

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-----

- |                            |  |                         |
|----------------------------|--|-------------------------|
| 1. แผนงานวิจัย             | วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย   |                         |
| 2. โครงการวิจัย<br>กิจกรรม | โครงการวิจัยและพัฒนาการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อย<br>ศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อลดการ<br>แสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์ |                         |
| 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)  | ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีและช่วงเวลาที่เหมาะสม<br>ในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย   |                         |
| ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)  | Study on Sugarcane Stalk Soaking with Zn Solution  |                         |
| 4. คณะผู้ดำเนินงาน         |  |                         |
| หัวหน้าการทดลอง            | นางวันทนา เลิศศิริวรกุล  | ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น |
| ผู้ร่วมงาน                 | นางสาวศุภจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล  | ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น |
|                            | นายภาคภูมิ ถิ่นคำ  | ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น |
|                            | นายเนติรัฐ ชุมสุวรรณ   | ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น |

### 5. บทคัดย่อ

การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ดำเนินการที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย 2) ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี และ 3) การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยการศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี ( $ZnSO_4$ ) 6 ระดับ คือ แช่น้ำสะอาด แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 1% 2% 3% 4% และ 5% เป็นเวลา 20 นาที ทำ 3 ซ้ำ การศึกษาช่วงเวลาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี ทำการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 1 % โดยใช้ระยะเวลาการแช่ 6 ช่วงเวลา คือ 0 10 15 20 25 และ 30 นาที ทำ 3 ซ้ำ หลังแช่ท่อนพันธุ์ให้แห้งในที่ร่ม นำท่อนพันธุ์ไปเพาะ วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ แล้วนำผลการทดลองการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมมาทดลองเพื่อยืนยันผลในการลดการแสดงอาการของโรคใบขาวในระดับแปลงทดลอง ดำเนินการ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่ท่อนพันธุ์ในน้ำสะอาด 15 นาที 3) แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 0.5% 15 นาที 4) แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 0.75% 15 นาที และ 5) แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 1.0% 15 นาที ดำเนินการ 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาด แปลงที่สองใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะระหว่าง

แถว 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-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่

รหัสการทดลอง 01-02-59-03-02-00-01-59

ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ที่ทำให้เชื้อไฟโตพลาสมาลดลง คือการแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ที่เข้มข้น 1% การใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้มีผลให้อ้อยไม่งอกเนื่องจาก ZnSO<sub>4</sub> ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตาย ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี คือการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ตามลำดับ โดยให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุดเนื่องจากเมื่ออ้อยอายุ 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/μl in 25 ng plant DNA และปริมาณธาตุสังกะสีจะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> และจะลดลงไปเรื่อยๆ เมื่ออ้อยอายุมากขึ้น สำหรับการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมมูลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส เหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมมูลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมมูลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.5 % กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 ซีซีเอส ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว วิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ แต่การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ สำหรับการเป็นโรคใบขาวแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดไม่พบกอบเป็นโรคใบขาว แต่พบกอบเป็นโรคใบขาวจากแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ในวิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.5% โดยพบโรคใบขาวร้อยละ 0.78 0.49 และ 3.12 ตามลำดับ และไม่พบกอบเป็นโรคใบขาวในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวที่มีการแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.75% และ 1.0%

**คำสำคัญ** : อ้อย ธาตุอาหาร สังกะสี โรคใบขาว แช่ท่อนพันธุ์

#### Abstract :

The research had been conducted in Khon Kaen Field Crops Research Center. There was 3 steps such as 1) suitable of ZnSO<sub>4</sub> concentration for sugarcane stalk soaking 2) suitable period of sugarcane stalk soaking with ZnSO<sub>4</sub> and 3) ZnSO<sub>4</sub> stalk soaking with suitable concentration and suitable period together. The study of ZnSO<sub>4</sub> concentration using 6 soaking include water soaking ZnSO<sub>4</sub> 1% 2% 3% 4% and 5% at 20 minutes in 3 replications. The study of sugarcane stalk soaking period using 6 periods include 0 10 15 20 25 and 30 minutes with 1% of ZnSO<sub>4</sub> in 3 replications. 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 และ 11 weeks. Then got the result of ZnSO<sub>4</sub> concentration and time period soaking to test in experimental field. The treatments were 5 method 1) No soaking 2) Water soaking 15 minutes 3) ZnSO<sub>4</sub> 0.5% soaking 15 minutes 4) ZnSO<sub>4</sub> 0.75% soaking 15 minutes and 5) ZnSO<sub>4</sub> 1.0% soaking 15 minutes conduct in 2 experimental field. The first was used clean seedcan 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 m<sup>2</sup> of plot size. Soil analysis fertilizer application with 27-3-12 kgN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O per rai.

The results showed that, The phytoplasma detection decrease by using 1% ZnSO<sub>4</sub> 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/μl in 25 ng plant DNA and most of Zn was found immediately after ZnSO<sub>4</sub> soaking and continually decreasing in older sugarcane. The experimental field of ZnSO<sub>4</sub> 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 ZnSO<sub>4</sub> 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% ZnSO<sub>4</sub> 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% ZnSO<sub>4</sub> 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 ZnSO<sub>4</sub> 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 ZnSO<sub>4</sub> 0.75% and 1.0% soaking not found white leaf disease plant.

**Keywords :** sugarcane, nutrient, zinc, white leaf disease, stalk soaking

## 6. คำนำ

จากการศึกษาของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น พบว่าสมมูลธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กับการแสดงอาการใบขาวในอ้อยที่ติดเชื้อมีเชื้อไฟโตพลาสมา การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพียงพอในอ้อยปลูกมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ใบขาวในอ้อยต่อ 1 ลดลง อ้อยที่มีอาการใบขาวจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในพืชที่มีมากเกินไป มีธาตุสังกะสี

และแมกนีเซียมน้อยกว่าอ้อยปกติ ธาตุสังกะสี มีความจำเป็นต่อขบวนการสังเคราะห์สารเร่งการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น IAA ปฏิกริยาของเอนไซม์ต่างๆ จะมากน้อยต่างกันขึ้นกับปริมาณสังกะสี ๆ ทำหน้าที่เป็น catalyst ในปฏิกริยาการเพิ่มออกซิเจนของพืชสีเขียวต่างๆ มีความสำคัญ คือ การสร้างคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมต่างๆ ในขบวนการสังเคราะห์แสงของอ้อย อ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก จากการวิเคราะห์ใบอ้อยที่ปกติ พบปริมาณสังกะสี 15-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจึงถือเป็นค่าวิกฤตที่ต้องใส่สังกะสีเพิ่ม เช่น สังกะสีคิเลท (14% Zn) สังกะสีคลอไรด์ (30% Zn) สังกะสีออกไซด์ (50-80% Zn) และสังกะสีซัลเฟต (22-30% Zn) อาการขาดสังกะสี คือมีแผลเป็นรอยขีดเส้นสีจางบนแผ่นใบ มีแถบสีซีดจางทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ แต่ไม่แผ่ไปถึงขอบใบ ยกเว้น กรณีแสดงอาการรุนแรง สีซีดจางจะเริ่มจากเส้นใบเป็นทางยาวบริเวณขอบใบ โดยเริ่มจากยอดถึงกึ่งกลางใบ ระยะแระระหว่างเส้นใบยังเขียวอยู่ แต่ต่อมาใบทั้งใบจะมีสีซีดจนถึงฐานใบ ใบจะสั้น บริเวณกลางใบกว้าง และแผ่นใบสองข้างไม่เท่ากัน ถ้ารุนแรงมากใบจะมีสีซีดจางแห้ง แตกกอลดลง ปล้องสั้น ลำเล็กโดยปกติอ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก หากตรวจพบปริมาณสังกะสีในใบเพียง 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถือเป็นค่าวิกฤตที่ต้องใส่สังกะสีเพิ่ม ลักษณะของดินที่มีปริมาณธาตุสังกะสีต่ำ เช่น ดินทรายที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ (Alloway, 2008) ซึ่งเป็นดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่มักจะพบการระบาดของโรคใบขาว ดินที่มีค่า pH เป็นกลางหรือเป็นด่าง ดินที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง ดินที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน เป็นต้น ดังนั้นการปลูกอ้อยในพื้นที่ที่นอกจากมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวแล้ว ยังเป็นพื้นที่ที่มีการขาดธาตุสังกะสีร่วมด้วย จึงมีผลต่อคุณภาพท่อนพันธุ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ศุจิรัตน์ และคณะ (2558) ได้ออกแบบวิธีการรายงานผลการตรวจโรคแบบใหม่โดยใช้รหัสสี โดยรหัสสีจะแสดงถึงปริมาณเชื้อ ระดับความปลอดภัยในการนำท่อนพันธุ์ไปใช้ขยายต่อ และโอกาสในการแสดงอาการใบขาว โดยในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย Conventional PCR ใช้การดูผลจากการตรวจทั้งสองยีน คือ 16S-23S rDNA ซึ่งได้ผลเป็นดีเอ็นเอขนาด 700 bp และ 210 bp และ secA ที่มีขนาด 277 bp วิธีกำหนดปริมาณเชื้อใช้การเทียบความเข้มแสงของแถบดีเอ็นเอที่กำหนดความเข้มของแถบจากน้อยไปมากเป็น 1+ ถึง 4+ โดยเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่เป็นใบขาว ซึ่งง่าย และรวดเร็ว จากระดับอาการใบขาว 3 ระดับคือ ขาว ขาวเขียว และเขียว ซึ่งมีช่วงของปริมาณเชื้อตรวจด้วย q-Realtime PCR คือ  $10^5$ ,  $10^3$ - $10^4$  และ  $10^2$  copies/ $\mu$ l หรือต่ำกว่า สำหรับการจัดรหัสสีมีการกำหนดสีตามปริมาณเชื้อและโอกาสในการเกิดใบขาว คือกลุ่มที่มีเชื้อโรคใบขาวสูงกำหนดเป็นสีแดงตรวจพบเชื้อมากกว่า 100 copy/ $\mu$ l ใน 25 ng ของ DNA พืชสามารถเกิดใบขาวได้ทุกเวลาจึงไม่ควรนำไปใช้ขยายพันธุ์ต่อ กลุ่มช้กนำอาการใบขาวกำหนดเป็นสีส้มมีเชื้อโรคใบขาวระดับปานกลางระหว่าง 10-100 copy/ $\mu$ l ใน 25 ng ของ DNA พืชมีเชื้อโรคใบขาวในปริมาณมากแต่ต่ำกว่าสีแดงอาจเกิดอาการใบขาวได้ภายในฤดูนี้และสามารถเกิดใบขาวได้ในรุ่นต่อ 1 หากผ่านสภาวะเครียด กลุ่มเฝ้าระวังกำหนดเป็นสีเหลืองมีเชื้อโรคใบขาวระดับปานกลางระหว่าง 1-10 copy/ $\mu$ l ใน 25 ng ของ DNA พืชซึ่งอยู่ระหว่างการสะสมเชื้อยังไม่พบอาการหน่อขาว กลุ่มปลอดภัยแบ่งเป็นกลุ่มสีเขียวตรวจพบเชื้อในระดับต่ำระหว่าง 0.5-1 copy/ $\mu$ l ใน 25 ng ของ DNA พืช ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการสะสมเชื้อนานขึ้นจะยังไม่เกิดอาการใบขาวในฤดูนี้และในอ้อยต่อมามีอายุได้ถึงสองหรือมากกว่าหากมีการดูแลรักษาแปลงที่ดีสามารถนำไปใช้ขยายพันธุ์ต่อได้ และสุดท้ายกลุ่มสีฟ้าตรวจไม่พบดีเอ็น

เอของเชื้อในตัวอย่างหรือมีเชื่อน้อยมากระหว่าง 0-0.5 copy/ $\mu$ l ใน 25 ng ของ DNA พืชสามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ โดยจะยังไม่เกิดอาการใบขาวในรุ่นต่อต่อมา

ส่วนใหญ่การจัดการสมดุลาธาตุอาหารมักจะดำเนินการโดยใส่ธาตุอาหารลงไปในดิน การจุ่มหรือแช่ท่อนพันธุ์อ้อยลงในสารละลายของธาตุอาหารรองในอ้อยยังไม่เคยทำการศึกษาทดลอง 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 หรือดินน้ำขัง เป็นต้น ดังนั้นการปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาว เมื่อปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีการขาดธาตุสังกะสี มีโอกาสที่จะได้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพเนื่องจากธาตุสังกะสีต่ำ (Alloway, 2008) จึงทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อเพิ่มคุณภาพและลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์อ้อย

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

- 1) ท่อนพันธุ์อ้อยอายุประมาณ 10 เดือน จากอ้อยปกติกับอ้อยจากกอเป็นโรคใบขาว
- 2) สารเคมีซิงค์ซัลเฟต ( $ZnSO_4$ )
- 3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในท่อนพันธุ์อ้อย
- 4) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างอ้อย
- 5) วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับเก็บ และ บันทึกข้อมูล

### - วิธีการ

การศึกษากการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีมีขั้นตอนการดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย 2) ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี และ 3) การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย  $ZnSO_4$  ดำเนินการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยปกติกับท่อนพันธุ์จากกอเป็นโรคใบขาวโดยใช้ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0%

(แช่น้ำเปล่า) แช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> เข้มข้น 1% 2% 3% 4% และ 5% เป็นเวลา 20 นาที ทำ 3 ซ้ำ หลังแช่ผึ่ง  
 ท่อนพันธุ์ให้แห้งในที่ร่ม นำท่อนพันธุ์ไปเพาะ วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโต  
 พลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ สำหรับขั้นตอนที่ 2 ศึกษาช่วงเวลาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย  
 เกลือสังกะสี ทำการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 1% โดยใช้ระยะเวลาการแช่ 6  
 ช่วงเวลา คือ 0 10 15 20 25 และ 30 นาที วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโต  
 พลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 3 นำผลการทดลองการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีความเข้มข้นและระยะเวลา  
 การแช่ที่เหมาะสมจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาทดลองเพื่อยืนยันผลในการลดการแสดงอาการของโรคใบขาวในระดับ  
 แปลงทดลอง โดยมีการทดสอบ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่ในน้ำสะอาดนาน 15 นาที 3) แช่  
 สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 0.5% นาน 15 นาที 4) แช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 0.75% นาน 15 นาที  
 และ 5) แช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 1.0% นาน 15 นาที หลังแช่ ZnSO<sub>4</sub> แล้วปล่อยให้ท่อนพันธุ์แห้ง  
 ดำเนินการ 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาด แปลงที่สองใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ปลูก  
 อ้อยโดยใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะหลุม 0.5 เมตร จำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 6 เมตร ขนาด  
 แปลงย่อย 54 ตารางเมตร การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน บันทึกข้อมูล คุณสมบัติทางกายภาพและ  
 เคมีของดิน (pH %OM Avail.P Exch.K Exch.Ca Exch.Mg Avail.Zn และ Avail.Fe) ที่ความลึก 0 - 30  
 เซนติเมตร ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ %N %P %K %Ca %Mg Zn(mg/kg) และ Fe(mg/kg) และปริมาณเชื้อไฟ  
 โทพลาสมาในอ้อยก่อนปลูก เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยปลูก ที่อายุ 4 8 และ 12 สัปดาห์หลังงอก การ  
 เจริญเติบโต จำนวนหน่อตอก ที่อายุ 4 เดือน จำนวนลำตอกที่อายุ 6 เดือนหลังงอก เปอร์เซ็นต์กอเป็นโรคใบ  
 ขาว ที่อายุ 4 8 เดือนหลังงอก ผลผลิตและค่าความหวานเมื่อเก็บเกี่ยว และการปรับปรุงคุณภาพของท่อนพันธุ์  
 โดยฉีดพ่นสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 1% และน้ำสะอาดที่อายุ 10 เดือน นำอ้อยไปชำข้อแถวละ 100 ข้อ  
 ตา บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอก ปริมาณธาตุสังกะสีหลังอ้อยชำข้องอก 5 สัปดาห์

- เวลาและสถานที่      ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2562  
 สถานที่ทำการทดลอง      ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย

อ้อยจากแปลงปกติซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีแดง ซึ่งมีผลตรวจเชื้อโรค  
 ใบขาว 0-0.5 0.5-1 และมากกว่า 100 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พีซี เมื่อนำไปแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub>  
 ความเข้มข้นต่างๆเป็นเวลา 20 นาที พบว่ามีเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง ใน 2 ความเข้มข้น ได้แก่ 0% (แช่น้ำเปล่า)  
 และ ความเข้มข้น 3% โดยการแช่น้ำเปล่า 20 นาที ทำให้ปริมาณเชื้อลดลง 2 ตัวอย่าง จากสีแดงเป็นสีส้มและสี

เขียว การแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 3% นาน 20 นาที ทำให้ปริมาณเชื้อลดลง 2 ตัวอย่าง จากสีเขียว ลดลงเป็นสีฟ้าและจากสีแดงลดลงเป็นสีส้ม

อ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสีฟ้า เขียว และส้ม เชื้อจะลดลงในทุก ระดับความเข้มข้นของการแช่  $ZnSO_4$  โดยพบว่าหลังแช่ตรวจพบเชื้อแค่ระดับสีเขียวและสีฟ้า ซึ่งมีผลตรวจเชื้อโรค ใบขาวแค่ระดับต่ำกว่า 1 copy/ $\mu$ l ใน 25 ng ของ DNA พืชเท่านั้น และเป็นระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ ความเข้มข้นที่มีผลต่อการลดเชื้อคือการแช่น้ำปลาว และการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 1-3% เนื่องจาก ปริมาณเชื้อลดลงจากสีเขียวเป็นสีฟ้า และจากสีส้มเป็นสีฟ้า (Table 1)

ความงอกของอ้อยหลังแช่  $ZnSO_4$  ได้นำข้อต้ออ้อยไปเพาะ พบว่า ข้อต้ออ้อยที่แช่ สารละลาย  $ZnSO_4$  ไม่ งอก โดยการแช่  $ZnSO_4$  1% และ 2% มีความงอกร้อยละ 27 และ 7 ตามลำดับ ส่วนการแช่  $ZnSO_4$  ที่ 3% 4% และ 5% ไม่มีข้อตาใดงอก โดยสาเหตุที่ข้อต้ออ้อยไม่งอกเนื่องจาก  $ZnSO_4$  ไปทำลายต้ออ้อยทำให้ต้ออ้อยตายใน ขณะที่เนื้อเยื่อบริเวณอื่นยังไม่ตาย

### ปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อย

ปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์ ก่อนและหลังแช่  $ZnSO_4$  ในการแช่สารละลายเกลือสังกะสีที่ความเข้มข้นต่างๆ ระยะเวลาการแช่ 20 นาที พบว่าปริมาณ Zn (%) ในท่อนพันธุ์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลาย  $ZnSO_4$  ที่แช่ โดยปริมาณธาตุสังกะสีในท่อนพันธุ์มากที่สุดเมื่อแช่สารละลายเกลือสังกะสีเข้มข้น 5% เป็นเวลา 20 นาที โดยมี ปริมาณธาตุสังกะสีในท่อนพันธุ์เฉลี่ย 1.61% (Figure 1)

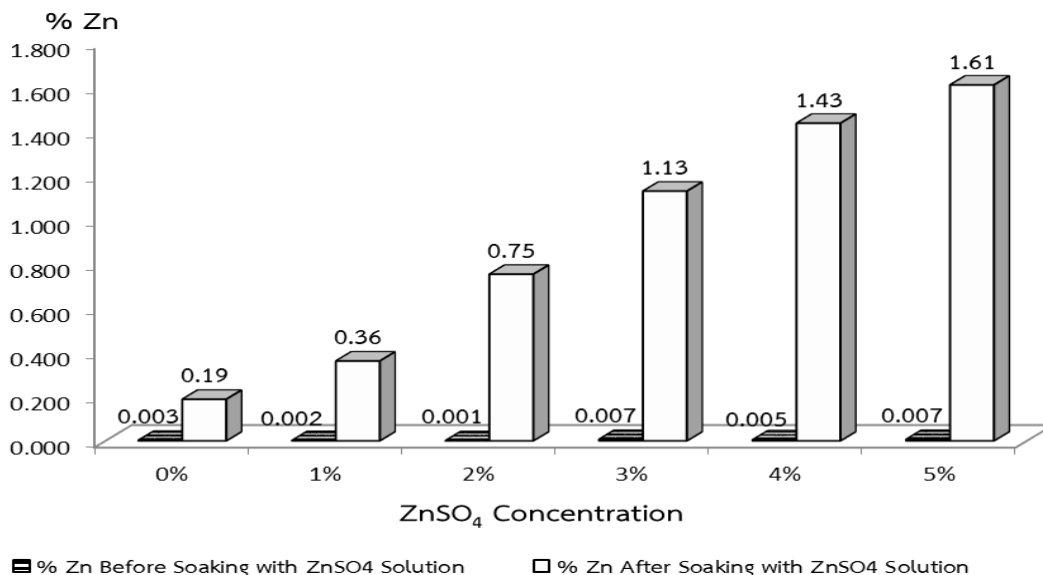


Figure 1 Zn in sugarcane stalk before and after soaking with different concentration of  $ZnSO_4$  solution.

Table 1 Quantities of phytoplasma before and after stalk soaking with different concentration of  $ZnSO_4$  solution.

### Seedcane from no infection area

Before soaking  $ZnSO_4$

After soaking  $ZnSO_4$

ZnSO <sub>4</sub> concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3	ZnSO <sub>4</sub> concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3
0%	Red	Red	Green	0%	Orange	Green	Green
1%	Green	เขียว	เขียว	1%	Green	Green	Green
2%	Green	Blue	เขียว	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 <sub>4</sub>				After soaking ZnSO <sub>4</sub>			
ZnSO <sub>4</sub> concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3	ZnSO <sub>4</sub> 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

#### Remarks :

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

## 2. ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี

เมื่อนำข้อตาอ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสีแดง (มีเชื้อสูง > 100 copy/ $\mu$ l in 25 ng plant DNA) ไปแช่ในสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 1% ที่ระยะเวลา 0 10 15 20 25 และ 30 นาที แล้วทำการตรวจเชื้อโรคใบขาวที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์พบว่าในที่อายุอ้อย 5 และ 9 สัปดาห์มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลงทุกระยะเวลาการแช่ ZnSO<sub>4</sub> แต่เชื้อกลับเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 และ 11 เมื่อพิจารณาถึงการลดการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางท่อนพันธุ์แล้วพบว่า การแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาทีให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีกว่าระยะเวลาอื่นเนื่องจากเมื่ออายุอ้อยผ่านไป 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/ $\mu$ l in 25 ng plant DNA (Table 2) สำหรับปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อยก่อนและหลังแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ความเข้มข้น 1% ที่อ้อยอายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์แสดงใน Table 3 และ Figure 2 โดยพบว่าปริมาณ Zn จะมากที่สุดหลังแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> แล้วปริมาณ Zn จะลดลงไปเรื่อยๆในสัปดาห์ที่ 5 7 และลดต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 ตามลำดับ



**Table 2** Quantities of phytoplasma in sugarcane planted with seedcane from white leaf disease infection area soaking with ZnSO<sub>4</sub> solution 1% at several times.

Period/ Age	Before soaking ZnSO <sub>4</sub>			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	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

**Remarks :**

<b>Blue</b>	= Phytoplasma detection 0 - 0.5 copy/μl in 25 ng plant DNA
<b>Green</b>	= Phytoplasma detection 0.5 - 1 copy/μl in 25 ng plant DNA
<b>Yellow</b>	= Phytoplasma detection 1 - 10 copy/μl in 25 ng plant DNA
<b>Orange</b>	= Phytoplasma detection 10 - 100 copy/μl in 25 ng plant DNA
<b>Red</b>	= Phytoplasma detection > 100 copy/μl 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 ZnSO<sub>4</sub> solution 1% at several times.

Period/ Age	Before soaking ZnSO <sub>4</sub>	After soaking ZnSO <sub>4</sub>	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



Figure 2 Percent Zn in sugarcane's leaf grow with seedcane from white leaf disease infection area soaking with ZnSO<sub>4</sub> solution 1% at several times.

### 3. การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม

ได้ปลูกอ้อยตามกรรมวิธีในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2560 การใส่ปุ๋ยเนื่องจากค่าวิเคราะห์ดินจากแปลงปลูกอ้อยสะอาดและแปลงปลูกอ้อยเป็นโรคใบขาวมีค่าอินทรีย์วัตถุต่ำ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง และมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับปานกลาง (Table 4) จึงทำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทส อัตรา 27-3-12 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ สำหรับธาตุสังกะสีนั้นแปลงปลูกอ้อยสะอาดมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์ต่ำจึงใส่ธาตุสังกะสีในรูป ZnSO<sub>4</sub> ในอัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนแปลงปลูกอ้อยเป็นโรคใบขาวมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์สูงจึงใส่ธาตุสังกะสีในรูป ZnSO<sub>4</sub> ในอัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยรองพื้นหลังอ้อยออกในวันที่ 5 มกราคม 2561 เมื่ออ้อยอายุได้ 5 สัปดาห์ โดยใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปุ๋ยแต่งหน้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทส ยิปซัม โดโลไมต์ และ ZnSO<sub>4</sub> ให้ครบตามค่าวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยแต่งหน้าใส่วันที่ 4 เมษายน 2561 เมื่ออ้อยอายุได้ 4.5 เดือน โดยมีการจัดสมดุลธาตุอาหารแสดงใน Table 4

**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	Sugarcane grow with seedcane from white leaf disease infection area
pH		5.1	5.3
OM	(%)	0.31	0.27
Avai. P	(ppm)	37	31
Exch. K	(ppm)	38	31
Exch. Ca	(ppm)	154	216
Exch. Mg	(ppm)	5	5
Avai. Zn	(ppm)	0.59	0.72
BD	(g/cc)	1.43	1.43
Soil weight	(kg/rai)	457600	457600
N	(%)	0.016	0.014
Mg	(%)	0.0005	0.0005
Total N	(kg/rai)	98.74	89.00
Total Mg	(kg/rai)	12.34	11.12
N/Mg		8.00	8.00
K	(%)	0.0038	0.0031
P	(%)	0.0037	0.0031
Total K	(kg/rai)	29.26	26.21
Total P	(kg/rai)	19.74	17.19
K/P must be < 4.55		1.48	1.53
<b>Fertilizer application</b>	<b>Unit</b>		
Nitrogen	(kg/rai)	27	27
Phosphate	(kg/rai)	3	3
Potash	(kg/rai)	12	12
Gypsum powder	(kg/rai)	33.4	35.7
Dolomite	(kg/rai)	75.58	64.8
ZnSO <sub>4</sub>	(kg/rai)	7.6	3.8
<b>Remarks :</b>	pH	= Soil pH	
	% OM	= Organic matter (%)	
	Avai. P	= Available phosphorus (mg/kg)	

Exch.K = Exchangeable potassium (mg./kg.)  
Exch.Ca = Exchangeable calcium (mg./kg.)  
Exch.Mg = Exchangeable magnesium (mg./kg.)  
Exch.Fe = Exchangeable iron (mg./kg.)  
Avai.Zn = Available zinc (mg./kg.)  
BD = Bulk density (g/cc)

### ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อยก่อนปลูก

ก่อนปลูกอ้อยได้เก็บตัวอย่างใบอ้อยส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์ พบว่าท่อนพันธุ์ที่นำมาจากแปลงอ้อยสะอาดมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.8 0.41 1.52 0.12 0.08 0.0058 และ 0.0012 มีสมดุลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส เหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 4.83 ตามลำดับ สำหรับท่อนพันธุ์ที่นำมาจากแปลงเป็นโรคใบขาวมีปริมาณธาตุอาหารร้อยละ 0.91 0.43 0.99 0.15 0.1 0.0051 และ 0.0017 ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมดุลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ (Table 5)

**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

หมายเหตุ :

WLD	=	White leaf disease
N	=	Nitrogen (%)
P	=	Phosphorus (%)
K	=	Potassium (%)
Ca	=	Calcium (%)
Mg	=	Magnesium (%)
Fe	=	Iron (%)
Zn	=	Zinc (%)

### ปริมาณธาตุสังกะสีในอ้อยปลูก

เมื่อนำท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมาปลูกตามกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย  $ZnSO_4$  พบว่าที่อายุ 4 สัปดาห์ มีปริมาณธาตุสังกะสีระหว่าง 0.0012-0.0046% โดยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย  $ZnSO_4$  ความเข้มข้น 0.75% และ 1.0% มีปริมาณธาตุสังกะสีมากกว่า กรรมวิธีที่ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.5% ซึ่งปริมาณธาตุสังกะสีในอ้อยช่วงอายุนี้มาจากการแช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก หลังจากนั้นปริมาณธาตุสังกะสีก็จะลดลงแล้วเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่อายุดังกล่าวอ้อยมีการดูดใช้สังกะสีจากดินได้มากขึ้น จนกระทั่งหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้าจะมีปริมาณสังกะสีมากที่สุดจากการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.75% คือร้อยละ 0.00304 และเมื่อใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวการเจริญเติบโตของอ้อยในช่วงแรกๆที่อายุ 4-8 สัปดาห์ ไม่เห็นอิทธิพลของการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย  $ZnSO_4$  เด่นชัด เนื่องจากมีปริมาณสังกะสีในอ้อยใกล้เคียงกัน แต่จากข้อมูลใน Table 6 พบว่าธาตุสังกะสีจะเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 4 การแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.75% ปริมาณสังกะสีไม่เพิ่มขึ้นเลย จนกระทั่งหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้า โดยในช่วงนี้ปริมาณสังกะสีในอ้อยจาก

การใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวจะสูงที่สุดเมื่อแ่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.5 % โดยมีธาตุสังกะสีในอ้อยร้อยละ 0.00284

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

Remarks : WLD = White leaf disease

ND = No data

### การเจริญเติบโตของอ้อยปลูก

#### - เปอร์เซ็นต์ความงอก

การนำท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมาแ่สารละลายซิงค์ซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่ ไม่แ่ น้ำ แ่ น้ำสะอาด แ่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.5% 0.75% และ 1.0% อ้อยมีความงอกที่ 12 สัปดาห์ร้อยละ 81 79 82 53 และ 14 ตามลำดับ ส่วนท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีความงอกที่ 12 สัปดาห์ร้อยละ 57 58 80 86 และ 81 ตามลำดับ โดยพบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> มากขึ้นจะทำให้ความงอกของอ้อยลดลง อ้อยจากแปลงสะอาดมีความงอกสูงสุดที่การแ่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.5% สำหรับอ้อยจากแปลง

เป็นโรคใบขาวถ้าไม่แช่น้ำจะมีความงอกต่ำที่สุด 57% เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปแช่น้ำสะอาดความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 58% และมีความงอกสูงที่สุดที่การแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.75% โดยมีความงอก 86%

- จำนวนหน่อตอกก ที่อายุ 4 เดือน และจำนวนลำตอกก ที่อายุ 6 เดือน

แปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดมีจำนวนหน่อตอกก 4.3 – 6.1 หน่อตอกก การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยน้ำสะอาดมีการแตกกอมากที่สุด 6.1 หน่อตอกก แต่พอถึงช่วงสร้างลำ วิธีการแช่น้ำสะอาดกับการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.75% กลับมีจำนวนลำตอกก 6.0 ลำตอกกเท่ากัน การแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  1.0% นอกจากจะงอกน้อยแล้วยังมีการแตกกอน้อย แต่ภายหลังอาจจะมีการแตกหน่อเพิ่มเติมในช่วงสร้างลำจึงมีจำนวนลำตอกกเพิ่มเป็น 5.5 ลำตอกก (Table 7) ส่วนแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวมีจำนวนหน่อตอกก 5.5-6.2 ลำตอกก ในช่วงแตกกอแปลงนี้มีการแตกกอได้ดีกว่า แต่ในช่วงสร้างลำมีการสร้างลำใกล้เคียงกันกับแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาด วิธีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยน้ำสะอาดและวิธีการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.75% มีการแตกกอมากที่สุด 6.2 หน่อตอกก แต่ช่วงสร้างลำวิธีที่ไม่แช่น้ำกลับมีจำนวนลำตอกกมากที่สุด 6.1 ลำตอกก สำหรับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวแล้วการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  1.0% แม้จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง แต่ในช่วงแตกกอกับช่วงสร้างลำกลับมีจำนวนหน่อตอกก และจำนวนลำตอกกต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ คือมีจำนวน 5.5 หน่อตอกก และ 5.2 ลำตอกกตามลำดับ (Table 7)

**โรคใบขาว** ไม่พบกอกเป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 และ 8 เดือน ในแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาด แต่พบกอกเป็นโรคใบขาวจากแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาว ในกรรมวิธี ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.5% โดยพบโรคใบขาวเมื่ออ้อยอายุ 8 เดือนร้อยละ 0.78 0.49 และ 3.12 ตามลำดับ ส่วนการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.75% และ 1.0% ไม่พบกอกเป็นโรคใบขาว (Table 7)

**Table 7** Percentage of germination 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)
<b>Plant crop grow from clean seedcane</b>					
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
<b>Plant crop grow from WLD seedcane</b>					
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 <sub>4</sub> 1.0% soaking	81	5.5	5.2	0.00	0.00
-----------------------------------	----	-----	-----	------	------

Remarks : WLD = White leaf disease

### การปรับปรุงคุณภาพของอ้อยในการนำไปใช้เป็นท่อนพันธุ์

ก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ฉีดพ่นสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> เข้มข้น 1% และพ่นน้ำสะอาดบนใบและลำต้นอ้อย โดยฉีดพ่นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 เก็บเกี่ยวอ้อยหลังฉีดพ่น 1 สัปดาห์ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2561 นำลำอ้อยไปชำข้อเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความงอก (Table 8) ปริมาณธาตุอาหารในใบหลังอ้อยงอก 6 สัปดาห์ และเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2562 บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

- เปอร์เซ็นต์ความงอกของท่อนพันธุ์อ้อยที่ฉีดพ่นด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 1% และน้ำสะอาด

ผลการทดลองพบว่า แปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยสะอาด ก่อนที่จะมีการตัดอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ การพ่นอ้อยด้วยน้ำสะอาดให้ทั่วลำต้นและใบอ้อย จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่อายุ 5 สัปดาห์ เฉลี่ย 73% แต่เมื่อพ่นด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 1% ทำให้อ้อยมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 77% สำหรับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน เมื่อพ่นด้วยน้ำสะอาด และพ่นด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 1% จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 77 และ 79 % ตามลำดับ โดยแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดวิธีแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.75% และพ่นน้ำสะอาด ก่อนตัดอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ มีความงอกของท่อนพันธุ์สูงสุดที่ 80% แต่เมื่อพ่นด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 1% วิธีแช่สารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 0.5% มีความงอกของท่อนพันธุ์สูงสุดที่ 84% สำหรับแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวเมื่อพ่นด้วยน้ำสะอาดมีความงอกของท่อนพันธุ์สูงสุดที่กรรมวิธีไม่ชาน้ำและแช่น้ำสะอาดโดยมีความงอกร้อยละ 85 ส่วนการพ่นด้วยสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> 1% มีความงอกสูงสุดร้อยละ 82 ที่กรรมวิธีแช่น้ำสะอาดก่อนปลูก (Table 8)

**Table 8** Percent germination of seedling at 5 weeks after water spraying and ZnSO<sub>4</sub> 1% spraying.

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

Remarks : Means followed by the same letter are not significant at p=0.05 by DMRT.

WLD = White leaf disease



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

**Table 9** Percent of Zn in sugarcane's leaf before and after  $ZnSO_4$  1% concentration spraying.

Treatment	Plant crop grow from clean seedcane		Plant crop grow from WLD seedcane	
	%Zn before spraying	%Zn after spraying	%Zn before spraying	%Zn after spraying
1. No soaking	0.00620 ab	0.0041 b	0.00382	0.0035 b
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
<b>Mean</b>	<b>0.00486</b>	<b>0.0096</b>	<b>0.00464</b>	<b>0.0069</b>
<b>CV (%)</b>	<b>51</b>	<b>76</b>	<b>67</b>	<b>63</b>

**Remarks :** Means followed by the same letter are not significant at  $p=0.05$  by DMRT.

WLD = White leaf disease

### ผลผลิตอ้อย

เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกในวันที่ 16 มกราคม 2562 เมื่ออ้อยอายุ 14 เดือน ผลการทดลองพบว่าแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดมีความแตกต่างทางสถิติของจำนวนลำเก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และความหวาน (CCS) ระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ การใช้ท่อนพันธุ์ปลูกตามปกติที่ไม่มีการแช่น้ำไม่แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  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  $ZnSO_4$  0.5 % และ 0.75% โดยให้ผลผลิต 15.4 14.6 และ 14.1 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตน้ำตาลการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ เนื่องจากมีค่าความหวานสูง 14.9 CCS (Table 10)

**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	19.1 a	2.48 a	13.0 b	7,164	16.4 a	1.96	12.1 b
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

Remarks : Means followed by the same letter are not significant at  $p=0.05$  by DMRT.

WLD = White leaf disease

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

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

2. ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี พบว่าการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาทีให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุดเนื่องจากเมื่ออายุอ้อยผ่านไป 11 สัปดาห์หรือประมาณเกือบ 3 เดือน ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/ $\mu$ l in 25 ng plant DNA และพบว่าปริมาณ Zn จะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  และจะลดลงไปเรื่อยๆ ในสัปดาห์ที่ 5 7 และลดต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 ตามลำดับ

3. การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมมูลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส และเหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 และ 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมมูลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมมูลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ในแง่ผลผลิตถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ก็สามารถให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.5% กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 CCS ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว การใช้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีการแช่น้ำ ไม่แช่สารละลาย  $ZnSO_4$  ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ และการแช่สารละลาย  $ZnSO_4$  0.5% เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การพัฒนาต่อยอดในแปลงต้นแบบการผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาดสำหรับนำไปใช้ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว ซึ่งจะนำผลงานวิจัยที่ได้ไปจัดการแปลงผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาดได้รับธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม โดยมีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ แปลงผลิตพันธุ์อ้อยของ ศวร.ขอนแก่น และแปลงผลิตพันธุ์อ้อยของ ศวพ.จังหวัดที่มีการผลิตพันธุ์อ้อย

## 11. เอกสารอ้างอิง

- วัฒน์ะ วัฒนานนท์ เสาวรี ตังสกุล เมธี คำหุ้ง จำลอง กกรัมย์ สมพงษ์ ชมภูณุกุลรัตน์ สุกิจ รัตนศรีวงษ์  
 สุวพันธ์ รัตนะรัต และปรีชา เพชรประไพ. 2547. การตอบสนองต่อปุ๋ย ธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตมัน  
 สำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50. *วารสารวิชาการเกษตร* ปีที่ 22 ฉบับที่ 1.
- ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรฤทธิ วงศ์วรรตน์ ทักษิณา คันสยะวิชัย สุณี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์  
 ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วย  
 เทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557 กรมวิชาการเกษตร กระทรวง  
 เกษตรและสหกรณ์ หน้า 69-89.
- Alloway, B.J. 2008. *Zinc in soil and crop nutrition*. IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France. 135 pp.
- Howeler, R.H., Edwards 0.0. and Asher, C.J. 1982. Micro- nutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solutions. 1. Critical tissue concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 5. 1059-1076.