

การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อลดอาการโรคใบขาวในท่อนพันธุ์อ้อย
Reduction of Sugarcane White Leaf Disease in Seedcane by Stalk
Soaking with Zn Solution

วันทนา เลิศศิริวรกุล^{1/} ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล^{1/} เนติรัฐ ชุมสุวรรณ^{1/}
ภาคภูมิ ถิ่นคำ^{1/}

Wantana Lertsiriworakul^{1/} Suchirat Sakuanrungsirikul^{1/} Netirat Chumsuwan^{1/}
Parkpoom Thinkum^{1/}

ABSTRACT

Reduction of Sugarcane White Leaf Disease in Seedcane by Stalk Soaking with Zn Solution, The objective was to determine the appropriate concentration and time for stalk soaking with Zn solution to reduce white leaf disease symptoms of seedcane. The research had been conducted in Khonkaen Field Crops Research Center. There was 3 steps such as 1) Study of suitable of ZnSO₄ concentration for sugarcane stalk soaking by using 6 soaking include water soaking ZnSO₄ 1% 2% 3% 4% and 5% at 20 minutes in 3 replications. 2) Study of sugarcane stalk soaking period with ZnSO₄ by using 6 periods include 0 10 15 20 25 and 30 minutes with 1% of ZnSO₄ in 3 replications. And 3) Study of ZnSO₄ stalk soaking with suitable concentration and suitable period together. After soaking expose stalk to the wind then grow the soaked stalk. Zinc analysis and phytoplasma detection in sugarcane's leaf at 5 7 9 and 11 weeks. Then got the result of ZnSO₄ concentration and time period soaking to test in experimental field. The treatments were 5 method 1) No soaking 2) Water soaking 15 minutes 3) ZnSO₄ 0.5% soaking 15 minutes 4) ZnSO₄ 0.75% soaking 15 minutes and 5) ZnSO₄ 1.0% soaking 15 minutes conduct in 2 experimental field. The first was used clean seedcane and the second was used white leaf disease seedcane. Sugarcane was grown with spacing 1.5X0.5 meter 6 rows per plot 6 meter length and 54 m² of plot size. Soil analysis fertilizer application with 27-3-12 kgN-P₂O₅-K₂O per rai.

The results showed that, The phytoplasma detection decrease by using 1% ZnSO₄ soaking. Good time period soaking for better seedling quality is 15 and 20 minutes respectively. The phytoplasma detection is low to lowest by phytoplasma detection about 0-0.5, 0.5-1.0 and 1-10 copy/ μ l in 25 ng plant DNA and most of Zn was found

^{1/}ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

^{1/}Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000, Thailand

immediately after ZnSO₄ soaking and continually decreasing in older sugarcane. The experimental field of ZnSO₄ concentration and time period soaking found out that clean seedcane had Nitrogen and Magnesium Potassium and Phosphorus Iron and Zinc balance as 10.0 3.71 and 4.83 respectively. White leaf disease seedcane had nutrient balance less than as clean seedcane. Those nutrient balance of White leaf disease seedcane as 9.1 2.3 and 3.0 respectively. Growing by using clean seedcane unnecessary to do ZnSO₄ soaking because it can get highest cane yield and sugar yield 19.1 tons per rai and 2.48 tons CCS per rai respectively. Soaking with 0.5% ZnSO₄ have an effect on sweet because it got highest 16.0 CCS. Similarly, no soaking white seedcane got highest cane yield 16.4 tons per rai but soaking with 0.5% ZnSO₄ got highest sugar yield 2.18 tons CCS per rai. Using clean seedcane not found white leaf disease plant. Growing by using white leaf disease seedcane collaborate with no soaking water soaking and ZnSO₄ 0.5% soaking were found white leaf disease plant 0.78% 0.49% and 3.12% respectively. Finally growing by using white leaf disease seedcane collaborate with ZnSO₄ 0.75% and 1.0% soaking not found white leaf disease plant.

Keywords: Sugarcane, Nutrient, Zinc, White leaf disease, Stalk soaking

บทคัดย่อ

การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายเกลือสังกะสี (ZnSO₄) เพื่อลดอาการโรคใบขาวในท่อนพันธุ์อ้อย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี เพื่อเพิ่มคุณภาพและลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์อ้อย ดำเนินการที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย โดยแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี 6 ระดับ คือ แช่น้ำสะอาด แช่สารละลายเกลือสังกะสี (ZnSO₄) ที่ความเข้มข้น 1% 2% 3% 4% และ 5% เป็นเวลา 20 นาที จำนวน 3 ซ้ำ 2) ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี (ZnSO₄) โดยแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 1% ระยะเวลาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย 6 ช่วงเวลา คือ 0 10 15 20 25 และ 30 นาที จำนวน 3 ซ้ำ หลังแช่สารละลายฝังท่อนพันธุ์ให้แห้งในที่ร่ม นำท่อนพันธุ์ไปเพาะ วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ และ 3) การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี (ZnSO₄) โดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสมจากผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 และ 2 เพื่อยืนยันผลในการลดการแสดงอาการของโรคใบขาวในระดับแปลงทดลอง ดำเนินการ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่ท่อนพันธุ์ในน้ำสะอาด นาน 15 นาที 3) แช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 0.5% นาน 15 นาที 4) แช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 0.75% นาน 15 นาที และ 5) แช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 1.0% นาน 15 นาที ดำเนินการ 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาด แปลงที่สองใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะหลุม 0.5 เมตร จำนวน 6

แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 54 ตารางเมตร การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 27-3-12 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ที่ทำให้เชื้อไฟโตพลาสมาลดลง คือการแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 1% การใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้มีผลให้อ้อยไม่งอกเนื่องจากสารละลาย ZnSO₄ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตาย ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี คือการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ตามลำดับ โดยให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุด เนื่องจากเมื่อตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยอายุ 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาภายในต้นอ้อยอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/μl in 25 ng plant DNA และปริมาณธาตุสังกะสีจะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย ZnSO₄ และจะลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่ออ้อยอายุมากขึ้น สำหรับการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมมูลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส และเหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 และ 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมมูลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมมูลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย ZnSO₄ เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 0.5 % กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 ซีซีเอส ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว วิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ แต่การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ การตรวจอาการโรคใบขาวในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดและแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว พบว่ามีกอเป็นโรคใบขาวร้อยละ 0.78 0.49 และ 3.12 ในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ แช่น้ำสะอาด และแช่สารละลาย ZnSO₄ 0.5% ตามลำดับ แต่ไม่พบกอเป็นโรคใบขาวในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาด และแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวที่แช่สารละลาย ZnSO₄ 0.75% และ 1.0%

คำสำคัญ: อ้อย ธาตุอาหาร สังกะสี โรคใบขาว แช่ท่อนพันธุ์

บทนำ

ธาตุสังกะสี มีความจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์สารเร่งการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น IAA ปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆ จะมากน้อยต่างกันขึ้นกับปริมาณสังกะสี และทำหน้าที่เป็น catalyst ในปฏิกิริยาการเพิ่มออกซิเจนของพืชสีเขียวต่างๆ มีความสำคัญ คือ การสร้างคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของอ้อย อ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก จากการวิเคราะห์ใบอ้อยที่ปกติ พบปริมาณสังกะสี 15-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากอ้อยมีปริมาณสังกะสีต่ำกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถือว่าเป็นค่าวิกฤตที่ต้องใส่สังกะสีเพิ่ม เช่น สังกะสีคัลเลท (14% Zn) สังกะสีคลอไรด์ (30% Zn) สังกะสีออกไซด์ (50-80% Zn) และสังกะสีซัลเฟต (22-30% Zn) ส่วนใหญ่การจัดการสมมูลธาตุอาหารมักจะดำเนินการโดยใส่ธาตุอาหารลงในดิน การจุ่มหรือแช่ท่อนพันธุ์อ้อยลงในสารละลายของจุลธาตุในอ้อยยังไม่เคยทำการศึกษาทดลอง การศึกษาในมันสำปะหลังพบว่า การใส่ธาตุสังกะสีลงในดินที่มี pH สูงๆ อาจจะไม่เป็นประโยชน์กับพืช

การให้โดยการฉีดพ่นทางใบ หรือโดยการจุ่มท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายสังกะสีก่อนปลูก พบว่าเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพในการป้องกันการขาดธาตุสังกะสีในดินต่างได้ (Howeler, 1982) ลักษณะของดินที่มีความเสี่ยงสูงที่จะขาดธาตุสังกะสี ได้แก่ ดินที่มีปริมาณธาตุสังกะสีต่ำ เช่น ดินทรายที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ (Alloway, 2008) ซึ่งเป็นดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่มักจะพบการระบาดของโรคใบขาว ดินที่มีค่า pH เป็นกลางหรือเป็นด่าง หรือดินต่างคาร์บอนเนต ดินที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง เช่น ดินเค็มที่มีค่า pH ต่ำ วัตถุต้นกำเนิดดินที่มีการสลายตัวของหิน และแร่สูง เช่น ดินในเขตร้อน ดินที่มีส่วนประกอบของซากพืชและสัตว์ ดินอินทรีย์ ดินที่มีฟอสเฟตสูง ดินที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน หรือดินนาข้าว เป็นต้น ดังนั้นการปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาว เมื่อปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีการขาดธาตุสังกะสี มีโอกาสที่จะได้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพเนื่องจากธาตุสังกะสีต่ำ (Alloway, 2008) จึงทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อเพิ่มคุณภาพและลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์อ้อย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ท่อนพันธุ์อ้อยอายุ 10 เดือน จากแปลงปกติและจากแปลงที่เป็นโรคใบขาว สารเคมีซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อย และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา

วิธีการ

การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีมีขั้นตอนการดำเนินการ 3 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ดำเนินการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยปกติกับท่อนพันธุ์จากกอเป็นโรคใบขาวโดยใช้ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0% (แช่น้ำเปล่า) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% 2% 3% 4% และ 5% เป็นเวลา 20 นาที ทำ 3 ซ้ำ หลังแช่สารละลายผึ่งท่อนพันธุ์ให้แห้งในที่ร่ม นำท่อนพันธุ์ไปเพาะ วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาช่วงเวลาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี แช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1% โดยใช้ระยะเวลาการแช่ 6 ช่วงเวลา คือ 0 10 15 20 25 และ 30 นาที วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยนำผลการทดลองการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 เพื่อยืนยันผลในการลดการแสดงอาการของโรคใบขาวในระดับแปลงทดลอง โดยมีกรรมวิธีทดสอบ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่น้ำสะอาดนาน 15 นาที 3) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.5% นาน 15 นาที 4) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.75% นาน 15 นาที และ 5) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1.0% นาน 15 นาที หลังแช่สารละลาย $ZnSO_4$ แล้วปล่อยให้ท่อนพันธุ์แห้ง ดำเนินการ 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใช้ท่อนพันธุ์จากแปลง

อ้อยสะอาด แปลงที่สองใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงที่เป็นโรคใบขาว ปลุกอ้อยโดยใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะหลุม 0.5 เมตร จำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 54 ตารางเมตร การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน บันทึกข้อมูล คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (pH %OM Avail.P Exch.K Exch.Ca Exch.Mg Avail.Zn และ Avail.Fe) ที่ระดับความลึก 0 - 30 เซนติเมตร ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ %N %P %K %Ca %Mg Zn(mg/kg) และ Fe(mg/kg) และ ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยก่อนปลูก เพอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยปลูก ที่อายุ 4 8 และ 12 สัปดาห์หลังงอก การเจริญเติบโต จำนวนหน่อต่อกอ ที่อายุ 4 เดือน จำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน หลังงอก เพอร์เซ็นต์กอเป็นโรคใบขาว ที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก ผลผลิตและค่าความหวานเมื่อเก็บเกี่ยว และการปรับปรุงคุณภาพของท่อนพันธุ์ โดยฉีดพ่นสารละลาย ZnSO₄ ความเข้มข้น 1% และน้ำสะอาดที่อายุ 10 เดือน นำอ้อยไปชำข้อแถวละ 10 ข้อตา บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอก ปริมาณธาตุสังกะสีหลังอ้อยชำข้องอก 5 สัปดาห์

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 – กันยายน 2562 สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย

ท่อนพันธุ์อ้อยจากแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดที่ตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีแดง ซึ่งมีผลตรวจเชื้อโรคใบขาว 0-0.5 0.5-1 และมากกว่า 100 copy/μl ใน 25 ng ของ DNA พืช เมื่อนำไปแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 20 นาที พบว่ามีเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง ที่ความเข้มข้น 0% (แช่น้ำเปล่า) และความเข้มข้น 3% โดยการแช่น้ำเปล่า นาน 20 นาที ทำให้ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง 2 ตัวอย่าง จากสีแดงเป็นสีส้มและสีเขียว การแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 3% นาน 20 นาที ทำให้ปริมาณเชื้อเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง 2 ตัวอย่าง จากสีเขียวลดลงเป็นสีฟ้าและจากสีแดงลดลงเป็นสีส้ม

ท่อนพันธุ์อ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวที่ตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสีฟ้า เขียว และส้ม เชื้อจะลดลงในทุกระดับความเข้มข้นของการแช่ ZnSO₄ โดยพบว่าหลังแช่ตรวจพบเชื้อแค่ระดับสีเขียวและสีฟ้า ซึ่งมีผลตรวจเชื้อโรคใบขาวระดับต่ำกว่า 1 copy/μl ใน 25 ng ของ DNA พืชเท่านั้น และเป็นระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ ความเข้มข้นที่มีผลต่อการลดเชื้อคือการแช่น้ำเปล่า และการแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 1-3% เนื่องจากปริมาณเชื้อลดลงจากสีเขียวเป็นสีฟ้า และจากสีส้มเป็นสีฟ้า (Table 1)

ความงอกของอ้อยหลังแช่สารละลาย ZnSO₄ ได้นำข้อตาอ้อยไปเพาะ พบว่า ข้อตาอ้อยที่แช่สารละลาย ZnSO₄ ไม่งอก โดยการแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 1% และ 2% มีความงอกร้อยละ 27 และ 7 ตามลำดับ ส่วนการแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 3% 4% และ 5% ไม่มีข้อตาโตงอก โดยสาเหตุที่ข้อตาอ้อยไม่งอกเนื่องจากสารละลาย ZnSO₄ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตายในขณะที่เนื้อเยื่อบริเวณอื่นยังไม่ตาย

ปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อย

ปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อย ก่อนและหลังแช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 20 นาที พบว่าปริมาณ Zn (%) ในท่อนพันธุ์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลาย ZnSO₄ ที่แช่ โดย

ปริมาณธาตุสังกะสีในท่อนพันธุ์มากที่สุดเมื่อแช่สารละลายเกลือสังกะสีที่ความเข้มข้น 5% นาน 20 นาที โดยมีปริมาณธาตุสังกะสีในท่อนพันธุ์เฉลี่ย 1.61% (Figure 1)

2. ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายเกลือสังกะสี

เมื่อนำข้อต้อออกจากแปลงที่เป็นโรคใบขาวซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสีแดง (มีเชื้อสูง > 100 copy/μl in 25 ng plant DNA) ไปแช่ในสารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 1% ที่ระยะเวลา 0 10 15 20 25 และ 30 นาที แล้วทำการตรวจเชื้อโรคใบขาวที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ พบว่าใน ที่อายุอ้อย 5 และ 9 สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลงทุกระยะเวลาการแช่สารละลาย ZnSO₄ แต่เชื้อกลับเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 และ 11 เมื่อพิจารณาถึงการลดการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางท่อนพันธุ์ แล้วพบว่า การแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีกว่าระยะเวลาอื่น เนื่องจากเมื่อ อายุอ้อยผ่านไป 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบ เชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/μl in 25 ng plant DNA (Table 2) สำหรับปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อยก่อนและหลังแช่สารละลาย ZnSO₄ ความเข้มข้น 1% ที่อ้อยอายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ แสดงใน Table 3 โดยพบว่าปริมาณ Zn จะมากที่สุดหลังแช่สารละลาย ZnSO₄ และจะลดลง ไปเรื่อย ๆ ในสัปดาห์ที่ 5 7 และลดต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 ตามลำดับ

3. การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม

ปลูกอ้อยในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2560 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทส อัตรา 27-3-12 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ สำหรับธาตุสังกะสีนั้นแปลงปลูกอ้อยสะอาดมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์ต่ำจึง ใส่ธาตุสังกะสีในรูป ZnSO₄ ในอัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนแปลงปลูกอ้อยเป็นโรคใบขาวมีค่า Zn ที่เป็น ประโยชน์สูงจึงใส่ธาตุสังกะสีในรูป ZnSO₄ ในอัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยรองพื้นหลังอ้อยออก ในวันที่ 5 มกราคม 2561 เมื่ออ้อยอายุได้ 5 สัปดาห์ โดยใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย แต่งหน้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทส ยิปซัม โดโลไมต์ และ ZnSO₄ ให้ครบตามค่าวิเคราะห์ ดิน ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าวันที่ 4 เมษายน 2561 เมื่ออ้อยอายุได้ 4.5 เดือน โดยมีการจัดสมดุลธาตุอาหารแสดง ใน Table 4

ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อยก่อนปลูก

ก่อนปลูกอ้อยได้เก็บตัวอย่างใบอ้อยส่งวิเคราะห์ปริมาณอาหารในท่อนพันธุ์ พบว่าท่อนพันธุ์ที่ นำมาจากแปลงอ้อยสะอาดมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.8 0.41 1.52 0.12 0.08 0.0058 และ 0.0012 ตามลำดับ มีสมดุลของธาตุ ไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส เหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 4.83 ตามลำดับ สำหรับ ท่อนพันธุ์ที่นำมาจากแปลงที่เป็นโรคใบขาวมีปริมาณธาตุอาหารร้อยละ 0.91 0.43 0.99 0.15 0.1 0.0051 และ 0.0017 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงที่เป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อน พันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมดุลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ (Table 5)

ปริมาณธาตุสังกะสีในอ้อยปลูก

เมื่อนำท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมาปลูกตามกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย ZnSO₄ พบว่าที่อายุ 4 สัปดาห์ มีปริมาณธาตุสังกะสีระหว่าง 0.0012-0.0046% โดยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 0.75% และ 1.0% มีปริมาณธาตุสังกะสีมากกว่า กรรมวิธีที่ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย ZnSO₄ ที่ความเข้มข้น 0.5 % ซึ่งปริมาณธาตุสังกะสีในอ้อยช่วงอายุนี้นี้มาจากการแช่ ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก หลังจากนั้นปริมาณธาตุสังกะสีก็จะลดลง แล้วเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าซึ่ง

แสดงให้เห็นว่าที่อายุดังกล่าวอ้อยมีการดูดใช้สังกะสีจากดินได้มากขึ้น จนกระทั่งหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้าจะมีปริมาณสังกะสีมากที่สุดจากการแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% คือร้อยละ 0.00304 และเมื่อใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวการเจริญเติบโตของอ้อยในช่วงแรกๆ ที่อายุ 4-8 สัปดาห์ ไม่เห็นอิทธิพลของการแพร่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ เด่นชัด เนื่องจากมีปริมาณสังกะสีในอ้อยใกล้เคียงกัน แต่จากข้อมูลใน Table 6 พบว่าธาตุสังกะสีจะเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 4 การแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75 % ปริมาณสังกะสีไม่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้า โดยในช่วงนี้ปริมาณสังกะสีในอ้อยที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวจะสูงที่สุดเมื่อแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5 % โดยมีธาตุสังกะสีในอ้อยร้อยละ 0.00284

การเจริญเติบโตของอ้อยปลูก

- เปอร์เซ็นต์ความงอก

การนำท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมาแพร่กระจายซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5% 0.75% และ 1.0% อ้อยมีความงอกที่ 12 สัปดาห์ร้อยละ 81 79 82 53 และ 14 ตามลำดับ ส่วนท่อนพันธุ์จากแปลงที่เป็นโรคใบขาวมีความงอกที่ 12 สัปดาห์ ร้อยละ 57 58 80 86 และ 81 ตามลำดับ โดยพบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดเมื่อความเข้มข้นของสารละลาย $ZnSO_4$ มากขึ้นจะทำให้ความงอกของอ้อยลดลง ท่อนพันธุ์อ้อยจากแปลงสะอาดมีความงอกสูงสุด เมื่อแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5% สำหรับท่อนพันธุ์อ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวถ้าไม่แช่น้ำจะมีความงอกต่ำที่สุดร้อยละ 57 เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปแช่น้ำสะอาดความงอกเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 58 และมีความงอกสูงที่สุด เมื่อแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% โดยมีความงอกร้อยละ 86

- จำนวนหน่อตอก ที่อายุ 4 เดือน และจำนวนลำตอก ที่อายุ 6 เดือน

แปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดมีจำนวนหน่อตอก 4.3 – 6.1 หน่อตอก การแพร่ท่อนพันธุ์ด้วยน้ำสะอาดมีการแตกกอมากที่สุด 6.1 หน่อตอก แต่พอถึงช่วงสร้างลำ วิธีการแช่น้ำสะอาดกับการแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% กลับมีจำนวนลำตอก 6.0 ลำตอกเท่ากัน การแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1.0% นอกจากเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำแล้วยังมีการแตกกอน้อย แต่ภายหลังอาจจะมีการแตกหน่อเพิ่มเติมในช่วงสร้างลำจึงมีจำนวนลำตอกเพิ่มเป็น 5.5 ลำตอก (Table 7) ส่วนแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวมีจำนวนหน่อตอก 5.5-6.2 หน่อตอก ในช่วงแตกกอแปลงนี้มีการแตกกอได้ดีกว่า แต่ในช่วงสร้างลำมีการสร้างลำใกล้เคียงกันกับแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาด วิธีการแพร่ท่อนพันธุ์ด้วยน้ำสะอาดและวิธีการแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% มีการแตกกอมากที่สุด 6.2 หน่อตอก แต่ช่วงสร้างลำวิธีที่ไม่แช่น้ำกลับมีจำนวนลำตอกมากที่สุด 6.1 ลำตอก สำหรับการนำท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวการแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1.0% แม้ว่าจะทำให้อ้อยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง แต่ในช่วงแตกกอกับช่วงสร้างลำกลับมีจำนวนหน่อตอกและจำนวนลำตอกต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ คือมีจำนวน 5.5 หน่อตอก และ 5.2 ลำตอกตามลำดับ (Table 7)

โรคใบขาว ไม่พบกอบเป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 และ 8 เดือน ในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาด แต่พบกอบเป็นโรคใบขาวจากแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาว ในกรรมวิธี ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด และแพร่กระจาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5% โดยพบโรคใบขาวเมื่ออ้อยอายุ 8 เดือนร้อยละ 0.78 0.49 และ

3.12 ตามลำดับ ส่วนการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% และ 1.0% ไม่พบก่อเป็นโรครีบขาว (Table 7)

การปรับปรุงคุณภาพของอ้อยในการนำไปใช้เป็นท่อนพันธุ์

ก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ฉีดพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% และพ่นน้ำสะอาดบนใบและลำต้นอ้อย โดยฉีดพ่นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 เก็บเกี่ยวอ้อยหลังฉีดพ่น 1 สัปดาห์ ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2561 นำลำอ้อยไปชำข้อเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความงอก (Table 8) ปริมาณธาตุอาหารในใบหลังอ้อยงอก 6 สัปดาห์ และเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2562 บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

- เปอร์เซ็นต์ความงอกของท่อนพันธุ์อ้อยที่ฉีดพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% และน้ำสะอาด แปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยสะอาด ก่อนที่จะมีการตัดอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ การพ่นอ้อยด้วยน้ำสะอาดให้ทั่วลำต้นและใบอ้อย จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่อายุ 5 สัปดาห์ เฉลี่ย 73% แต่เมื่อพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% ทำให้อ้อยมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 77% สำหรับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรครีบขาวให้ผลในการทำงานเดียวกัน เมื่อพ่นด้วยน้ำสะอาด และพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 77 และ 79 % ตามลำดับ โดยแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดวิธีแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% และพ่นน้ำสะอาดก่อนตัดอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ มีความงอกของท่อนพันธุ์สูงที่สุด 80% แต่เมื่อพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% วิธีแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5% มีความงอกของท่อนพันธุ์สูงที่สุด 84% สำหรับแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรครีบขาวเมื่อพ่นด้วยน้ำสะอาดมีความงอกของท่อนพันธุ์สูงสุดที่กรรมวิธีไม่แช่น้ำและแช่น้ำสะอาดโดยมีความงอกร้อยละ 85 ส่วนการพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% มีความงอกสูงสุดร้อยละ 82 ที่กรรมวิธีแช่น้ำสะอาดก่อนปลูก (Table 8)

- ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยเมื่อฉีดพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ แปลงที่ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์สะอาด มีปริมาณธาตุสังกะสีก่อนพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% เฉลี่ย 0.00486 % และมีความแตกต่างกันทางสถิติในกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ เมื่อพ่นอ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% แล้วนำอ้อยไปชำข้อตรวจวัดปริมาณสังกะสีหลังอ้อยงอกที่อายุ 6 สัปดาห์ พบว่าปริมาณสังกะสีในอ้อยเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุสังกะสีเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% และพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ ซึ่งจะให้มีปริมาณธาตุสังกะสีในระยะที่อ้อยเป็นต้นกล้าร้อยละ 0.0209 สำหรับแปลงที่ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยเป็นโรครีบขาว พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในปริมาณธาตุสังกะสีก่อนพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% โดยมีธาตุสังกะสีก่อนพ่นเฉลี่ยร้อยละ 0.00464 หลังพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% มีธาตุสังกะสีเฉลี่ยร้อยละ 0.0069 โดยมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ และให้ผลไปในทำนองเดียวกับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดโดยการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.75% ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ ทำให้มีปริมาณธาตุสังกะสีในระยะที่อ้อยเป็นต้นกล้าสูงที่สุดร้อยละ 0.0104 (Table 9)

ผลผลิตอ้อย เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 16 มกราคม 2562 เมื่ออ้อยอายุ 14 เดือน พบว่าแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดมีความแตกต่างทางสถิติของจำนวนลำเก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และความหวาน (CCS) ระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ การใช้ท่อนพันธุ์ปลูกตามปกติที่ไม่มีการแช่น้ำ ไม่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจากกรรมวิธีนี้มีลำเก็บเกี่ยวต่อไร่สูงที่สุด 9,156 ลำต่อไร่ แต่กรรมวิธีที่ให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0

CCS คือ การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% สำหรับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยเป็นโรคใบขาว มีความแตกต่างทางสถิติของผลผลิต และความหวาน (CCS) ระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ การใช้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีการแช่น้ำไม่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากวิธีการแช่น้ำสะอาด การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5 % และ 0.75% โดยให้ผลผลิต 15.4 14.6 และ 14.1 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตน้ำตาลการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ เนื่องจากมีค่าความหวานสูง 14.9 CCS (Table 10)

สรุปผลการทดลอง

1. ความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย คือการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0 - 3% เนื่องจากมีปริมาณการติดเชื้อลดลงจากรหัสสีเขียว (ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ 0.5-1 copy/ μ l in 25 ng plant DNA) เป็นรหัสสีฟ้า (มีเชื่อน้อยมาก 0-0.5 copy/ μ l in 25 ng plant DNA) และจากรหัสสีส้ม (มีเชื้อระดับปานกลาง 1-100 copy/ μ l in 25 ng plant DNA) เป็นรหัสสีฟ้า (มีเชื่อน้อยมาก 0-0.5 copy/ μ l in 25 ng plant DNA) จึงสามารถสรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการแช่แล้วทำให้อ้อยสามารถงอกได้ คือการแช่ $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1% การใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้อ้อยไม่งอกเนื่องจาก $ZnSO_4$ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตาย

2. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี พบว่าการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุดเนื่องจากเมื่ออายุอ้อยผ่านไป 11 สัปดาห์หรือประมาณเกือบ 3 เดือน ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/ μ l in 25 ng plant DNA และพบว่าปริมาณ Zn จะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ และจะลดลงไปเรื่อย ๆ ในสัปดาห์ที่ 5 7 และลดต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 ตามลำดับ

3. การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่า ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมมูลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียม กับฟอสฟอรัส และเหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 และ 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงที่เป็นโรคใบขาวมีสมมูลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมมูลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ในแง่ผลผลิตถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5% กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 CCS ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว การใช้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีการแช่น้ำ ไม่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ และการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.5% เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่

เอกสารอ้างอิง

- Alloway, B.J. 2008. *Zinc in soil and crop nutrition*. IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France. 135 pp.
- Howeler, R.H., O.O. Edwards and C.J. Asher. 1982. Micro- nutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solutions. 1. Critical tissue concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 5. 1059-1076.

Table 1 Quantities of phytoplasma before and after stalk soaking with different concentration of ZnSO₄ solution.

Seedcane from no infection area							
Before soaking ZnSO ₄				After soaking ZnSO ₄			
ZnSO ₄ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3	ZnSO ₄ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3
0%	Red	Red	Green	0%	Orange	Green	Green
1%	Green	Green	Green	1%	Green	Green	Green
2%	Green	Blue	Green	2%	Green	Green	Green
3%	Green	Green	Red	3%	Green	Blue	Orange
4%	Green	Green	Blue	4%	Green	Green	Blue
5%	Green	Green	Green	5%	Green	Green	Green

Seedcane from white leaf disease infection area							
Before soaking ZnSO ₄				After soaking ZnSO ₄			
ZnSO ₄ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3	ZnSO ₄ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3
0%	Green	Green	Green	0%	Blue	Blue	Blue
1%	Green	Green	Blue	1%	Blue	Blue	Blue
2%	Blue	Orange	Orange	2%	Blue	Blue	Blue
3%	Blue	Green	Green	3%	Blue	Blue	Green
4%	Blue	Blue	Orange	4%	Blue	Blue	Green
5%	Blue	Green	Blue	5%	Blue	Blue	Green

- Blue = Phytoplasma detection 0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Green = Phytoplasma detection 0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Orange = Phytoplasma detection 1-100 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Red = Phytoplasma detection > 100 copy/ul in 25 ng plant DNA

Table 2 Quantities of phytoplasma in sugarcane planted with seedcane from white leaf disease infection area soaking with ZnSO₄ solution 1% at several times.

Period/ Age	Before soaking ZnSO ₄			After 5 weeks			After 7 weeks			After 9 weeks			After 11 weeks		
	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3
	0 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Orange	Orange
10 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	ND	Red	Green	ND	Blue	Green	ND	Orange	Green	ND
15 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Blue	Green	Orange	Orange	Green
20 minute	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Blue	Green	Orange	Orange	Green
25 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Yellow
30 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Orange	Yellow	Green

- Blue** = Phytoplasma detection 0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Green** = Phytoplasma detection 0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Yellow** = Phytoplasma detection 1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Orange** = Phytoplasma detection 10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA
- Red** = Phytoplasma detection > 100 copy/ul in 25 ng plant DNA
- ND = No data

Table 3 Percent Zn in sugarcane's leaf grow with seedcane from white leaf disease infection area soaking with ZnSO₄ solution 1% at several times.

Period/ Age	Before soaking ZnSO ₄	After soaking ZnSO ₄	After 5 weeks	After 7 weeks	After 9 weeks	After 11 weeks
0 minute	0.0023	0.0325	0.0029	0.0024	0.0015	0.0016
10 minutes	0.0030	0.0305	0.0025	0.0032	0.0020	0.0014
15 minutes	0.0017	0.0344	0.0035	0.0023	0.0007	0.0013
20 minutes	0.0029	0.0424	0.0040	0.0022	0.0013	0.0010
25 minutes	0.0054	0.0463	0.0045	0.0026	0.0010	0.0017
30 minutes	0.0024	0.0423	0.0030	0.0025	0.0012	0.0015

Table 4 Soil analysis nutrient balance and fertilizer application from soil analysis.

Soil analysis	Sugarcane grow with	
	Seedcane from no white leaf disease infection area	Seedcane from white leaf disease infection area
Soil pH	5.1	5.3
Organic matter (%)	0.31	0.27
Available Phosphorus (ppm)	37	31
Exchangeable potassium (ppm)	38	31
Exchangeable calcium (ppm)	154	216
Exchangeable magnesium (ppm)	5	5
Available Zinc (ppm)	0.59	0.72
Bulk density (g/cc)	1.43	1.43
Soil weight (Kg/rai)	457,600	457,600
Nitrogen (%)	0.016	0.014
Magnesium (%)	0.0005	0.0005
Total Nitrogen (Kg/rai)	98.74	89.00
Total Magnesium (Kg/rai)	12.34	11.12
N/Mg	8.00	8.00
Potassium (%)	0.0038	0.0031
Phosphorus (%)	0.0037	0.0031
Total Potassium (Kg/rai)	29.26	26.21
Total Phosphorus (Kg/rai)	19.74	17.19
K/P must be < 4.55	1.48	1.53
Fertilizer application	Unit	
Nitrogen	(Kg/rai)	27
Phosphate	(Kg/rai)	3
Potash	(Kg/rai)	12
Gypsum powder	(Kg/rai)	33.4
Dolomite	(Kg/rai)	75.58
ZnSO ₄	(Kg/rai)	7.6

Table 5 Nutrient element in seedcane before planting.

Source of seedcane	%N	% P	% K	% Ca	% Mg	% Fe	% Zn	N/Mg	K/P	Fe/Zn
No WLD infection area	0.80	0.41	1.52	0.12	0.08	0.0058	0.0012	10.00	3.71	4.83
With WLD infection area	0.91	0.43	0.99	0.15	0.10	0.0051	0.0017	9.10	2.30	3.00

WLD = White leaf disease

N = Nitrogen (%)

P = Phosphorus (%)

K = Potassium (%)

Ca = Calcium (%)

Mg = Magnesium (%)

Fe = Iron (%)

Zn = Zinc (%)

Table 6 Percent of Zn in sugarcane's leaf at 4 and 8 weeks before and after second fertilizer time

Treatment	% Zn			
	4 weeks	8 weeks	Before 2 nd fertilizer time	After 2 nd fertilizer time
Plant crop grow from clean seedcane				
1. No soaking	0.0015	ND	0.00044	0.00188
2. Water soaking	0.0014	ND	0.00104	0.00208
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	0.0012	0.0014	0.00244	0.00056
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	0.0025	0.0022	0.00052	0.00304
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	0.0046	0.0012	0.00992	0.00000
Plant crop grow from WLD seedcane				
1. No soaking	0.0012	0.0015	0.00400	0.00084
2. Water soaking	0.0019	0.0003	0.00052	0.00056
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	0.0018	0.0013	0.00204	0.00284
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	0.0012	0.0012	0.00012	0.00072
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	0.0015	0.0026	0.00304	0.00112

WLD = White leaf disease

ND = No data

Table 7 Germination percentage number of tiller per plant number of stalk per plant and percent of white leaf disease infection at 4 and 8 months.

Treatment	% Germination	# Tiller/plant	# Stalks/plant	% WLD infection	
	(12 weeks)	(4 months)	(6 months)	(4 months)	(8 months)
Plant crop grow from clean seedcane					
1. No soaking	81	5.9	5.9	0	0
2. Water soaking	79	6.1	6.0	0	0
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	82	5.5	5.5	0	0
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	53	5.1	6.0	0	0
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	14	4.3	5.5	0	0
Plant crop grow from WLD seedcane					
1. No soaking	57	6.1	6.1	0.78	0.78
2. Water soaking	58	6.2	6.0	0.49	0.49
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	80	6.1	5.8	2.60	3.12
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	86	6.2	6.0	0.00	0.00
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	81	5.5	5.2	0.00	0.00

WLD = White leaf disease

Table 8 Percent germination of seedling at 5 weeks after water spraying and ZnSO₄ 1% Spraying

Treatment	Plant crop grow from clean seedcane		Plant crop grow from WLD seedcane	
	Water Spraying	ZnSO ₄ 1% Spraying	Water Spraying	ZnSO ₄ 1% Spraying
1. No soaking	72 a ^{1/}	69 b ^{1/}	85 a ^{1/}	79
2. Water soaking	60 b	79 ab	85 a	82
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	79 a	84 a	74 ab	81
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	80 a	77 ab	65 b	75
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	75 a	74 ab	77 ab	79
Mean	73	77	77	79
CV (%)	10.13	11.85	13.61	6.46

^{1/}Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT.
WLD = White leaf disease

Table 9 Percent of Zn in sugarcane's leaf before and after ZnSO₄ 1% Concentration spraying.

Treatment	Plant crop grow from clean seedcane		Plant crop grow from WLD seedcane	
	%Zn before	%Zn after	%Zn before	%Zn after
1. No soaking	0.00620 ab ^{1/}	0.0041 b ^{1/}	0.00382	0.0035 b ^{1/}
2. Water soaking	0.00326 b	0.0041 b	0.00562	0.0051 ab
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	0.00458 ab	0.0089 b	0.00364	0.0058 ab
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	0.00336 b	0.0209 a	0.00520	0.0104 a
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	0.00688 a	0.0098 b	0.00494	0.0100 a
Mean	0.00486	0.0096	0.00464	0.0069
CV (%)	51	76	67	63

^{1/}Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT.
WLD = White leaf disease

Table 10 Stalk harvest cane yield Sugar yield and CCS of plant crop at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2017-2018.

Treatment	Plant crop grow from clean seedcane				Plant crop grow from WLD seedcane			
	#Stalk /rai	Cane yield (ton/rai)	Sugar yield (ton ccs/rai)	CCS	#Stalk /rai	Cane yield (ton/rai)	Sugar yield (ton ccs/rai)	CCS
1. No soaking	9,156 a ^{1/}	19.1 a ^{1/}	2.48 a ^{1/}	13.0 b ^{1/}	7,164	16.4 a ^{1/}	1.96	12.1 b ^{1/}
2. Water soaking	8,533 a	16.0 ab	2.10 a	13.0 b	7,200	15.4 ab	1.94	12.5 b
3. ZnSO ₄ 0.5% soaking	7,573 ab	12.7 ab	2.04 a	16.0 a	8,106	14.6 ab	2.18	14.9 a
4. ZnSO ₄ 0.75% soaking	5,369 bc	9.6 bc	1.48 ab	15.3 a	7,982	14.1 ab	2.10	14.9 a
5. ZnSO ₄ 1.0% soaking	3,484 c	5.6 c	0.90 b	15.6 a	6,809	11.3 b	1.70	14.9 a
Mean	6,823	12.6	1.80	14.6	7,453	14.4	1.98	13.9
CV (%)	30.17	39.93	42.91	6.02	18.51	23.99	25.29	6.43

^{1/}Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT.
WLD = White leaf disease

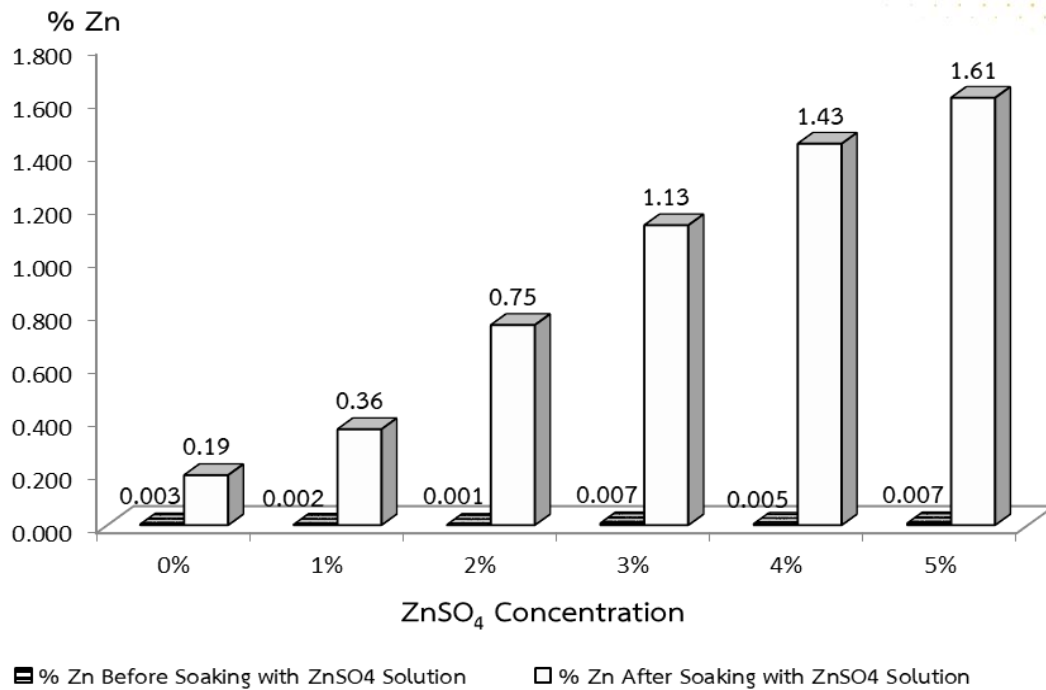


Figure 1 Zn in sugarcane stalk before and after soaking with different concentration of ZnSO₄ solution