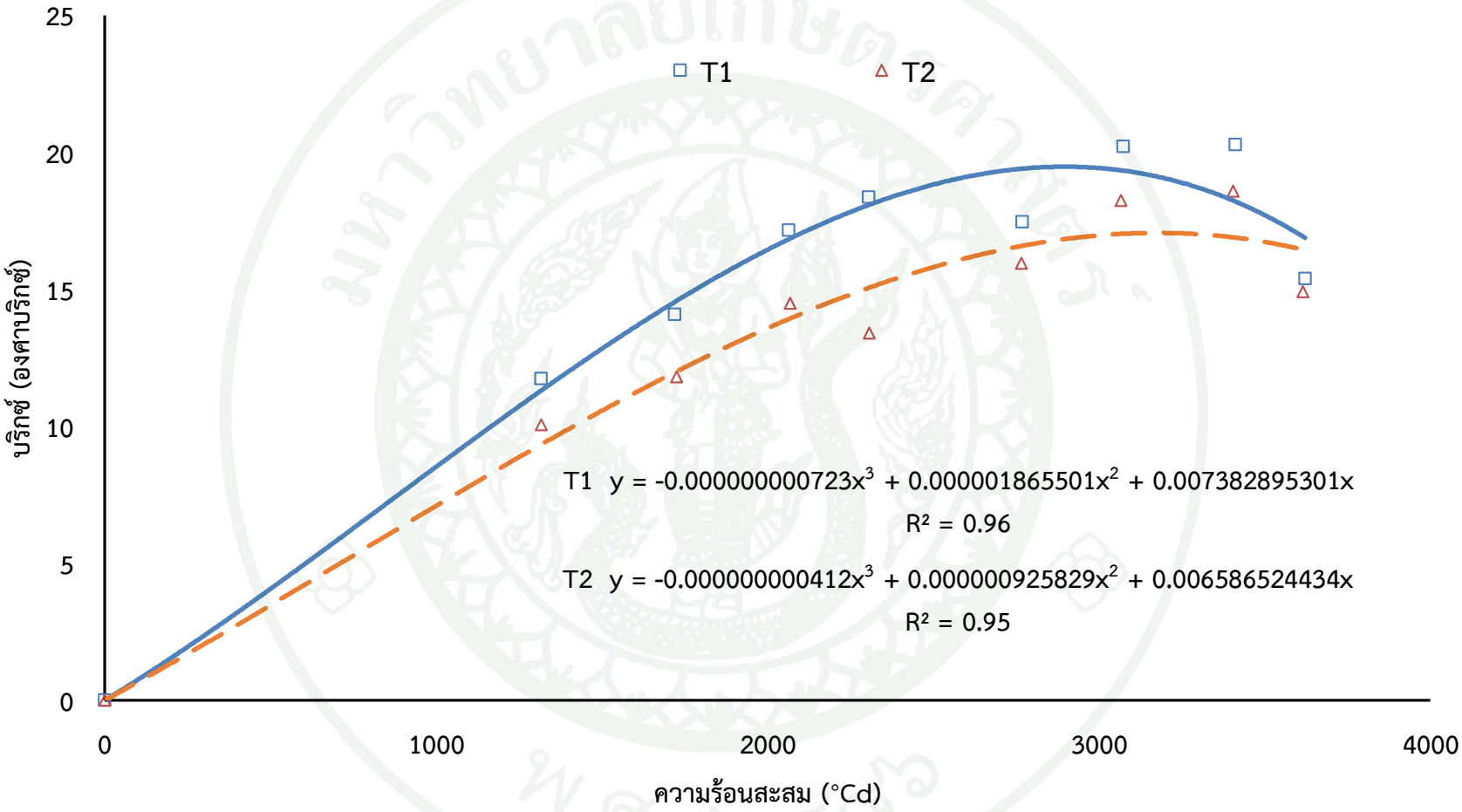
วันหลังปลูก	T1		T2	
	ความร้อนสะสม (˚Cd)	ค่าบริกซ์ (ºBx)	ความร้อนสะสม (˚Cd)	ค่าบริกซ์ (ºBx)
124	1316.18	11.73	1317.09	10.05
168	1719.13	14.07	1724.78	11.81
198	2063.59	17.15	2067.82	14.48
222	2305.43	18.35	2305.93	13.40
270	2768.26	17.46	2764.85	15.94
305	3072.19	20.20	3065.85	18.24
354	3411.12	20.28	3404.20	18.57
375	3622.32	15.38	3614.31	14.91

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ค่าบริกซ์และความร้อนสะสมที่อ้อยอายุต่างๆของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม

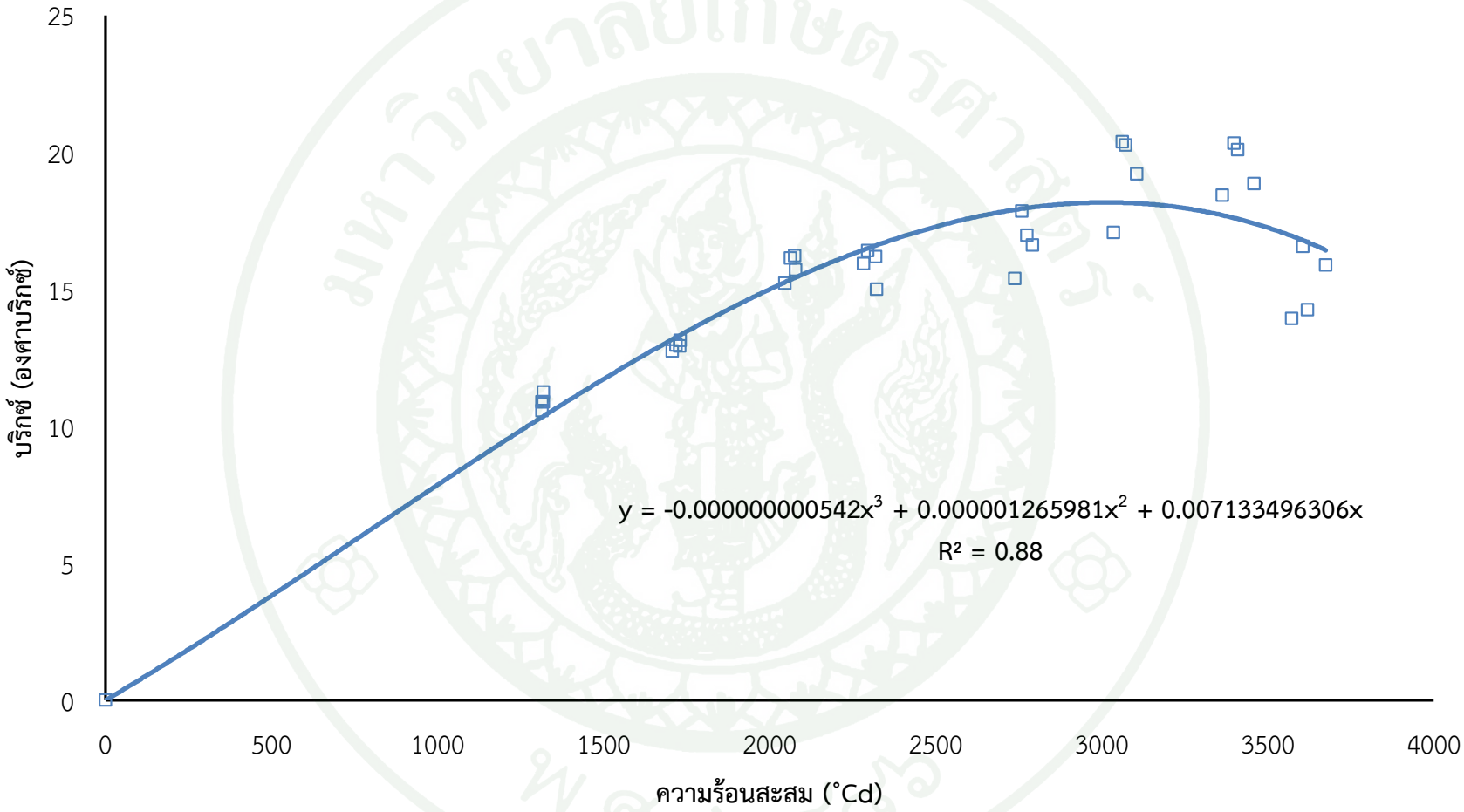
วันหลังปลูก	W0		W1		W2		W3	
	ความร้อนสะสม (˚Cd)	ค่าบริกซ์ (ºBx)	ความร้อนสะสม (˚Cd)	ค่าบริกซ์ (ºBx)	ความร้อนสะสม (˚Cd)	ค่าบริกซ์ (ºBx)	ความร้อนสะสม (˚Cd)	ค่าบริกซ์ (ºBx)
124	1314.66	10.88	1318.43	10.88	1318.39	11.24	1315.05	10.56
168	1707.74	12.74	1729.87	12.93	1731.71	13.13	1718.50	12.96
198	2046.42	15.21	2077.99	15.71	2075.50	16.21	2062.91	16.13
222	2283.60	15.92	2323.00	14.99	2320.18	16.19	2295.95	16.41
270	2738.79	15.38	2792.53	16.60	2775.36	16.96	2759.55	17.85
305	3035.47	17.06	3105.90	19.20	3072.13	20.25	3062.58	20.38
354	3363.16	18.43	3458.65	18.85	3410.32	20.08	3398.51	20.33
375	3572.36	13.92	3675.36	15.87	3619.89	14.24	3605.65	16.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์และความร้อนสะสมเหนือผิวดินของตำรับการทดลองความร้อนสะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



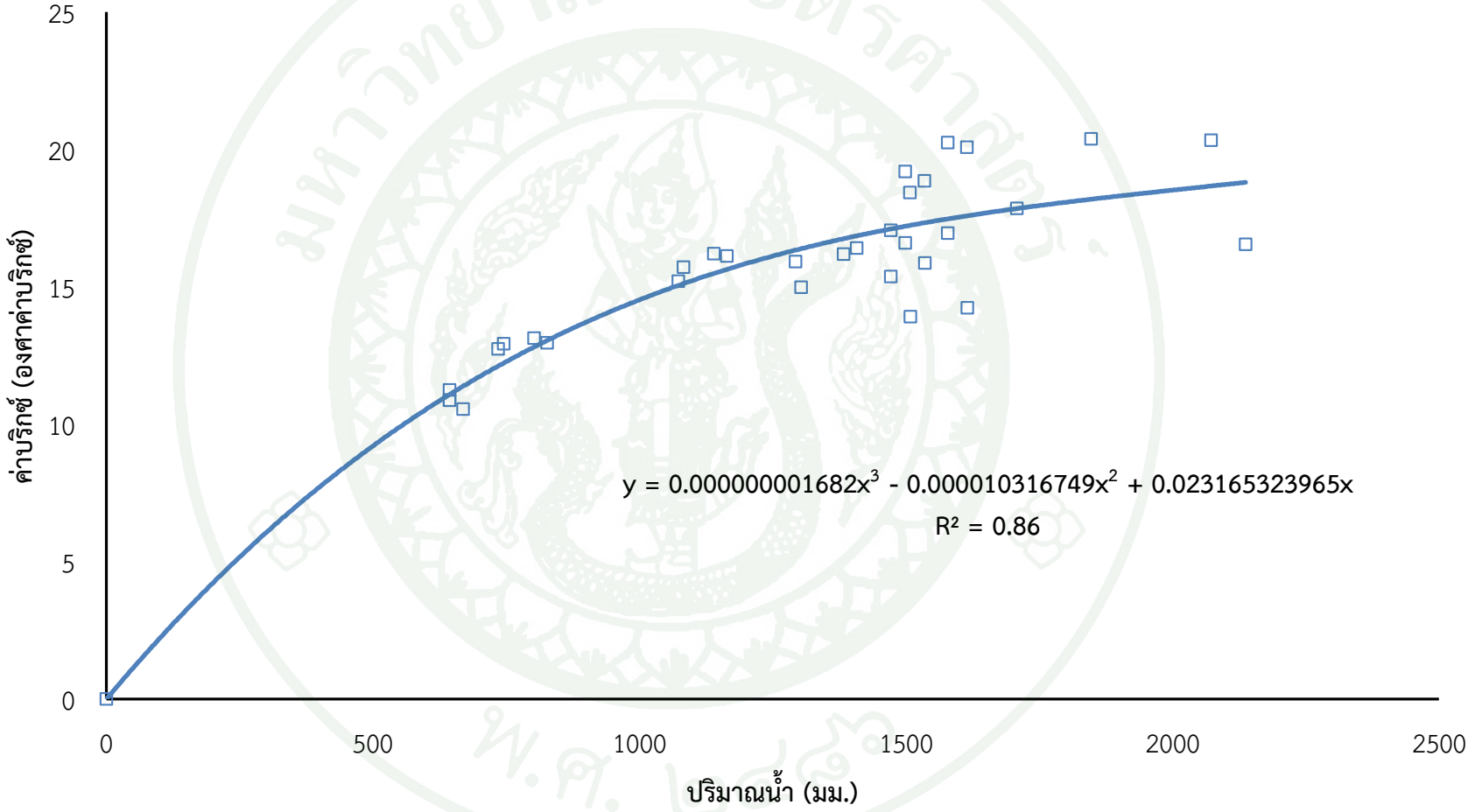
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์และความร้อนสะสมเหนือผิวดินของตำรับการทดลองการให้น้ำเสริม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์กับปริมาณน้ำ

การให้น้ำเสริมมีผลต่อค่าบริกซ์อ้อยอายุ 305 วัน มีค่าสูงกว่าในอายุอื่นๆที่ศึกษา ยกเว้นเพียง W0 ที่ค่าบริกซ์สูงสุดที่อ้อยอายุ 354 วัน W0, W1, W2 และ W3 มีปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับเป็น 1,471.40, 1,498.80, 1,578.40 และ 1847.60 มิลลิเมตร มีค่าบริกซ์เท่ากับ 17.06, 19.20, 20.25 และ 20.38 ºBx ตามลำดับ ซึ่งค่าบริกซ์ใกล้เคียงกันมากกับที่อ้อยอายุ 354 วัน ซึ่งมีปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับเป็น 1,507.20, 1,534.60, 1,614.20 และ 2,072.60 มิลลิเมตร มีค่าบริกซ์เท่ากับ 18.43, 18.85, 20.08 และ 20.33 ºBx ตามลำดับ (ตารางที่ 16) ค่าบริกซ์อ้อยและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับมีความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสาม ปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับทำนายการสะสมค่าบริกซ์ของอ้อยด้วยสมการ $y = 0.000000001682x^3 - 0.000010316749x^2 + 0.023165323965x$ ($R^2 = 0.86$) (ภาพที่ 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าบริกซ์และปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ค่าบริกซ์และปริมาณน้ำที่อ้อยอายุต่างๆของตำรับการทดลองให้น้ำเสริม

วันหลังปลูก	W0		W1		W2		W3	
	ปริมาณน้ำ (มม.)	ค่าบริกซ์ (°บริกซ์)	ปริมาณน้ำ (มม.)	ค่าบริกซ์ (°บริกซ์)	ปริมาณน้ำ (มม.)	ค่าบริกซ์ (°บริกซ์)	ปริมาณน้ำ (มม.)	ค่าบริกซ์ (°บริกซ์)
124	644.20	10.88	644.20	10.88	644.20	11.24	668.80	10.56
164	735.20	12.74	745.20	12.93	802.00	13.13	826.60	12.96
198	1073.00	15.21	1083.00	15.71	1139.80	16.21	1164.40	16.13
222	1293.00	15.92	1303.00	14.99	1382.60	16.19	1407.20	16.41
270	1471.20	15.38	1498.60	16.60	1578.20	16.96	1707.60	17.85
305	1471.40	17.06	1498.80	19.20	1578.40	20.25	1847.60	20.38
354	1507.20	18.43	1534.60	18.85	1614.20	20.08	2072.60	20.33
375	1508.00	13.92	1535.40	15.87	1615.00	14.24	2137.40	16.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

ช่วงอ้อยอายุ 124-375 วัน ตำรับทดลอง T1 มีอุณหภูมิเหนือดินเฉลี่ยเท่ากับ 28.97 ºC, T2 มีอุณหภูมิเหนือดินเฉลี่ยเท่ากับ 28.97 ºC, W0 เท่ากับ 28.80 ºC, W1 เท่ากับ 28.84 ºC, W2 เท่ากับ 29.44 ºC และ W3 เท่ากับ 28.90 ºC เมื่อเก็บเกี่ยว (375 วัน) T1 มีความร้อนสะสมเป็น 3,622.32 ºCd, T2 มีค่าเท่ากับ 3,614.31 ºCd, W0 เท่ากับ 3,572.36 ºCd, W1 เท่ากับ 3,675.36 ºCd, W2 เท่ากับ 3,619.89 ºCd และ W3 เท่ากับ 3,605.65 ºCd ปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับทั้งหมดในช่วงอายุ 1-375 วัน W0 เท่ากับ 1,508 มิลลิเมตร, W1 เท่ากับ 1,535 มิลลิเมตร, W2 เท่ากับ 1,645 มิลลิเมตร และ W3 เท่ากับ 2,137 มิลลิเมตร

มวลลำสะสมของอ้อยที่อายุ 305, 354 และ 375 วัน ตำรับการทดลองความร้อนสะสม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง T1 และ T2 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน มวลลำเท่ากับ 5,215 และ 4,924 กรัมต่อลำ ที่อ้อยอายุ 354 วัน มวลลำเท่ากับ 6,414 และ 6,015 กรัมต่อลำ และที่อ้อยอายุ 375 วัน มวลลำเท่ากับ 7,660 และ 7,205 กรัมต่อลำ ตามลำดับ ตำรับการทดลองให้น้ำเสริม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง W0, W1, W2 และ W3 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน มวลลำเท่ากับ 5,112, 5,144, 4,909 และ 5,112 กรัมต่อลำ ที่อ้อยอายุ 354 วัน มวลลำเท่ากับ 6,087, 6,305, 6,094 และ 6,372 กรัมต่อลำ และที่อ้อยอายุ 375 วัน มวลลำเท่ากับ 7,252, 7,402, 7,383 และ 7,694 กรัมต่อลำ ตามลำดับ

จำนวนปล้องสะสมของอ้อยที่อายุ 305, 354 และ 375 วัน ตำรับการทดลองความร้อนสะสม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง T1 และ T2 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน จำนวนปล้องเท่ากับ 142 และ 140 ปล้องต่อลำ ที่อ้อยอายุ 354 วัน จำนวนปล้องเท่ากับ 179 และ 176 ปล้องต่อลำ และที่อ้อยอายุ 375 วัน จำนวนปล้องเท่ากับ 213 และ 214 ปล้องต่อลำ ตามลำดับ ตำรับการทดลองให้น้ำเสริม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง W0, W1, W2 และ W3 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน จำนวนปล้องเท่ากับ 145, 140, 139 และ 140 ปล้องต่อลำ ที่อ้อยอายุ 354 วัน จำนวนปล้องเท่ากับ 183, 176, 174 และ 178 ปล้องต่อลำ และที่อายุ 375 วัน จำนวนปล้องเท่ากับ 218, 212, 210 และ 214 ปล้องต่อลำ ตามลำดับ

เส้นผ่านศูนย์กลางลำสะสมของอ้อยที่อายุ 305, 354 และ 375 วัน ตำรับการทดลองความร้อนสะสม พบว่า T1 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำมีค่าสูงกว่า T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำเท่ากับ 17.35 และ 16.46 เซนติเมตร (p-value = 0.001) ที่อ้อยอายุ 354 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำเท่ากับ 20.14 และ 19.14 เซนติเมตร (p-value = 0.001) และที่อ้อยอายุ 375 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำเท่ากับ 22.71 และ 21.71 เซนติเมตร (p-value = 0.001) ตามลำดับ ตำรับการทดลองให้น้ำเสริม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง W0, W1, W2 และ W3 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำเท่ากับ 17.16, 16.91, 16.52 และ 17.04 เซนติเมตร ที่อ้อยอายุ 354 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำเท่ากับ 19.69, 19.71, 19.50 และ 19.67 เซนติเมตร และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อ้อยอายุ 375 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำเท่ากับ 22.10, 22.12, 22.31 และ 22.32 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความยาวลำสะสมของอ้อยที่อายุ 305, 354 และ 375 วัน ตำรับการทดลองความร้อนสะสม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง T1 และ T2 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน ความยาวลำเท่ากับ 936 และ 961 เซนติเมตร ที่อ้อยอายุ 354 วัน ความยาวลำเท่ากับ 1,152 และ 1,176 เซนติเมตร และที่อ้อยอายุ 375 วัน ความยาวลำเท่ากับ 1,375 และ 1,409 เซนติเมตร ตามลำดับ ตำรับการทดลองให้น้ำเสริม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง W0, W1, W2 และ W3 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน ความยาวลำเท่ากับ 976, 951, 914 และ 953 เซนติเมตร ที่อ้อยอายุ 354 วัน ความยาวลำเท่ากับ 1,190, 1,167, 1,122 และ 1,176 เซนติเมตร และที่อ้อยอายุ 375 วัน ความยาวลำเท่ากับ 1,415, 1,388, 1,351 และ 1,414 เซนติเมตร ตามลำดับ

พื้นที่ใบสะสมของอ้อยที่อายุ 305, 354 และ 375 วัน ตำรับการทดลองความร้อนสะสม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง T1 และ T2 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน พื้นที่ใบต่อต้นเท่ากับ 2.4047 และ 2.2627 ตารางเมตร ที่อ้อยอายุ 354 วัน พื้นที่ใบต่อต้นเท่ากับ 2.5992 และ 2.5731 ตารางเมตร และที่อ้อยอายุ 375 วัน พื้นที่ใบต่อต้นเท่ากับ 2.7369 และ 2.7620 ตารางเมตร ตามลำดับ ตำรับการทดลองให้น้ำเสริม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่าง W0, W1, W2 และ W3 โดยที่อ้อยอายุ 305 วัน พื้นที่ใบต่อต้นเท่ากับ 2.2078, 2.3775, 2.3700 และ 2.3467 ตารางเมตร ที่อ้อยอายุ 354 วัน พื้นที่ใบต่อต้นเท่ากับ 2.4012, 2.6071, 2.6928 และ 2.6104 ตารางเมตร และที่อ้อยอายุ 375 วัน พื้นที่ใบต่อต้นเท่ากับ 2.5528, 2.7685, 2.8724 และ 2.7733 ตารางเมตรตามลำดับ

การแจกกระจายค่าบริกซ์ที่อ้อยอายุ 305 วัน อ้อยภายใต้อิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม พบว่าในช่วงความสูง 30-60, 60-90, 90-120 และ 120-150 เซนติเมตร T1 ทำให้ค่าบริกซ์สูงกว่า T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.001, <0.000, 0.001 และ 0.003 ตามลำดับ) แต่ที่ความสูง 0-30 และ 150-180, 180-210, 210-240 และ 240-270 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ส่วนค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำ T1 ทำให้ค่าบริกซ์สูงกว่า T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.007) โดยที่ T1 ให้ค่าเท่ากับ 20.20 °Bx และ T2 ให้ค่าเท่ากับ 18.24 °Bx สำหรับตำรับให้น้ำเสริม พบว่าที่ความสูง 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 และ 120-150 เซนติเมตร W1, W2 และ W3 ทำให้ค่าบริกซ์สูงกว่า W0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.017, 0.014, 0.007, 0.008 และ 0.001 ตามลำดับ) แต่ที่ความสูง 150-180, 180-210, 210-240 และ 240-270 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของตำรับทดลองให้น้ำเหล่านี้ สำหรับค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำของ W1, W2 และ W3 มีค่าบริกซ์สูงกว่า W0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.006) W0 ให้ค่าเท่ากับ 17.06 °Bx, W1 ให้ค่าเท่ากับ 19.20 °Bx, W2 ให้ค่าเท่ากับ 20.25 °Bx และ W3 ให้ค่าเท่ากับ 20.38 °Bx

อ้อยอายุ 354 วัน พบว่าอ้อยภายใต้อิทธิพลของตำรับการทดลองความร้อนสะสม ในช่วงความสูง 60-90 และ 210-240 เซนติเมตร T1 ทำให้ค่าบริกซ์สูงกว่า T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.043 และ <0.000) แต่ที่ความสูง 0-30, 30-60, 90-120, 120-150, 150-180, 180-210 และ 240-270 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่ T1 ทำให้ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำสูงกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.023) โดยที่ T1 ให้ค่าเท่ากับ 20.28 °Bx และ T2 ให้ค่าเท่ากับ 18.57 °Bx และ พบว่าที่ความสูงของอ้อย 60-90 เซนติเมตรของตำรับให้น้ำเสริม W1, W2 และ W3 มีค่าบริกซ์สูงกว่า W0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value =0.040) ส่วนที่ความสูง 210-240 เซนติเมตร W3 มีค่าบริกซ์สูงกว่า W0, W1 และ W2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.032) ที่ความสูง 0-30, 30-60, 90-120, 120-150, 150-180, 180-210 และ 240-270 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ สำหรับค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยที่ W0 ให้ค่าเท่ากับ 18.43 °Bx, W1 ให้ค่าเท่ากับ 18.85 °Bx, W2 ให้ค่าเท่ากับ 20.08 °Bx และ W3 ให้ค่าเท่ากับ 20.33 °Bx

ที่อ้อยอายุ 375 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทุกช่วงความสูงอ้อยของตำรับการทดลอง ความร้อนสะสมค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำโดยที่ T1 ให้ค่าเท่ากับ 15.38 °Bx และ T2 ให้ค่าเท่ากับ 14.91 °Bx ส่วนตำรับให้น้ำเสริมพบว่าที่ความสูง 0-30 เซนติเมตร W3 มีค่าบริกซ์สูงกว่า W0, W1 และ W2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.021) ที่ความสูง 90-120 เซนติเมตร ตำรับทดลอง W3, W2 และ W1 มีค่าบริกซ์สูงกว่า W0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.038) แต่ที่ความสูง 30-60, 60-90, 120-150, 150-180, 180-210, 210-240 และ 240-270 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่ W0 ให้ค่าเท่ากับ 13.92 °Bx, W1 ให้ค่าเท่ากับ 15.87 °Bx, W2 ให้ค่าเท่ากับ 14.24 °Bx และ W3 ให้ค่าเท่ากับ 16.55 °Bx

ความร้อนสะสมและค่าบริกซ์มีความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสาม และจากการประยุกต์สมการความสัมพันธ์ดังกล่าวและบริกซ์ พบว่า T1 ให้ค่าบริกซ์เฉลี่ยทั้งลำสูงที่สุดในวันที่ 286 หลังปลูก โดยมีความร้อนสะสมเป็น 2,896 °Cd ให้ค่าบริกซ์สูงสุดเป็น 19.46 °Bx ส่วน T2 ให้ค่าบริกซ์สูงที่สุด 17.05 °Bx ในวันที่ 321 หลังปลูก มีความร้อนสะสมเท่ากับ 3,176 °Cd ตำรับทดลองความร้อนสะสม T1 ใช้ความร้อนสะสมน้อยกว่าตำรับทดลอง T2 ในการเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆของอ้อย และทำให้อ้อยเข้าสู่ระยะสะสมน้ำตาลเร็วกว่า T2 ถึง 35 วัน การที่เป็นเช่นนี้ ตำรับทดลองความร้อนสะสม T2 มีอุณหภูมิอากาศเหนือดินสูงกว่าของตำรับทดลองความร้อนสะสม T1 ประมาณ 1 °C ตลอดช่วงปลูกนาน 375 วัน

ความร้อนสะสมและค่าบริกซ์มีความสัมพันธ์เป็นสมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสาม จากสมการหาค่าความร้อนสะสมที่ทำให้บริกซ์มีค่าสูงที่สุดตำรับการทดลองให้น้ำเสริมใช้ความร้อนสะสม 3013 °Cd ทำให้ค่าบริกซ์มีค่าสูงสุดที่ 18.16 °Bx ซึ่ง W0 ใช้เวลาในการสะสมความร้อน 302 วัน W1 ใช้เวลาในการสะสมความร้อน 295 วัน W2 ใช้เวลาในการสะสมความร้อน 298 วัน W3 ใช้เวลาในการสะสมความร้อน 299 วันผลจากการให้น้ำเสริมพบว่าการให้น้ำเสริมทำให้เข้าสู่ระยะต่างๆ เร็วกว่าไม่ให้น้ำเสริมเพียงไม่กี่วัน และการให้น้ำเสริมในช่วงเวลาต่างๆไม่มีผลที่ชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับอ้อย**. ครั้งที่ 1. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ.

เกษม สุขสถาน และ อุดม พูลเกษ. 2520. **หลักการทำไร่อ้อย.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร, กรุงเทพฯ. 163 หน้า

เกษม สุขสถาน. 2523. อ้อย. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ** เล่มที่ 5 (2523): 65.

เกษม สุขสถาน. 2541. **สหวิทยาการของอ้อยและน้ำตาล.** ครั้งที่ 1. มูลนิธิหอศิลปะแห่งรัชกาลที่ 9, กรุงเทพฯ.

จันทร์สว่าง ศรีหาตา. 2547. **การศึกษาเบื้องต้นถึงอิทธิพลของความชื้นในดินและในกาบใบ ต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพของอ้อย 5 พันธุ์ที่ปลูกบนดินกำ แพงแสน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจษฎา ภัทรเลอพงศ์, พูนพิภพ เกษมทรัพย์, ศรปราชญ์ ธไนศวรรยางค์กูร และ ดวงรัตน์ ศตคุณ. 2551. การศึกษาความต้องการใช้น้ำของอ้อย, ส่วนที่ 4: 31 หน้า. *ใน* **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาด้านอ้อยปี 2551**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชุมพล เยาวภา. 2547. **ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำตาล แป้ง และเส้นใยในอ้อย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย, วีระพล พลรักดี และ สุพัฒตรา คณานิตย์. 2551. การเติบโตและสะสมน้ำตาลของอ้อยพันธุ์ใหม่ในสภาพการปลูกข้ามแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, น. 124-131. *ใน* **รายงานผลการวิจัย ปี 2550 (เล่มที่ 1)**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ขอนแก่น.

ธงชัย ตั้งเปรมศรี, วันทนา ตั้งเปรมศรี, ประชา ถ้ำทอง และ ณรงค์ ย้อนใจทัน. 2550. การให้น้ำอ้อยที่ปลูกในดินชุดกำแพงแสน, น. 11-17. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บัณฑิต ตันศิริ และ คำรณ ไทรฟัก. 2542. **คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 65 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญชัย หัสรังค์. 2546. **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าบริกซ์ในส่วนต่างๆของลำต้นเพื่อการคัดเลือกพันธุ์อ้อย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญมี ศิริ, ทินกร กลมสอาด, อ้อยทิน จันทร์เมือง, สรรเสริญ เสียงใส, อิสรี เก่งนอก, ผาสุข ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์, นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต, ปรีชา พราหมณีย์, อรรถชัย จินตะเวช, ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา, สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์ และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. 2540. พัฒนาการของอ้อย: ส่วนที่ 1 การประมาณผลผลิตอ้อยโดยใช้แบบจำลองพัฒนาการและการเจริญเติบโตของอ้อย, น. 56-65 *ใน* **การพัฒนาและการทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยในประเทศไทย: รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2527. อ้อย, น. 270–295. *ใน* **พืชเศรษฐกิจ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาพืชไร่นา, กรุงเทพฯ

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2547. พืชน้ำตาล, น. 272. *ใน* นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, บรรณาธิการ. *ใน* คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, ผู้รวบรวม. **พืชเศรษฐกิจ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่, น. 1-32. *ใน* **รายงานผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย**. [ม.ป.ท.].

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและการสะสมน้ำตาล, น. 33-44. *ใน* **รายงานผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย**. [ม.ป.ท.].

ปรีชา กาเพ็ชร, กาเพ็ชร ชยันต์ และ วินัย ศรวัติ. 2554. การหาพื้นที่ใบจากภาพถ่ายดิจิตอล. **แก่นเกษตร 39 (ฉบับพิเศษ)**: 392-397.

ปรีชา พราหมณีย์, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, จักรินทร์ ศรัทธาพร และ วิทยา มีรักษ์. 2545. ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของอ้อยในสภาพน้ำท่วมขัง. น. 148-171. *ใน* **รายงานผลงานวิจัย ปี 2542 อ้อย ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี**. กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่, สุพรรณบุรี.

ปิยะ กิตติภาดากุล. 2541. **การประเมินองค์ประกอบผลผลิตและซีซีเอสของพันธุ์อ้อย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยศพร ตันสมรส. 2552. **การเปรียบเทียบพันธุ์อ้อยกพแพงแสนในจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รังสิมา ศรีรัตนะ. 2543. **การศึกษาความแปรปรวนของการพัฒนาและการเติบโตของอ้อย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. **เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 416.** 93.

สิโรจน์ ประคุณหังสิต. 2541. การใช้น้ำของอ้อย. *ใน* **วารสารน้ำตาล มีนาคม – เมษายน**. หน้า 8-12.

สุทิชา พันธุเล่ง. 2551. **การจัดการน้ำ ปุ๋ย และวัชพืชในอ้อยที่ปลูกโดยลดการไถพรวน. ม**หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 126 หน้า

สุรเดช จินตกานนท์, เกษม สุขสถาน และ ผกาทิพย์ จินตกานนท์. 2542. **การศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบธาตุอาหารพืชของอ้อย.ว.เกษตรศาสตร์(วิทย์.).** ปีที่ 33 : 10-20.

อดิศักดิ์ นัดกระโทก และ เรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2553. สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตอ้อย องค์ประกอบผลผลิตอ้อย องค์ประกอบคลอโรฟิลล์. **วิทยาสารกำแพงแสน** 8 (2): 12-20.

อุดม เลียบวัน, วัลลิภา สุชาโต, ศักดิ์ เพ่งผล, จักรินทร์ ศรัทธาพร, วัฒนศักดิ์ ชมภูนิช, สุนี ศรีสิงห์, สำราญ พ่วงสกุล, พินิจ กัลยาศิลปิน, ณัฐกฤต พิทักษ์ และ อนันต์ สุวรรณรัตน์. 2551. **อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80: อ้อยดีเด่นพันธุ์ใหม่.** กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 2 หน้า

Anthony, E.H. 2001. **Crop Response to Environment**. CRC Press LLC, Boca Raton, Frolida.

Blank, C. A. 1968. **Soil Plant Relationship**. 2nd. New York. 792 p.

Bonnett GT, ML Hewitt and D Glassop. 2006. **Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes**. Australian J. Agric. Res. 57(10):1087-1095. Frolida. 231p.

El-Syiad, S.I. 2000. **Egyptian raw cane sugar quality in relation to refining requirements**. FoodChemistry68: 253-257.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gilbert, R.A., J.M. Shine Jr., J.D. Miller, R.W. Rice and C.R. Rainbolt. 2006. **The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA**. Field Crops Research 95: 156-170

Hartt, C.E., Kortschak, H.P., Forber, A.J. and G.O. Burr. 1963. **Translocation of14 C in sugarcane**. Plant Physiology 38:305-319

Humbert, R.P. 1968. **The Growing of Sugarcane**. Elesvier, New York

Hunsigi, G. 1993. **Production of Sugarcane Theory and Practice**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.

Inman-Bamber N.G. and J.M. de Jager. 1986. **Effect of water stress on the growth, leaf resistance and canopy temperature in field-grown sugarcane**. Proc. South African Sugar Technol. pp. 156-161.

Lofton, J., B.S. Tubana, Y. Kanke, J. Teboh, H. Vlator, and M. Dalen. 2012. **Estimating sugarcane yield potential using an in-season determination of Normalized difference vegetative index**. Sensor 12:7529-7547

Milligan, S.B. 1988. **The genetic variance- covariance structure of the Louisiana sugarcane breeding population**. Ph.D. dissertation, Louisiana State University, Louisiana.

Peter L. Albertson and P. L. Grof Christopher. 2004. **The Effect of Hexose Upon POL, Brix and Calulated CCS In Sugarcane: A Potential for Negative POL Bias in Juice From Activety Growing Cane**. American Society Sugar Cane Technologists. 24: 185-198.

Robertson, M.J., N.G. Inman-Bamber, R.C. Muchow and A.W. Wood. 1999. **Physiological and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit**. Field Crop Res. 64:211-227

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Singh, R.K. and G.P. Singh. 1998. **Effect of sampling time on efficacy of selection for quality traits in sugarcane**. Sugar Cane, 3: 13-17.

Yates, R.A. 1983. **Influence of pre-harvest temperature and rainfall on cane quality. Proc. XVIII Cong**. Inter. Soc. Sugar Cane Technol., pp. 291-308.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของชุดดินกำแพงแสนก่อนการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
pH (1:1)	7.77
ECe (dS/m)	0.54
Organic matter (%)	0.485
Available P (mg/kg)	47.13
Exchangeable K (mg/kg)	56.825
Exchangeable Ca (mg/kg)	3050.195
Exchangeable Mg (mg/kg)	101.07
Bulk density (ρb, g/cm3)	1.585
Texture	Sandy loam

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 124 วัน มีหน่วยเป็น °Bx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิ									
T1	16.32[a]	13.69[a]	9.15[a]	7.80[a]	6.11				
T2	14.96[b]	11.24[b]	7.65[b]	5.60[b]	6.50				
p-value	0.016	0.008	0.033	<0.000	0.790				
น้ำเสริม									
W0	15.90	13.48	9.58	7.76[a]	6.01				
W1	15.63	12.48	8.85	6.76[a]	6.70				
W2	15.46	12.17	7.78	5.15[c]					
W3	15.56	11.74	7.46	5.82[b]					
p-value	0.938	0.499	0.125	0.003					
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	17.00	15.10	10.70	8.70	5.85				
T1W1	16.38	13.53	9.83	7.78	6.90				
T1W2	15.95	13.35	8.20						
T1W3	15.95	12.80	7.90	6.50					
T2W0	14.80	11.87	8.37	6.35	6.50				
T2W1	14.89	11.43	7.87	5.75	6.50				
T2W2	14.98	11.00	7.37	5.15					
T2W3	15.18	10.68	7.03	5.15					
p-value	0.754	0.954	0.785						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วันหลังปลูก, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ตารางผนวกที่ 3 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 164 วัน มีหน่วยเป็น °Bx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิ									
T1	18.69[a]	16.89[a]	14.15[a]	12.54[a]	10.21[a]	9.50			
T2	15.88[b]	13.39[b]	11.02[b]	9.18[b]	8.04[b]				
p-value	0.016	0.008	0.033	<0.000	0.790				
น้ำเสริม									
W0	17.43	15.62	12.76	11.16	9.45	9.00			
W1	17.06	14.98	12.70	10.43	9.10				
W2	17.23	15.26	12.53	10.89	9.41	10.00			
W3	17.41	14.69	12.34	10.98	9.77				
p-value	0.917	0.698	0.874	0.400	0.615				
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	19.23	17.60	14.43	12.37[ab]	9.65	9.00			
T1W1	18.38	16.56	14.45	11.66[b]	9.63				
T1W2	18.65	17.38	14.25	13.35[a]	10.70				
T1W3	18.50	16.03	13.48	12.80[ab]	10.88	10.00			
T2W0	15.65	13.65	11.10	9.95[c]	9.15				
T2W1	15.74	13.40	10.96	9.19[cd]	8.32				
T2W2	15.83	13.15	10.82	8.43[d]	7.48				
T2W3	16.33	13.37	11.21	9.16[cd]	6.45				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

p-value	0.711	0.756	0.661	0.034	0.015

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ตารางผนวกที่ 4 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 198 วัน มีหน่วยเป็น ºBx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิ									
T1	21.17[a]	19.20[a]	17.98[a]	14.87	12.88	9.20			
T2	18.45[b]	16.56[b]	15.07[b]	13.35	10.98	11.14			
p-value	0.002	0.004	0.002	0.129	0.639				
น้ำเสริม									
W0	19.05	16.55	14.89	12.95	8.66				
W1	20.06	18.29	16.95	15.28	10.09	11.35			
W2	20.09	18.75	18.12	13.37	13.32	11.35			
W3	20.02	17.94	16.36	14.80	14.81	9.57			
p-value	0.728	0.265	0.063	0.292	0.177				
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	19.85	16.95	16.05	13.20					
T1W1	21.68	20.28	18.78	17.03	9.35				
T1W2	21.55	21.05	19.75	12.40	13.65				
T1W3	21.60	18.55	17.35	16.85	15.65	9.20			
T2W0	18.27	16.17	13.73	12.70	8.67				
T2W1	18.45	16.31	15.12	13.53	10.83	11.35			
T2W2	18.63	16.45	16.50	14.35	13.00	11.35			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T2W3	18.45	17.33	14.88	12.77	12.30	10.30
p-value	0.854	0.252	0.921	0.135	0.573	

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ตารางผนวกที่ 5 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 222 วัน มีหน่วยเป็น °Bx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิ									
T1	21.05[a]	20.08[a]	19.13[a]	18.08[a]	13.67[a]	6.70			
T2	16.80[b]	15.53[b]	14.54[b]	13.05[b]	9.84[b]	7.17			
p-value	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	0.011				
น้ำเสริม									
W0	18.97	17.76	16.20	15.12	11.78	7.05			
W1	18.48	17.47	16.65	14.60	11.43	6.93			
W2	19.00	18.35	17.28	15.2	11.13				
W3	19.25	17.65	17.21	16.85	12.38	7.65			
p-value	0.763	0.662	0.205	0.084	0.900				
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	21.45	20.10	18.15	17.30	12.70				
T1W1	20.38	19.58	19.05	16.53	12.73	6.70			
T1W2	21.35	21.40	20.30	18.70	13.15				
T1W3	21.05	19.25	19.05	19.55	15.80				
T2W0	16.50	15.43	14.27	13.67	11.17	7.05			
T2W1	16.58	15.37	14.27	12.68	10.14	7.05			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T2W2	16.67	15.30	14.27	11.70	9.12		
T2W3	17.47	16.05	15.38	14.15	8.97	7.65	
p-value	0.750	0.290	0.166	0.204	0.516		

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ตารางผนวกที่ 6 ค่าบริกซ์ภายในลำต้นที่เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิเหนือดินและการให้น้ำเสริมที่อ้อยอายุ 270 วัน มีหน่วยเป็น °Bx

	ช่วงความสูงของลำอ้อยจากผิวดิน								
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
อุณหภูมิ									
T1	19.95[a]	19.04	19.65[a]	18.99[a]	16.47	13.03	11.40	7.10	
T2	18.56[b]	17.92	16.72[b]	17.07[b]	15.99	12.42	11.21		
p-value	0.002	0.061	<0.000	0.007	0.595	0.658			
น้ำเสริม									
W0	18.22[b]	16.76[b]	17.10[b]	17.27	14.54	13.98	8.80	7.10	
W1	19.43[ab]	18.58[a]	17.92[ab]	17.55	16.16	11.70	10.80		
W2	19.25[b]	19.45[a]	18.33[ab]	18.15	15.94	10.92	11.00		
W3	20.12[a]	19.20[a]	19.41[a]	19.15	18.30	12.70	13.52		
p-value	0.017	0.012	0.041	0.184	0.061	0.141			
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหนือดินและปริมาณน้ำที่อ้อยได้รับ									
T1W0	18.25	16.30	18.10	17.85	13.95	16.90	8.70		
T1W1	20.43	19.58	19.48	18.18	16.87	11.18			
T1W2	19.85	20.85	20.05	19.15	16.10	8.70			
T1W3	21.30	19.45	21.00	20.80	19.00	15.20	14.10		
T2W0	18.20	17.10	16.10	16.70	15.13	12.03	9.00		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T2W1	18.43	17.58	16.36	16.93	15.46	12.22	10.80
T2W2	18.67	18.07	16.62	17.17	15.78	12.40	11.00
T2W3	18.95	18.95	17.83	17.52	17.60	13.03	12.95
p-value	0.165	0.147	0.770	0.603	0.707	0.160	

T1 คือตำรับความร้อนสะสมแบบไม่ล้อมพลาสติก, T2 คือตำรับความร้อนสะสมแบบล้อมพลาสติก; W0 คือตำรับที่ไม่ให้น้ำเสริม, W1 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 154-184 และ 215-245 วัน, W2 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 123-245 วัน, W3 คือตำรับที่ให้น้ำเสริมเมื่ออายุอ้อย 93-366 วัน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล นายประสิทธิ์ สมจินดา
วัน เดือน ปี ที่เกิด วันที่ 19 มีนาคม 2529
สถานที่เกิด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาลัยวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน -
สถานที่ทำงานปัจจุบัน -
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ -
ทุนการศึกษาที่ได้รับ -

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์