



ปัญหาพิเศษ

การเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแล้งในมันสำปะหลัง
ในระยะการเจริญทางลำต้น

Improvement of Drought Tolerance in Cassava During
the Vegetative Stage

นายพิพัฒน์ เจริญธัญญากร

ภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

.....
วิทยาศาสตร์เกษตร

.....
พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแล้งในมันสำปะหลังในระหว่างการเจริญทางลำต้น

Improvement of Drought Tolerance in Cassava During the Vegetative Stage

نامผู้วิจัย นายพิพัฒน์ เจริญธัญญากร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก *ศาสตราจารย์*

(.....รองศาสตราจารย์ศักดิ์ คงศีล, Ph.D.....)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม *[Signature]*

(.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ปร.ด.....)

หัวหน้าภาควิชา *[Signature]*

(.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชาดิ พรหมโชติ, Ph.D.....)

วันที่ 5 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแล้งในมันสำปะหลังในระหว่างการเจริญทางลำต้น

Improvement of Drought Tolerance in Cassava During the Vegetative Stage

โดย

นายพิพัฒน์ เจริญธัญญากร

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

นายพิพัฒน์ เจริญธัญญากร พ.ศ. 2567 : การเพิ่มความทนทานต่อสถานะแล้งในมัน
สำปะหลังในระหว่างการเจริญทางลำต้น ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร
ภาควิชาพืชไร่ฯ อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์กษิ์ คงศิลป์, Ph.D. 37 หน้า

สถานะแล้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมัน
สำปะหลัง การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการ
เจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มความทนทานต่อสถานะแล้งในมันสำปะหลังในระหว่างการเจริญทางลำ
ต้น โดยการปลูกใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสายพันธุ์ KMUC-52-12 วางแผนการทดลองแบบสุ่ม
ภายในบล็อกสมบูรณ์ แบบแฟคทอเรียลประกอบด้วยปัจจัยการให้น้ำ และการใช้สารควบคุมการ
เจริญเติบโตของพืช การได้รับน้ำมี 2 ปริมาณ ได้แก่ 10 และ 3 มิลลิเมตรต่อวัน และการพ่นด้วยสาร
ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ชนิดและความเข้มข้นแตกต่างกัน ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ได้แก่
พ่นด้วยน้ำ (ควบคุม), พ่นด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์, พ่นด้วยกรดอะซิติก ความ
เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์, พ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ และพ่นด้วยกรดจัสโม
นิค ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ตรวจวัดความสูงต้น จำนวนใบ และจำนวนใบเหลือง วิเคราะห์
ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างของจำนวนใบมันสำปะหลังในสถานะแล้งนาน 4
สัปดาห์ เมื่อเทียบกับสถานะได้รับน้ำ และการพ่นกรดอะซิติก ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ ช่วยให้
มันสำปะหลังในสถานะแล้งมีจำนวนใบที่สูงกว่าในสภาพที่ได้รับน้ำเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม การฉีด
พ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ ส่งผลให้มันสำปะหลังมีจำนวนใบสูง แต่ไม่สูง
กว่ากลุ่มควบคุม ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่ากรดอะซิติกที่ความเข้มข้นเหมาะสมสามารถเพิ่มความ
ทนทานต่อสถานะแล้งในมันสำปะหลังได้

พิพัฒน์ เจริญธัญญากร

กษิ์ คงศิลป์

31 / 03 / 68

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

ABSTRACT

Phiphat Jaroenthanyakon. 2024: Improvement of Drought Tolerance in Cassava During the Vegetative Stage. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: Associate Professor Pasajee Kongsil, Ph.D.
37 pages.

Drought is a critical factor affecting the growth and yield of cassava. This experiment aimed to compare the effects of different types and concentrations of plant growth regulators in enhancing drought tolerance during the vegetative stage of cassava. The cassava cultivar KMUC-52-12 was utilized, and the experiment was designed as a factorial randomized complete block design with two factors: water availability and plant growth regulator treatments. The water treatments included two levels: 10 and 3 mm/day. The plant growth regulator treatments consisted of five applications: water spray (control), acetic acid at 10 mM, acetic acid at 20 mM, jasmonic acid at 0.05 mM, and jasmonic acid at 0.1 mM. Measurements were taken for plant height, the number of leaves, and the number of yellow leaves. Statistical analysis of variance revealed significant differences in the number of cassava leaves under drought conditions for 4 weeks compared to well-watered conditions. Notably, spraying with acetic acid at 20 mM resulted in a higher number of leaves under drought conditions than under well-watered conditions. However, spraying with jasmonic acid at 0.05 mM increased the number of leaves but did not surpass that of the control group. The findings suggest that acetic acid at an appropriate concentration can enhance drought resilience in cassava.

พิพัฒน์ เจริญธัญญากร

Student's signature

ปัส ปัส

Special Problem Advisor's signature

31 / 03 / 68

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ภักดิ์ คงศีล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสอนและแนะนำอย่างเอาใจใส่ในการทำวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วมที่ช่วยให้คำแนะนำในการทำวิจัย และนางสาวสุกานดา เกติดี ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่านที่ได้สอนและชี้แนะสิ่งที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้และสำหรับใช้ต่อไปในอนาคต

ขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ให้จัดวางการทดลอง ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

นายพิพัฒน์ เจริญธัญญากร

มีนาคม 2568

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	10
อุปกรณ์	10
วิธีการ	10
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	13
ผลและวิจารณ์	14
สรุปและเสนอแนะ	19
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	20
ภาคผนวก	23
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	28

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $a \times b$ factorial in RCBD	12
2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ของความสูงและจำนวนใบของมันสำปะหลัง	14
3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนใบหลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์	15
ตารางผนวกที่	
1. แสดงค่าความชื้นในดินหลังการปลูกในช่วงเช้าและเย็นเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของความชื้นภายหลังการรดน้ำในช่วงเช้า และแสดงความสูงของต้นมันสำปะหลังภายหลังการพ่นสารในระยะเวลา 1, 3 และ 4 สัปดาห์ ที่มีอิทธิพลมาจากชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช(ปัจจัยสาร) ภายใต้การให้น้ำ(ปัจจัยน้ำ)	22
2. แสดงจำนวนใบมันสำปะหลังภายหลังการพ่นสารในระยะเวลา 1, 3 และ 4 สัปดาห์ ที่มีอิทธิพลมาจากชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช(ปัจจัยสาร) ภายใต้การให้น้ำ(ปัจจัยน้ำ)	24

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ผลกระทบของการขาดน้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลัง	6
2. เสียบท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	11
3. ให้น้ำมันสำปะหลัง	11
4. วัดความชื้นในดิน (%)	11
5. พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	11
6. วัดความสูงต้นมันสำปะหลัง	12
7. นับจำนวนใบมันสำปะหลัง	12
8. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างทริทเมนต์ที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ต่างชนิดและความเข้มข้นต่อจำนวนใบภายใต้สภาวะได้รับน้ำ และสภาวะแล้งหลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์	16
9. อิทธิพลของสภาวะได้รับน้ำและสภาวะแล้งต่อจำนวนใบในมันสำปะหลัง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์	17
10. อิทธิพลชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อ จำนวนใบของมันสำปะหลัง ทั้งสภาวะได้รับน้ำและสภาวะแล้ง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์	18

การเพิ่มความทนทานต่อสถานะแล้งในมันสำปะหลังในระหว่างการเจริญทางลำต้น

Improvement of Drought Tolerance in Cassava During the Vegetative Stage

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างมาก ในพื้นที่เกิดสถานะแล้งและมีปริมาณน้ำฝนน้อย ซึ่งมักพบในหลายพื้นที่ของประเทศไทยและประเทศเขตร้อนอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วงระยะการเจริญทางลำต้นที่อยู่ในช่วง 1-3 เดือนหลังปลูก (MAP) ซึ่งเป็นช่วงที่มันสำปะหลังกำลังพัฒนาระบบรากและลำต้นที่ยังไม่แข็งแรงนัก และต้องการน้ำในปริมาณมากเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในช่วงเวลานี้มักเกิดปัญหาจากสถานะแล้งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังอย่างชัดเจน เนื่องจากการขาดแคลนน้ำในช่วงเวลาสำคัญดังกล่าวทำให้พืชไม่สามารถพัฒนาระบบรากและลำต้นได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตในระยะยาว

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators: PGRs) เป็นหนึ่งในแนวทางที่ได้รับการพิจารณาว่ามีศักยภาพสูงในการเพิ่มความสามารถของพืชในการทนต่อภาวะแล้ง โดยสารเหล่านี้สามารถส่งเสริมการเจริญของระบบราก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้พืชสามารถดูดซึมน้ำและสารอาหารได้มากขึ้นจากดิน นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการปรับปรุงการกักเก็บน้ำในพืช ลดการสูญเสียความชื้นจากการระเหย และช่วยควบคุมกระบวนการสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความเครียดจากแล้ง เช่น การลดการคายน้ำและการกระตุ้นให้พืชผลิตสารที่ช่วยป้องกันความเครียดซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับการศึกษาในงานวิจัยหลายๆ ฉบับ ได้แก่ กรดอะซิติก (Acetic acid) และ กรดจัสโมนิก (Jasmonic acid) ได้แสดงให้เห็นถึงการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในสถานะที่มีความเครียดจากน้ำ (Chen *et al.*, 2018) ทั้งนี้ ยังมีข้อมูลที่จำกัดเกี่ยวกับผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตแต่ละชนิด รวมถึงความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเพิ่มความทนทานต่อแล้งในมันสำปะหลัง

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาและเปรียบเทียบชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีผลต่อความทนทานต่อสถานะแล้งในมันสำปะหลังในระหว่างการเจริญทางลำต้น ซึ่งเป็นระยะสำคัญที่พืชต้องการน้ำและสารอาหารเพื่อพัฒนาระบบรากและลำต้นให้แข็งแรง เพราะหากขาดน้ำในระยะนี้จะส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและลดประสิทธิภาพของ

การสะสมแป้งในรากในภายหลัง โดยการทดลองจะเน้นการวิเคราะห์ผลกระทบจากสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ในแต่ละความเข้มข้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาแนวทางการใช้สารเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาวิธีการที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในสถานะแห้งแล้งได้ในอนาคต อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ทนทานต่อสถานะแล้งและเพิ่มความเสถียรภาพของผลผลิตในระยะยาวในพื้นที่ที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำได้

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแล้งในมันสำปะหลังในระยะการเจริญทางลำต้น

การตรวจเอกสาร

1. ข้อมูลทั่วไปของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชอาหารที่สำคัญของประเทศในเขตร้อน โดยเฉพาะในทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และเอเชียบางประเทศ เช่น อินโดนีเซีย อินเดีย และฟิลิปปินส์ เนื่องจากเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญของคนและสัตว์ ซึ่งเป็นพืชอาหารในอันดับที่ 5 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) สำหรับประเทศไทย มันสำปะหลังถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เพราะทนแล้ง ปลูกง่าย ศัตรูพืชน้อย แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา กำแพงเพชร ชัยภูมิ กาญจนบุรี อุบลราชธานี สระแก้ว นครสวรรค์ เลย อุดรธานี และลพบุรี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ มันสำปะหลังชนิดหวาน (Sweet type) และมันสำปะหลังชนิดขม (Bitter type) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ทั้งบริโภคเป็นอาหารโดยตรง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ได้แก่ มันเส้น (Tapioca chips) มันอัดเม็ด (Tapioca pellets) และแป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมต่างๆ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกมันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยในปี 2565 มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 152,178 ล้านบาท คิดเป็นส่วนแบ่งตลาดโลกประมาณ 46.5% (Longtunman, 2565) อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยใช้มันสำปะหลังในการบริโภคภายในประเทศน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่ถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการส่งออก (Siamrath, 2565)

อนุกรมวิธานของมันสำปะหลัง

การจัดหมวดหมู่ของมันสำปะหลัง มีดังนี้

- ชั้น (Class) : Angiospermae
- ชั้นย่อย (Subclass) : Dicotyledoneae
- อันดับ (Order) : Geraniales
- วงศ์ (Family) : Euphorbiaceae
- สกุล (Genus) : Manihot

2.ระยะการเจริญเติบโตของม้นสำปะหลัง

Alves (2002) ได้ศึกษาระยะการเจริญเติบโตของม้นสำปะหลัง แบ่งออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่

2.1. ระยะแตกตา (Emergence of sprouting)

ในระยะการแตกตาของม้นสำปะหลัง ซึ่งเกิดขึ้นภายในช่วง 5-15 วันหลังปลูก (DAP) จะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของระบบรากและยอดอ่อน โดยในช่วงประมาณ 5-7 วันหลังปลูก รากแขนงแรกจะเริ่มงอกจากบริเวณฐานของท่อนพันธุ์ และบางครั้งอาจงอกจากตาที่อยู่ใต้ดิน ต่อมาในช่วง 10-12 วันหลังปลูก หน่อแรกจะเริ่มงอกขึ้นมาเหนือผิวดิน พร้อมกับการปรากฏของใบเล็ก ๆ แรกเริ่ม และภายใน 15 วันหลังปลูก ต้นอ่อนจะสามารถงอกขึ้นจากดินได้อย่างสมบูรณ์ แสดงถึงการเริ่มต้นของการตั้งต้นใหม่อย่างชัดเจน

2.2. ระยะเริ่มพัฒนาใบและระบบราก (Beginning of leaf development and root formation)

ในระยะเริ่มพัฒนาใบและระบบรากของม้นสำปะหลัง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง 15-90 วันหลังปลูก (DAP) โดยใบที่แท้จริงจะเริ่มขยายตัวในช่วง 30 วันหลังปลูก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ช่วยให้ต้นเจริญเติบโต ขณะที่ก่อน 30 วันหลังปลูก การเจริญเติบโตของยอดและรากยังคงอาศัยสารอาหารสะสมจากท่อนพันธุ์เป็นหลัก ในช่วงนี้รากเส้นใย (Fibrous roots) จะเริ่มเจริญเติบโตแทนที่รากแขนงแรกเริ่ม และสามารถชอนไชลงไปในดินได้ลึก 40-50 เซนติเมตรเพื่อดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร นอกจากนี้ รากเส้นใยบางส่วน (ประมาณ 3-14 เส้น) จะพัฒนาเป็นรากสะสมอาหาร ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างจากรากเส้นใยได้ในช่วง 60-90 วันหลังปลูก โดยในช่วง 75 วันหลังปลูก รากสะสมอาหารจะคิดเป็น 10-15% ของน้ำหนักแห้งทั้งหมดของต้นม้นสำปะหลัง 15-90 วันหลังปลูก (DAP)

2.3. ระยะพัฒนาลำต้นและใบ (Canopy establishment)

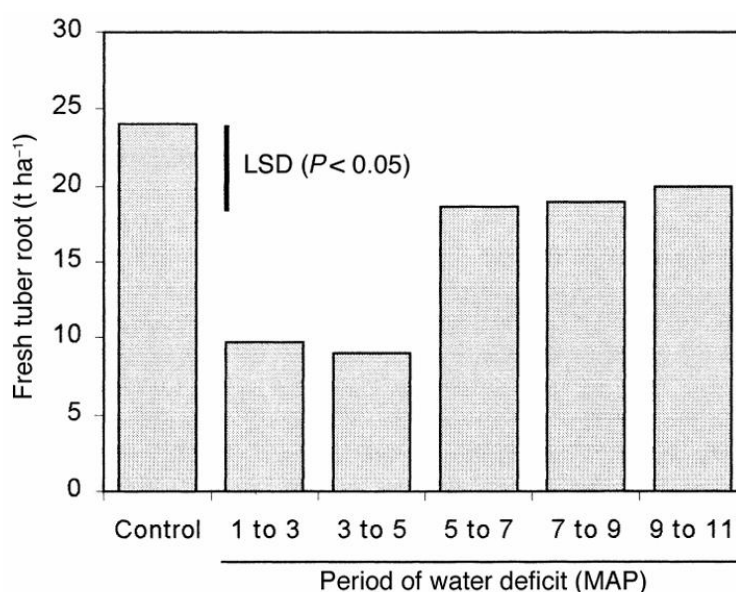
ในระยะพัฒนาลำต้นและใบของม้นสำปะหลัง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง 90-180 วันหลังปลูก (DAP) เป็นช่วงที่ต้นม้นสำปะหลังมีอัตราการเติบโตของใบและลำต้นสูงสุด รวมถึงมีการกำหนดโครงสร้างกิ่งก้านและสัณฐานของพืช โดยเฉพาะระหว่าง 120-150 วันหลังปลูก ใบม้นสำปะหลังสามารถรับแสงแดดได้มากที่สุด ทำให้พืชมีขนาดทรงพุ่มใหญ่ที่สุดและมีการจัดสรรน้ำหนักแห้ง (Dry Matter; DM) ไปยังใบและลำต้นมากที่สุด ในขณะเดียวกันรากสะสมอาหารยังคงขยายตัวและสะสมแป้งต่อไป ถือเป็นช่วงที่ม้นสำปะหลังเติบโตทางกายภาพมากที่สุด

2.4. ระยะสะสมแป้งในรากใต้ดิน (High carbohydrate translocation to roots)

ในระยะสะสมแป้งในรากใต้ดินของมันสำปะหลัง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง 180-300 วันหลังปลูก เป็นช่วงที่พืชเร่งกระบวนการส่งผ่านสารอาหารจากใบไปยังรากเพื่อสะสมอาหาร ส่งผลให้รากขยายตัวอย่างรวดเร็ว

3.ผลกระทบของภัยแล้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังมักถูกปลูกในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 800 มิลลิเมตรต่อปี และมีฤดูแล้งยาวนาน 4-6 เดือน ทำให้ความทนทานต่อสภาวะแห้งแล้ง เป็นลักษณะที่สำคัญของพืชชนิดนี้ แม้มันสำปะหลังจะเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี แต่การขาดน้ำเป็นเวลานานสามารถลดการเจริญเติบโตและผลผลิตได้ โดยผลกระทบต่อผลผลิตของรากสะสมอาหารจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ขาดน้ำ รวมถึงความไวต่อความเครียดจากการขาดน้ำในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ช่วงเวลาวิกฤตที่มีผลกระทบมากที่สุดจากภาวะขาดน้ำ คือช่วง 1-5 เดือนหลังปลูก (MAP) ซึ่งเป็นระยะที่ระบบรากเริ่มเจริญเติบโต (Root initiation stage) และหัวมันสำปะหลังเริ่มก่อตัว (Tuberization stage) การขาดน้ำอย่างน้อย 2 เดือนในช่วงวิกฤตนี้สามารถลดผลผลิตของรากสะสมอาหารลงได้ถึง 32-60% จากการทดลองที่แสดงใน ภาพที่ 1 พบว่าช่วงที่การขาดน้ำมีผลกระทบรุนแรงที่สุดคือช่วง 1-5 เดือนหลังปลูก เนื่องจากเป็นช่วงที่มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตของใบและการก่อตัวของหัวมันอย่างรวดเร็วกว่า ในขณะที่ยอดน้ำในช่วงที่รากสะสมอาหารขยายตัวแล้ว (ช่วง 6 เดือนขึ้นไป) จะมีผลกระทบน้อยกว่า (Alves, 2002)



ภาพที่ 1 ผลกระทบของการขาดน้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลัง (ที่มา Alves, 2002)

4. ลักษณะทั่วไปที่ใช้ประเมินมันสำปะหลังในการทนต่อภาวะแห้งแล้ง

Okogbenin (2013) ได้ศึกษาลักษณะทั่วไปที่ใช้ประเมินมันสำปะหลังในการทนต่อภาวะแห้งแล้งมี 9 ลักษณะ ได้แก่

- (1) จำนวนลำต้นหลัก (Number of primary stems)
- (2) จำนวนชั้นของการแตกกิ่ง (Number of branching levels)
- (3) ความยาวของลำต้นหลักและลำต้นรอง (Length of primary and secondary stems)
- (4) การคงอยู่ของใบ (Leaf retention) โดยใช้ 2 วิธี:
 - วิธีการประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์ (percentage method – visual score)
 - วิธีวัดรอยแผลของใบ (leaf scar method) ซึ่งเป็นการวัดเชิงปริมาณที่แม่นยำกว่า
- (5) ความสูงของลำต้นที่ไม่มีใบ (Height of leafless stem)
- (6) ความยาวและความกว้างของแฉกใบที่ขยายเต็มที่ (Length and width of fully expanded leaf lobe)
- (7) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ ลำต้น และก้านใบ (Carbohydrate content of leaves, stems, and petiole)
- (8) อัตราการเปิดปิดของปากใบและปริมาณ ABA ในใบและลำต้น (Stomatal conductance and ABA content of leaves and stems)
- (9) การเข้าทำลายของศัตรูพืชและโรค (Pest and disease incidence)

5. การควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

5.1. กรดอะซิติก (Acetic Acid)

มีรายงานว่า การใช้ กรดอะซิติกจากภายนอก สามารถเพิ่มอัตราการอยู่รอดของพืชภายใต้ภาวะแห้งแล้งใน *Arabidopsis*, rapeseed, ข้าวโพด, ข้าว และข้าวสาลี (Zhang *et al.*, 2016) อย่างไรก็ตาม ผลของกรดอะซิติกต่อ พืชไม้พุ่มหรือพืชเขตร้อน เช่น มันสำปะหลัง ยังคงเป็นประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม การทำความเข้าใจ กลไกระดับโมเลกุล ของความสามารถในการหลีกเลี่ยงภาวะแห้งแล้งที่เกิดจากกรดอะซิติกในมันสำปะหลัง จะช่วยให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความทนแล้งได้ โดยไม่ต้องใช้เทคนิคดัดแปลงพันธุกรรม (Non-GMO) หรือการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ (Xia *et al.*, 2017)

ผลของกรดอะซิติกต่อการตอบสนองของมันสำปะหลังภายใต้ภาวะแห้งแล้งพบว่า ต้นมันสำปะหลังที่ได้รับกรดอะซิติกมีความสามารถในการหลีกเลี่ยงภาวะแห้งแล้งสูงกว่าต้นที่ได้รับน้ำธรรมดา โดยมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Leaf Relative Water Content) สูงขึ้น ระดับคลอโรฟิลล์

(Chlorophyll) และแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) สูงขึ้น แม้นดินจะมีความแห้งจากภาวะแห้งแล้ง และอุณหภูมิของใบในต้นที่ได้รับกรดอะบไซิกสูงกว่าต้นที่ได้รับน้ำ นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มขึ้นของกรดแอบไซิก (ABA; Absciscic Acid) ในใบอีกด้วย (Tan *et al.*, 2020)

กลไกระดับโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้งที่เกิดจากกรดอะบไซิกการวิเคราะห์ Transcriptome พบว่ากรดอะบไซิกช่วยเพิ่มการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณ ABA และการตอบสนองต่อความเครียด ได้แก่ ยีนที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณ ABA (ABA Signaling-related Genes) เช่น OPEN STOMATA 1 (OST1) ที่ควบคุมการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ และ Protein Phosphatase 2C (PP2C) ที่ควบคุมสัญญาณ ABA เพื่อลดอัตราการคายน้ำ รวมถึงยีนที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อภาวะแห้งแล้ง (Drought Response and Tolerance-related Genes) เช่น Tryptophan-rich Sensory Protein (TSPO) ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความเครียดจากสิ่งแวดล้อม และ Heat Shock Proteins (HSPs) ที่ช่วยปกป้องเซลล์จากความเครียดจากอุณหภูมิและภาวะแห้งแล้ง (Li *et al.*, 2018)

ศักยภาพในการนำไปใช้ทางการเกษตร ข้อค้นพบเหล่านี้สนับสนุนแนวคิดว่าการปรับใช้กรดอะบไซิกกับพืชสามารถเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแห้งแล้งและลดผลกระทบของความเครียดจากน้ำ โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชในแปลงเกษตร

5.2. กรดจัสโมนิก (Jasmonic acid)

จัสโมนิกแอซิด (JA) เป็นฮอร์โมนพืชที่สำคัญ ซึ่งมีบทบาทในการตอบสนองต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม รวมถึง ความเครียดจากภาวะแห้งแล้ง (Drought Stress) การศึกษาล่าสุดพบว่า JA มีบทบาทสำคัญในกระบวนการ Drought Priming และการกระตุ้นความทนแล้งในพืช เช่น ข้าวสาลี (Wheat) (Yang *et al.*, 2019)

บทบาทของ JA ในการตอบสนองต่อความเครียดจากแล้ง การศึกษาพบว่า JA มีบทบาทสำคัญในการตอบสนองต่อความเครียดจากแล้ง โดย JA กระตุ้นกลไกป้องกันเซลล์และทำให้พืชผลิตสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น Superoxide dismutase (SOD) และ Glutathione reductase (GR) เพื่อป้องกันความเสียหายจากออกซิเดชัน (Oxidative stress) ช่วยลดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane damage) และมีบทบาทในสัญญาณฮอร์โมนเพื่อเพิ่มความทนทานต่อแล้ง (Liu *et al.*, 2020) นอกจากนี้ JA ยังมีความเกี่ยวข้องกับ Absciscic Acid (ABA) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการปิดปากใบและการกักเก็บน้ำ โดย JA ทำงาน "Upstream" ของ ABA ซึ่งหมายความว่า JA อาจช่วยควบคุมการสังเคราะห์ ABA เพื่อเพิ่มความสามารถในการทนแล้งของพืช (Zhou *et al.*, 2018) อีกทั้ง JA ช่วยเพิ่มความสามารถของพืชในการรักษาโครงสร้างและการสังเคราะห์แสง โดยพืชที่ได้รับ JA

สามารถรักษาระดับคลอโรฟิลล์และการเรืองแสงของคลอโรฟิลล์ได้ดีกว่าเมื่ออยู่ในสภาวะแห้งแล้ง และยังช่วยลดผลกระทบด้านลบจากภาวะขาดน้ำต่อระบบโครงสร้างของใบ (Huang *et al.*, 2017)

การศึกษาเกี่ยวกับ JA และ ABA ในกระบวนการเตรียมความพร้อมต่อภาวะแห้งแล้ง (Drought Priming) การทดลองในข้าวสาลีพบว่า การกระตุ้นพืชด้วยการเตรียมความพร้อมต่อภาวะแห้งแล้งทำให้ระดับของ JA (กรดจัสโมนิก) และ ABA (กรดแอบไซซิก) เพิ่มขึ้น พร้อมทั้งกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์และการส่งสัญญาณของ JA และ ABA (Li *et al.*, 2021) เมื่อใช้สารยับยั้ง NDGA เพื่อลดการผลิต JA จะทำให้ระดับ ABA ลดลง ส่งผลให้พืชมีความทนทานต่อภาวะแห้งแล้งต่ำลง แต่เมื่อยับยั้งการผลิต ABA ด้วยสาร FLU ระดับของ JA ไม่ได้รับผลกระทบ (Singh *et al.*, 2019)

บทบาทของ JA ในพืชชนิดอื่นพบว่า JA ไม่ได้มีผลเฉพาะในข้าวสาลีเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญในพืชชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด (Maize) และข้าว (Rice) โดย JA กระตุ้นการสร้างขี้ผึ้ง (Wax) และลิกนิน (Lignin) บนผิวใบและลำต้นเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ และกระตุ้นให้เกิดการสะสมของโพรลีน (Proline) ซึ่งช่วยให้พืชทนทานต่อภาวะเครียดจากแล้ง (Chen *et al.*, 2018) ในมันสำปะหลัง (Cassava) JA อาจทำงานร่วมกับกรดอะซิติก (Acetic Acid) และ ABA เพื่อควบคุมการคายน้ำผ่านปากใบ และส่งเสริมการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับ Heat Shock Proteins (HSPs) ซึ่งช่วยป้องกันเซลล์จากภาวะแห้งแล้ง (Zhang *et al.*, 2020) ส่วนในพืชตระกูลถั่ว (Legumes เช่น ถั่วเหลืองและถั่วลิสง) JA มีบทบาทในการควบคุมการพัฒนาของปมราก (Root Nodules) ซึ่งช่วยในการตรึงไนโตรเจนแม้อยู่ในสภาพแห้งแล้ง (Liu *et al.*, 2021) และเพิ่มระดับของไฟโตอเล็กซิน (Phytoalexins) ซึ่งเป็นสารป้องกันโรค (Wang *et al.*, 2019)

ศักยภาพของ JA ในการนำไปใช้ในการเกษตร JA สามารถใช้เป็นสารปรับปรุงการทนแล้งของพืช และสามารถนำไปใช้ร่วมกับเทคนิค Drought Priming เพื่อลดผลกระทบของภาวะแห้งแล้งในพืชเศรษฐกิจ อีกทั้งยังอาจใช้ร่วมกับ ABA หรือ Acetic Acid เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มความทนทานต่อแล้งโดยไม่ต้องดัดแปลงพันธุกรรม (Non-GMO Approach) (Singh *et al.*, 2020)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับการปลูกและดูแล

- 1.1 ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสายพันธุ์ KMUC-52-12
- 1.2 กระถาง
- 1.3 ดินร่วน
- 1.4 น้ำ

2. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

- 2.1 กรดอะซิดิก
- 2.2 กรดจัสโมนิก

3. อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล

- 3.1 สมุดและปากกา
- 3.2 Soil moisture meter
- 3.3 ไม้เมตร

วิธีการ

1. การปลูกและการดูแล

ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสายพันธุ์ KMUC-52-12 ตัดที่อายุต้น 10 เดือน นำมาตัดเป็นท่อนยาว 20 เซนติเมตร สำหรับปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ปลูกในกระถาง 1 ต้นต่อกระถาง ดินที่ใช้เป็นดินร่วน ให้น้ำเท่ากันทุกทริทเมนต์ ปริมาณ 10 มิลลิเมตรต่อวัน เมื่อครบ 1 เดือน ฟ่นสารฮอร์โมนตามทริทเมนต์ ปรับการให้น้ำตามแผนการทดลอง



ภาพที่ 2 เสียบท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง



ภาพที่ 3 ให้น้ำมันสำปะหลัง



ภาพที่ 4 วัดความชื้นในดิน (%)



ภาพที่ 5 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.วางแผนการทดลอง

แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Randomized Complete Block Design : Factorial in RCBD) มี 10 treatment combinations 5 replications ปลูกทดลองในกระถาง ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มี 2 ปัจจัยได้แก่

ปัจจัยที่ 1 การให้น้ำ

- 1.1 กลุ่มที่ให้น้ำปริมาณ 10 มิลลิเมตรต่อวัน (W)
- 1.2 กลุ่มที่ให้น้ำปริมาณ 3 มิลลิเมตรต่อวัน (D)

ปัจจัยที่ 2 ชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

- 2.1 ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำ (Control)
- 2.2 ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดอะซิดิก ความเข้มข้น 10 mM (A1)
- 2.3 ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดอะซิดิก ความเข้มข้น 20 mM (A2)
- 2.4 ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.05 mM (J1)
- 2.5 ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.1 mM (J2)

3.เก็บข้อมูล

หลังพ่นสารครบ 1, 3, 4 สัปดาห์ มีการวัดความสูงต้นและนับจำนวนใบ ในระยะการเจริญทางลำต้น



ภาพที่ 6 วัดความสูงต้นมันสำปะหลัง



ภาพที่ 7 นับจำนวนใบมันสำปะหลัง

4.การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบการทดลองแบบกลุ่มสมบูรณ์ (factorial in RCBD) หน่วยการทดลองแต่ละกลุ่มจะมีความคล้ายคลึงหรือสม่ำเสมอ แต่จะมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือบล็อก

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ a x b factorial in RCBD

SOV	df	SS	MS	F
Block(Rep.)	r-1	RSS	$RSS/(r-1) = RMS$	RMS/EMS
Treatment	t-1 หรือ ab-1	TSS	$TSS/(t-1) = TMS$	TMS/EMS
A	a-1	A SS	$A SS/(a-1) = A MS$	$A MS/EMS$
B	b-1	B SS	$B SS/(b-1) = B MS$	$B MS/EMS$
AB	(a-1)(b-1)	AB SS	$AB SS/(a-1)(b-1) = AB MS$	$AB MS/EMS$
Error	(t-1)(r-1)	ESS	$ESS/(t-1)(r-1) = EMS$	
Total	tr-1	ToSS		

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

1. สถานที่การทําวิจัย

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตร

2. ระยะเวลาการทําวิจัย

ระยะเวลา มกราคม พ.ศ. 2567 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2567

ผลและวิจารณ์

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ของความสูง และจำนวนใบของมันสำปะหลัง การได้รับน้ำมี 2 ปริมาณ ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 10 มิลลิเมตรต่อวัน (สภาวะได้รับน้ำ: W) และกลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 3 มิลลิเมตรต่อวัน (สภาวะแล้ง: D) และประกอบด้วย 5 กรรมวิธีในการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อชักนำความทนทานต่อสภาวะแล้ง ได้แก่ พันด้วยน้ำ (Control), พันด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ (A1), พันด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ (A2), พันด้วยกรดจัสโมนิก ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ (J1,) พันด้วยกรดจัสโมนิก ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ (J2)

ความสูงของต้นมันสำปะหลังหลังการฉีดพ่นสารที่ 1 3 และ 4 สัปดาห์ ปัจจัยของการได้รับน้ำไม่แตกต่างทางสถิติ ปัจจัยของชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไม่แตกต่างทางสถิติ ปัจจัยทั้งสองนั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

จำนวนใบของมันสำปะหลังหลังการฉีดพ่นสารที่ 1 และ 3 สัปดาห์ ปัจจัยของการได้รับน้ำไม่แตกต่างทางสถิติ ปัจจัยของชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไม่แตกต่างทางสถิติ ปัจจัยทั้งสองนั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

อย่างไรก็ตามจำนวนใบของมันสำปะหลังหลังการฉีดพ่นสารที่ 4 สัปดาห์ ปัจจัยของการได้รับน้ำแตกต่างทางสถิติ ปัจจัยของชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างทางสถิติ แต่ปัจจัยทั้งสองนั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือไม่มีรูปแบบของการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในสภาวะที่ได้รับน้ำปกติ และในสภาวะแล้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ของความสูง และจำนวนใบของ มันสำปะหลัง

ทรีทเมนต์	จำนวนวันหลังพ่นสาร					
	1 สัปดาห์		3 สัปดาห์		4 สัปดาห์	
	ความสูง ต้น	จำนวนใบ	ความสูง ต้น	จำนวนใบ	ความสูง ต้น	จำนวนใบ
น้ำ	ns	ns	ns	ns	ns	*
สาร	ns	ns	ns	ns	ns	*
น้ำ:สาร	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	21.25	26.71	21.86	28.15417	21.55	44.75

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนใบ หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์ พบว่าปัจจัยที่ได้รับน้ำให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบ หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ปัจจัยที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบ หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) แต่ปัจจัยทั้งสองนั้น ไม่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตามบล็อกของการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญสูงมาก แสดงว่าเกิดความแปรปรวนของจำนวนใบในแต่ละบล็อกที่ใช้ด้วย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากเงาของอาคาร โรงเรือนที่ปกคลุมพื้นที่ทดลอง ซึ่งอาจทำให้เกิดการคายระเหยของน้ำที่แตกต่างกันระหว่างบล็อกทดลอง ซึ่งส่งผลต่อจำนวนใบของมันสำปะหลัง

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนใบ หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์

	Df	SS	MS	F	Pr > F
น้ำ	1	74.4	74.42	5.542	0.0241*
สาร	4	189.4	47.35	3.526	0.0158*
บล็อก	4	556.6	139.15	10.363	1.09e-0.5***
น้ำ:สาร	4	128.7	32.17	2.396	0.0684
ความคลาดเคลื่อน	36	483.4	13.43		

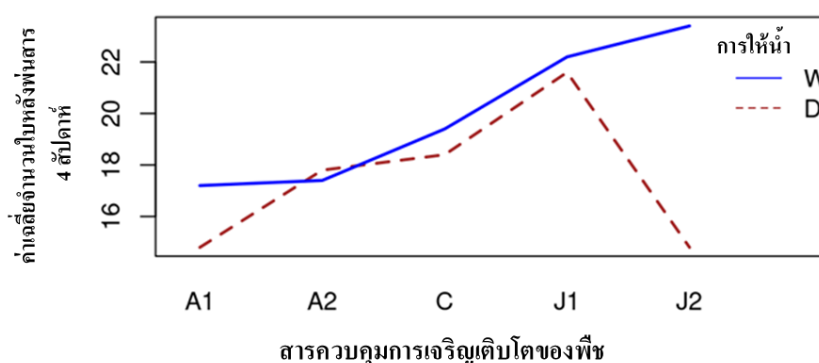
หมายเหตุ * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

*** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 %

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

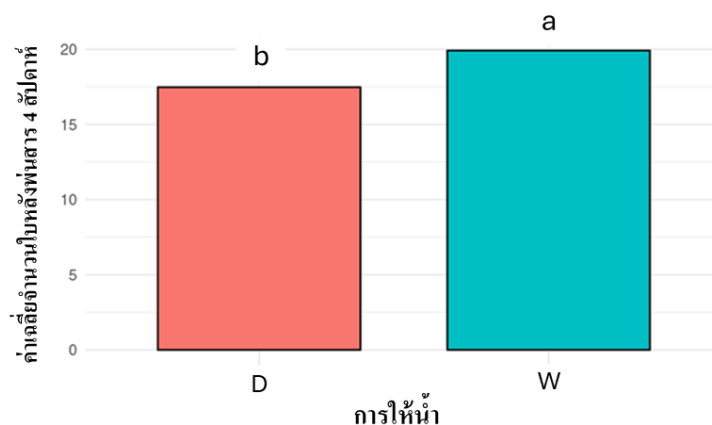
ถึงแม้ว่ากราฟเส้นตรงระหว่างพรีทเมนต์ที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่างชนิดและความเข้มข้นต่อจำนวนใบภายใต้สภาวะได้รับน้ำและสภาวะแล้ง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 8) โดยวิเคราะห์กราฟเส้นตรง ผลการศึกษาพบว่า การฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติกทั้งสองความเข้มข้นมีจำนวนใบของมันสำปะหลังที่น้อยกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำ ทั้งในสภาวะได้รับน้ำ

และสถานะแล้ง การฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนใบที่สูงทั้งสถานะที่ได้รับน้ำและสถานะแล้ง การฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนใบที่สูงในสถานะได้รับน้ำ แต่ในสถานะแล้งมีจำนวนใบร่วงทั้งหมด ซึ่งบ่งชี้ว่าต้นมันสำปะหลังตาย อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติกหรือกรดจัสโมนิกมีจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ของกลุ่มควบคุมที่ฉีดพ่นด้วยน้ำ



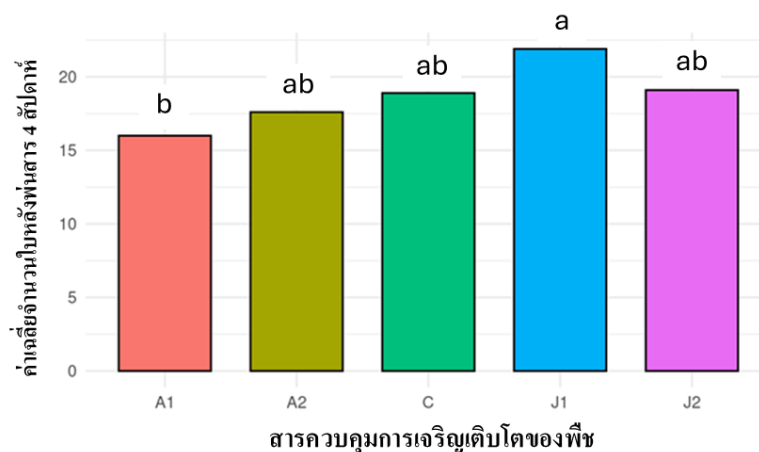
ภาพที่ 8 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีทเมนต์ที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่างชนิดและความเข้มข้นต่อจำนวนใบภายใต้สถานะได้รับน้ำและสถานะแล้ง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์

การศึกษาอิทธิพลของสถานะได้รับน้ำและสถานะแล้งต่อจำนวนใบในมันสำปะหลัง หลังฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 9) โดยวิเคราะห์แผนภูมิแท่ง ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 10 มิลลิเมตร (W) มีจำนวนใบที่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 3 มิลลิเมตร (D) อย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 9 อิทธิพลของสภาวะได้รับน้ำและสภาวะแสงต่อจำนวนใบในมันสำปะหลัง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์

การศึกษาอิทธิพลชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อจำนวนใบในมันสำปะหลัง ทั้งสภาวะที่ได้รับน้ำและสภาวะแสง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 10) โดยใช้การวิเคราะห์แผนภูมิ ผลการศึกษาพบว่าการฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิก ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนใบที่มากกว่าการฉีดพ่นด้วยกรดอะซิดิก ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามยังคงไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ฉีดพ่นด้วยน้ำ



ภาพที่ 10 อิทธิพลชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อจำนวนใบของ
มันสำปะหลัง ทั้งสภาวะได้รับน้ำและสภาวะแล้ง หลังการฉีดพ่นสาร 4 สัปดาห์

ถึงแม้ว่าจะมีรายงานว่าทั้งกรดอะซิดิก (Utsumi et al., 2019) และกรดจัสโมนิก (Wang et al., 2020) ส่งผลต่อการสร้างกรดแอบไซสิกในพืช ซึ่งส่งผลต่อการตอบสนองของพืชต่อสภาวะแล้ง แต่กรดอะซิดิกอาจจะส่งผลกระทบต่อจำนวนใบของมันสำปะหลังทั้งในกลุ่มที่ได้รับน้ำ และกลุ่มที่ขาดน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลกระทบจากกรดแอบไซสิกที่ Zhang et al. (2006) ระบุว่ากรดแอบไซสิกส่งผลต่อการทิ้งใบในพืช ดังนั้นกรดอะซิดิกอาจมีกลไกกระตุ้นการสังเคราะห์กรดแอบไซสิก แม้พืชจะไม่เข้าสู่สภาวะแล้งในขณะที่กรดจัสโมนิกจะส่งผลส่งเสริมให้มันสำปะหลังมีจำนวนใบที่สูงทั้งในกลุ่มที่ได้รับน้ำ และกลุ่มที่ขาดน้ำ อย่างไรก็ตามยังคงไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อได้รับกรดจัสโมนิกในความเข้มข้นที่สูง (ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์) จะส่งผลให้มันสำปะหลังสังเคราะห์กรดแอบไซสิกภายใต้สภาวะแล้ง และทิ้งใบทั้งหมดในที่สุด

สรุปและเสนอแนะ

การฉีดพ่นกรดอะซิติกในใบมันสำปะหลัง ส่งผลให้มันสำปะหลังทิ้งใบจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลกระทบจากกรดแอบไซลิก ถึงแม้จะไม่ได้กระทบต่อสถานะแล้ง การฉีดพ่นกรดจัสโมนิกในใบมันสำปะหลัง ที่ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ มีความเหมาะสมต่อการคงใบของมันสำปะหลังทั้งในสภาวะปกติและสภาวะแล้ง ซึ่งคาดว่าจะยังมีความเข้มข้นไม่มากพอจะกระตุ้นการสร้างกรดแอบไซลิกภายใต้สภาวะแล้ง การทดลองที่ควรเพิ่มเติมในอนาคต คือการวิเคราะห์ปริมาณกรดแอบไซลิกในใบว่าเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ และควรประเมินผลผลิตมันสำปะหลังเมื่อมีการฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อประกอบการระบุชนิดสารและความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการชักนำความทนทานต่อสภาวะแล้งในมันสำปะหลัง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2547. มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชอาหารที่สำคัญของประเทศไทยในเขตร้อน. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2560. มันสำปะหลัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา <http://www3.rdi.ku.ac.th/?tag=มันสำปะหลัง-มหาวิทยาลัย>, 23 มีนาคม 2568.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. มันสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปี 2559. แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/casava/2-59.pdf>, 23 มีนาคม 2568.
- Alves, A.A.C. 2002. Cassava Botany and Physiology. pp 67-89. In. **Cassava: biology, production and utilization**
- Baker, John T., Johnson, James L., & Smith, Robert W. 2000. The effects of water stress on cassava yield. **Field Crops Research**. 69(2): 115-123.
- Chen, J., Wang, Y., Wang, F., Yang, J., Gao, M., Li, C., Liu, Y., Liu, Y., and Zhang, L. 2018. Jasmonic acid enhances drought tolerance in maize by regulating wax and lignin accumulation. **Journal of Plant Growth Regulation**. 37(1): 106-118.
- Huang, Q., Zhang, Y., Peng, Y., Li, Y., Li, X., and Liu, W. 2017. The role of jasmonic acid in maintaining chlorophyll content and leaf function during drought stress. **Environmental and Experimental Botany**. 144: 59-67.
- Jiménez, Manuel, García, Ricardo, & Thompson, Brian P. 2013. The role of root development in drought tolerance of crops. **Plant Science Review**. 28(3): 225-230.
- Krishnan, Subramani S., Krishnan, Thirumalai, & Patel, Rajendra D. 2008. The role of plant growth regulators in drought tolerance. **Plant Growth Regulation**. 56(2): 153-160.
- Li, L., H. Wei, and X. Yang. 2021. Jasmonic acid modulates drought priming and ABA signaling in Wheat. **Plant Physiology and Biochemistry**. 160: 124-131.
- Li, Ming, Liu, Zhong, & Zhang, Xue. 2018. Acetic acid-induced drought tolerance and molecular mechanisms in plants. **Agricultural and Forest Meteorology**. 249: 121-130.

- Liu, X., Zhang, J., Huang, Y., Wang, J., Wang, L., and Li, D. 2021. Jasmonic acid triggers nitrogen fixation and phytoalexin accumulation in legumes under drought conditions. **Plant Biology**. 48(5): 1243-1252.
- Longtunman. 2565. ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกมันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก. แหล่งที่มา <https://www.longtunman.com>, 23 มีนาคม 2568.
- Mickelbart, Michael V., Suttle, John C., & Zhang, Li. 2015. Plant hormone regulation and drought Tolerance. **Plant Cell and Environment**. 38(6): 1146-1157.
- Okogbenin, E., Setter, T. L., Ferguson, M., Mutegi, R., Ceballos, H., Olasanmi, B., & Fregene, M. 2013. Conventional traits measured in drought adaptation studies of cassava and water deficit. **Frontiers in Physiology**. 4: 35.
- Sato, Takashi, Yamaguchi, Masahiro, & Lee, Jin Young 2007. Jasmonic acid and acetic acid effects on cassava under drought stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 55(15): 6011-6016.
- Singh, S., V. Kumar, and P. Sharma. 2019. Role of jasmonic acid in drought stress signaling and tolerance in crops. **Journal of Plant Growth and Development**. 18(2): 135-143.
- Siamrath. 2565. ประเทศไทยใช้มันสำปะหลังในการบริโภคภายในประเทศน้อย. แหล่งที่มา <https://www.siamrath.co.th>, 23 มีนาคม 2568.
- Utsumi, C., Tanaka, M., Ha, C. V., Takahashi, S., Matsui, A., Matsunaga, T. M., Matsunaga, S., Kanno, Y., Seo, M., Okamoto, Y., Moriya, E., & Seki, M. 2019. Acetic acid treatment enhances drought avoidance in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Frontiers in Plant Science**. 10: 521.
- Wang, Q., Li, Y., Zhao, J., Wang, X., and Chen, S. 2019. Jasmonic acid-induced resistance to drought stress in legumes. **Environmental Science and Pollution Research**. 26(5): 4392-4404.
- Wang, X., Li, Q., Xie, J., Huang, M., Cai, J., Zhou, Q., Dai, T., & Jiang, D. 2021. Absciscic acid and jasmonic acid are involved in drought priming-induced tolerance to drought in wheat. **The Crop Journal**. 9(2): 120–132.
- Tan, Hong, Guo, Yujie, & Zhang, Xin. 2020. Effect of exogenous acetic acid on drought resistance in cassava (*Manihot esculenta*). **Plant Science**. 295: 110477.

- Xia, Zhiwei, Chen, Yufeng, & Zhang, Yunjie. 2017. Molecular mechanisms of acetic acid-induced drought tolerance in Arabidopsis. **Journal of Experimental Botany**. 68(3): 665-676.
- Yang, Y., L. Wang, and F. Zhang. 2019. Role of jasmonic acid in enhancing drought resistance in plants. **Frontiers in Plant Science**. 10: 1-14.
- Zhang, Hong, Wang, Zhi, Liu, Qian, & Liu, Jun. 2016. The effects of acetic acid on drought tolerance in plants: A review. **Plant Growth Regulation**. 78(1): 43-56.
- Zhang, M., X. Li, and P. Chen. 2020. Jasmonic acid and its interaction with ABA in drought tolerance of Cassava. **International Journal of Agricultural Sustainability**. 18(2): 145-157.
- Zhou, J., S. Jiang, and C. Wu. 2018. Jasmonic acid regulates the drought tolerance of crops by influencing: ABA synthesis. **Journal of Experimental Botany**. 69(10): 2951-2963.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่าความชื้นในดินหลังการปลูกในช่วงเช้าและเย็น เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของความชื้นภายหลังการลดน้ำในช่วงเช้า และแสดงความสูงของต้นมันสำปะหลัง ภายหลังการพ่นสารในระยะเวลา 1, 3 และ 4 สัปดาห์ ที่มีอิทธิพลมาจากชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช(ปัจจัยสาร) ภายใต้การให้น้ำ(ปัจจัยน้ำ)

บล็อก	ปัจจัยน้ำ	ปัจจัยสาร	ความชื้นในดิน (%)		ความสูงต้นหลังพ่นสาร (เซนติเมตร)		
			เช้า	เย็น	1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์
1	W	C	34.7	35.1	55	55	55
1	D	A2	28.4	25.5	40	45	45
1	D	C	30.8	29.5	35	35	35
1	D	J2	27.5	24	35	45	45
1	W	A1	22.0	22.2	45	45	45
1	D	J1	29.2	30.8	45	50	50
1	W	J1	25.7	21.3	40	50	50
1	W	A2	35.4	34	40	40	40
1	W	J2	38.3	42.3	45	55	50
1	D	A1	30.5	30.3	60	60	60
2	D	J1	32.3	23	55	65	65
2	W	J2	28.2	18.6	45	50	50
2	D	A1	36.7	31.1	40	40	40
2	W	A2	30.4	28.3	45	50	45
2	W	C	26.3	23.7	40	40	40
2	W	A1	31.4	21.5	35	35	35
2	D	J2	29.9	23.5	40	40	40
2	W	J1	32.3	27.5	35	45	45
2	D	C	36.7	26.7	40	45	40
2	D	A2	34.5	27.8	50	50	50

บล็อก	ปัจจัยน้ำ	ปัจจัยสาร	ความชื้นในดิน (%)		ความสูงต้นหลังพ่นสาร (เซนติเมตร)		
			เช้า	เย็น	1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์
3	D	J1	35.9	30.5	35	35	35
3	D	A2	32.6	31	40	40	40
3	W	A2	35.8	29.7	40	45	45
3	W	J2	35.6	30.1	45	50	55
3	D	A1	32.1	27.7	30	30	35
3	W	A1	33.3	27.2	40	40	45
3	D	J2	39.9	32.2	45	45	45
3	W	C	38.9	36	45	45	45
3	W	J1	41.2	34.3	45	50	50
3	D	C	44.8	33.8	40	40	40
4	W	J1	33.4	25.7	55	60	60
4	D	A2	34.6	22.8	40	40	40
4	W	A1	38.8	34.7	40	45	45
4	W	J2	36.9	31.9	40	45	45
4	D	J1	33.9	24	45	45	50
4	W	C	33.3	25.6	40	45	45
4	D	J2	41	38.3	45	45	45
4	D	A1	35.7	28.7	50	50	50
4	W	A2	35.7	26.9	40	40	40
4	D	C	36	28.3	50	50	50
5	D	J1	49.3	40.8	35	35	35
5	D	A1	47.2	38.3	25	30	30
5	W	C	37.8	29.3	20	25	25
5	W	J2	37.8	31.2	25	30	30
5	W	A2	34.1	28.7	25	25	25
5	D	J2	33.8	23.3	30	30	30
5	D	A2	34.8	26.6	25	25	30

บล็อก	ปัจจัยน้ำ	ปัจจัยสาร	ความชื้นในดิน (%)		ความสูงต้นหลังพ่นสาร (เซนติเมตร)		
			เช้า	เย็น	1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์
5	W	J1	30	30.2	35	35	35
5	D	C	36.2	32.6	30	30	25
5	W	A1	48.5	44.7	30	30	30

หมายเหตุ D = กลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 3 มิลลิเมตรต่อวัน

W = กลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 10 มิลลิเมตรต่อวัน

C = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำ (Control)

A1 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

A2 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์

J1 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์

J2 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์

ตารางผนวกที่ 2 แสดงจำนวนใบมันสำปะหลังภายหลังการพ่นสารในระยะเวลา 1, 3 และ 4

สัปดาห์ ที่มีอิทธิพลมาจากชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช(ปัจจัยสาร) ภายใต้การให้น้ำ(ปัจจัยน้ำ)

บล็อก	ปัจจัยน้ำ	ปัจจัยสาร	จำนวนใบหลังพ่นสาร			จำนวนใบเหลือง หลัง 4 สัปดาห์
			1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	
1	W	C	19	25	23	7
1	D	A2	17	18	16	7
1	D	C	19	19	18	8
1	D	J2	14	14	10	10
1	W	A1	18	25	19	9
1	D	J1	24	26	25	25
1	W	J1	25	21	22	22
1	W	A2	25	15	16	11
1	W	J2	22	24	25	10
1	D	A1	21	26	23	6

บล็อก	ปัจจัยน้ำ	ปัจจัยสาร	จำนวนใบหลังพ่นสาร			จำนวนใบเหลือง หลัง 4 สัปดาห์
			1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	
2	D	J1	22	23	29	4
2	W	J2	23	25	27	12
2	D	A1	14	14	14	8
2	W	A2	19	11	20	9
2	W	C	18	18	15	9
2	W	A1	15	14	14	13
2	D	J2	19	19	18	9
2	W	J1	24	23	29	8
2	D	C	19	23	24	7
2	D	A2	21	21	23	7
3	D	J1	17	17	17	7
3	D	A2	17	18	20	7
3	W	A2	17	18	20	11
3	W	J2	23	24	28	8
3	D	A1	15	13	12	6
3	W	A1	18	20	21	9
3	D	J2	17	18	17	7
3	W	C	20	20	22	10
3	W	J1	20	17	18	10
3	D	C	16	16	18	6
4	W	J1	11	25	28	4
4	D	A2	19	17	20	8
4	W	A1	16	19	17	6
4	W	J2	18	20	21	7
4	D	J1	20	19	20	6
4	W	C	25	18	25	10
4	D	J2	22	18	20	9

บล็อก	ปัจจัยน้ำ	ปัจจัยสาร	จำนวนใบหลังพ่นสาร			จำนวนใบเหลือง หลัง 4 สัปดาห์
			1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	
4	D	A1	22	20	18	16
4	W	A2	20	18	19	7
4	D	C	22	23	22	18
5	D	J1	15	15	17	10
5	D	A1	7	7	7	4
5	W	C	8	10	12	7
5	W	J2	12	12	16	8
5	W	A2	13	13	12	13
5	D	J2	8	8	9	9
5	D	A2	11	12	10	9
5	W	J1	12	12	14	8
5	D	C	8	8	10	5
5	W	A1	14	12	15	6

หมายเหตุ D = กลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 3 มิลลิเมตรต่อวัน

W = กลุ่มที่ได้รับน้ำปริมาณ 10 มิลลิเมตรต่อวัน

C = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำ (Control)

A1 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

A2 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์

J1 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์

J2 = ทริทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยกรดจัสโมนิค ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายพิพัฒน์ เจริญธัญญากร
วัน เดือน ปี เกิด	16 พฤษภาคม 2546
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาโรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน ปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-