



ปัญหาพิเศษ

การประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝน
ของประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT

**Evaluation of change in leaf area in dry and rainy season
of cassava population from a cross of C33 x HNT**

นางสาวปัทมพร เกิดฉาย

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

สาขา

..... พืชไร่

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝนของประชากร
มันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่าง C33 x HNT

Evaluation of change in leaf area in dry and rainy season of cassava population from a
cross of C33 x HNT

นามผู้วิจัย นางสาวปัทมพร เกิดฉาย

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัศย์ กงศิลป์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

(..... รองศาสตราจารย์เฉลิมพล ภูมิไชย์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาริชาติ พรหมโชติ, Ph.D.)

วันที่ 5 เดือน เมษายน พ.ศ. 2566

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝน
ของประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT

Evaluation of change in leaf area in dry and rainy season
of cassava population from a cross of C33 x HNT

โดย

ปัทมพร เกิดฉาย

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

ปัทมพร เกิดฉาย พ.ศ. 2565: การประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝนของประชากรมันสำปะหลังจากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัศิณี คงศีล, Ph.D. 30 หน้า

ในฤดูแล้งจะส่งผลให้พืชมีการขาดน้ำและส่งผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งมันสำปะหลังในฤดูฝนและฤดูแล้งมีการตอบสนองที่แตกต่างกัน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝนของประชากรมันสำปะหลังจากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT โดยมีการบันทึกภาพใบมันสำปะหลังของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ในฤดูแล้งของประชากรที่ปลูกโดยเมล็ด และในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ในฤดูฝนของประชากรที่ปลูกโดยท่อนพันธุ์จากแปลงทดสอบพันธุ์ที่ปลูกโดยเมล็ดในรุ่นก่อนหน้า จากนั้นคำนวณหาพื้นที่ใบในโปรแกรม photoshop แล้วจึงหาสหสัมพันธ์ของขนาดใบมันสำปะหลังในสองช่วงฤดู ด้วยโปรแกรม Statistical tool for Agricultural Research (STAR) ผลการศึกษาพบว่าจากการประเมินพื้นที่ใบ พบว่าใบมันสำปะหลังที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝนไม่มีสหสัมพันธ์กัน ซึ่งบ่งชี้ว่ามันสำปะหลังในช่วงฤดูแล้งไม่ได้มีพื้นที่ใบน้อยกว่าในช่วงฤดูฝนเสมอไปในทุกจีโนไทป์ ดังนั้นจึงมีการหาดัชนีทนแล้งของพื้นที่ใบในฤดูแล้งต่อพื้นที่ใบในฤดูฝน ซึ่งถ้าค่าที่ได้สูงกว่า 1 จะบ่งชี้ว่าใบมันสำปะหลังในฤดูแล้งมีพื้นที่ใบสูงกว่าพื้นที่ใบในฤดูฝน ส่งผลให้มีศักยภาพในการตอบสนองต่อสภาวะแล้งมากกว่าจีโนไทป์ที่ดัชนีทนแล้งมีค่าต่ำกว่า 1 ซึ่งจีโนไทป์ที่ผ่านการคัดเลือกจะถูกใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังทนแล้งต่อไป

ปัทมพร เกิดฉาย

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

5 / 04 / 2566

ABSTRACT

Pattamaporn Kerdchay. 2022: Evaluation of change in leaf area in dry and rainy season of cassava population from a cross of C33 x HNT. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: Asst. Prof. Pasajee Kongsil, Ph.D. 30 pages.

In the dry season, water deficit occurs in plants and affects their growth. Cassava in the rainy season and the dry season has different responses. The aim of this study was to evaluate of change in leaf area in dry and rainy season of cassava population from a cross of C33 x HNT. The cassava leaf area was recorded in February 2022 in the dry season of cassava population grown by seed and in August 2022 in the rainy season of cassava population grown by cutting from the previous seedling trial. The leaf area was calculated in Photoshop program. The correlation of the cassava leaf area in the two periods was analyzed using the Statistical Tool for Agricultural Research (STAR). The results showed that the leaf area of plants in the dry season and those the rainy season were not correlated. In other words, cassava plants in the dry season does not always have less leaf area than those in the rainy season in all genotypes. Therefore, the value of leaf area in dry season to those in rainy season was calculated for each genotype. When the value is greater than 1, it suggests that the area of cassava leaves during the dry season is greater than that during the rainy season. This implies that the genotypes with a drought tolerance index of more than 1 have the ability to cope with drought conditions better than the genotypes with a drought tolerance index of less than 1. These selected genotypes will be utilized for further breeding of drought-tolerant cassava.

ปัทมาพร เกียรติสุข

Student's signature

ปัส จงสิล

Special Problem Advisor's signature

5 / 04 / 2566

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ กงศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ แนวคิดที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนงานวิจัยนี้ และให้คำแนะนำที่สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนการตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้เล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและมอบความรู้ อันจะเป็นประโยชน์ในการทำงานและการประกอบอาชีพในอนาคต

ขอขอบคุณพี่ๆ ปรียญาโททุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา สอนเทคนิคต่างๆ รวมถึงการช่วยเหลือตั้งแต่เตรียมอุปกรณ์ใช้ทำงาน เก็บข้อมูล รวมกระทั่งช่วยดูแลและคอยให้คำแนะนำ แก้ไขข้อมูล ตลอดการทดลองนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนแปลงวิจัย รวมถึงโอกาสและประสบการณ์ทั้งจากการทำงานจริงและการทำการศึกษาทดลอง

ท้ายที่สุดนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ น้อง และเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษามาโดยตลอด เป็นกำลังใจอันมีค่าตลอดเวลาให้ข้าพเจ้าอดทน สู้ และฝ่าฟันจนบรรลุผลไปได้ด้วยดี

ปัทมพร เกิดฉาย

เมษายน 2566

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญภาพ	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	12
อุปกรณ์	12
วิธีการ	12
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	18
ผลและวิจารณ์	19
สรุป	24
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	25
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	30

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 การถ่ายภาพไขมันสำปะหลัง	13
2 เข้าโปรแกรม Photoshop	13
3 แทรกรูปภาพที่ถ่ายเข้าโปรแกรม	14
4 เลือก Rectangular Marquee Tool แล้วลากให้ครอบคลุมทั้งใบ	14
5 กดคำสั่ง Select แล้วเลือก Color Range	14
6 ปรับแสงและเงา	15
7 กดคำสั่ง Window แล้วเลือก Histogram	15
8 กดเลือกหมาย ! ที่ขวามือด้านบนแล้วบันทึกตัวเลขพื้นที่ใบที่ Pixels	15
9 บันทึกตัวเลขพื้นที่ใบที่ Pixels และทำเช่นเดียวกับกระดาษที่ติดไว้	16
10 ตัวอย่างไขมันสำปะหลัง (ก) ใบจากต้นที่ 13/5 เดือนกุมภาพันธ์ 2565	17
(ข) ใบจากต้นที่ 13/5 เดือนสิงหาคม 2565 (ค) ใบจากต้นที่ 10/26 เดือนกุมภาพันธ์ 2565	
(ง) ใบจากต้นที่ 10/26 เดือนสิงหาคม 2565	
11 ปริมาณน้ำฝนสะสมต่อเดือนในปีพ.ศ. 2565 ที่สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง	19
ด.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา	

12 การกระจายตัวของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูแล้งที่อายุ 8 เดือน	20
13 การกระจายตัวของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูฝนที่อายุ 3 เดือน	21
14 พื้นที่ใบระหว่างใบมันสำปะหลังที่ฤดูแล้ง อายุ 8 เดือน (แกน x) กับ พื้นที่ใบมันสำปะหลังที่ได้รับน้ำปกติที่อายุ 3 เดือน (แกน Y)	22
15 ดัชนีทอนแล้งของพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT	23

การประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝน ของประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT

Evaluation of change in leaf area in dry and rainy season of cassava population from a cross of C33 x HNT

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในประเทศไทยซึ่งผลผลิตทำรายได้สำคัญให้กับประเทศ เนื่องจากมีความต้องการด้านพืชพลังงานมากขึ้นทำให้มันสำปะหลังเป็นพืชที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุด และพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญอันดับหนึ่งของประเทศ มันสำปะหลังในปีพ.ศ. 2564 มีพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศประมาณ 10,919,014 ไร่ ผลผลิต 35,094,485 ตัน ผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูก 3,214 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม เป็นพืชเขตร้อนที่มีรากสะสมอาหารเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและพลังงานทางเลือก ซึ่งจัดอยู่ในประเภท “พืชที่ทนทานสถานะแล้ง” (Pipatsitee *et al.*, 2019) ในฤดูแล้งสามารถส่งผลให้พืชได้รับความเครียดซึ่งเป็นผลกระทบมาจากฤดูแล้ง ซึ่งผลกระทบที่พืชได้รับจากภัยแล้ง เช่น การร่วงหล่นของใบ ใบเหลือง การเหี่ยวแห้ง ผลผลิตลดลง (Seleiman *et al.*, 2021) และในฤดูฝน ซึ่งน้ำไม่เพียงแต่ช่วยให้เมล็ดงอกและเติบโต แต่ยังช่วยให้พืชที่โตเต็มที่ดูดซับสารอาหารผ่านรากที่ละลายอยู่ในดิน แต่หากพืชมีการได้รับน้ำปริมาณมากเกินไปอาจนำไปสู่การเกิดเชื้อรา ซึ่งหมายถึงการตายของพืช ในทางกลับกัน การได้รับน้ำน้อยเกินไป พืชจะส่งสัญญาณว่าพืชขาดน้ำอาจรวมถึงอาการใบเหี่ยวได้ (Tremblay, 2021) ภัยแล้งถือเป็นหนึ่งในความเครียดทางกายภาพที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของพืช (Shan *et al.*, 2018) ในการศึกษาทางสรีรวิทยาสำหรับอัตราการสังเคราะห์แสง การตอบสนองของปากใบ อัตราการคายน้ำ และการใช้น้ำของมันสำปะหลังบ่งชี้ว่า มันสำปะหลังที่ปลูกในสถานะแล้งจะมีประสิทธิภาพทางสรีรวิทยาเหล่านี้ลดลงอย่างมาก เมื่อเทียบกับมันสำปะหลังที่ได้รับการ

ชลประทานที่ดี (Itani *et al.*, 1999) การขาดน้ำจำกัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ซึ่งจะจำกัดการนำของปากใบ ส่งผลให้การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวนใบ และขนาดใบแต่ละใบ ลดลง นอกจากนี้ยังนำไปสู่การลดการเจริญเติบโตของหน่อ และการลดลงของมวลชีวภาพสดและแห้งตามมา มวลชีวภาพของหัวมันสำปะหลังและรากสามารถลดลงได้ 70% ภายใต้สภาวะขาดน้ำ (Wasonga *et al.*, 2020) Okogbenin *et al.* (2013) ได้มีการรายงานถึง การใช้ความยาวและความกว้างของใบย่อย (leaf lobe) ที่ขยายขนาดเต็มที่ในมันสำปะหลังอายุต่างๆ ทุกเดือน โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่อายุ 3 เดือน จนถึงระยะเก็บเกี่ยวในการบ่งชี้การตอบสนองของสภาวะแล้ง การคำนวณหาพื้นที่ใบของมันสำปะหลังจากคู่ผสม C33 x HNT ในฤดูแล้งและฤดูฝน ซึ่งการวัดพื้นที่ใบที่ทาบกกระดาสลอกกลายเอามาวัดด้วยเครื่อง leaf area meter เป็นวิธีที่ไม่ทำลายเนื้อเยื่อเช่นเดียวกับการวัดความกว้างและความยาวใบย่อย แต่บ่งชี้ถึงขนาดพื้นที่ใบที่แท้จริงได้ดีกว่าการใช้ความกว้างและความยาวของใบย่อย แต่อย่างไรก็ตามต้องใช้เวลานานในการวัด ขณะที่การวัดความกว้างและความยาวใบย่อยตามที่ Okogbenin *et al.* (2013) แนะนำนั้น เป็นวิธีที่มีความรวดเร็วแต่อาจไม่ละเอียดมาก และไม่มีสหสัมพันธ์กับพื้นที่ใบที่หาจากทั้ง leaf area meter และ โปรแกรม photoshop (ธีรภัทร, 2564) งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการถ่ายภาพใบมันสำปะหลังแล้วประเมินพื้นที่ใบด้วยโปรแกรม photoshop ซึ่งจะมีสหสัมพันธ์กับการวัดพื้นที่ใบด้วย leaf area meter (ธีรภัทร, 2564) ซึ่งการประเมินพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะนำข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ตอบสนองต่อสภาวะแล้งได้ดี เพื่อปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีความทนทานสภาวะแล้งต่อไป

วัตถุประสงค์

ประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบในฤดูแล้งและฤดูฝนของประชากรมันสำปะหลังจาก
คู่ผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์
มันสำปะหลังทนแล้งต่อไป

การตรวจเอกสาร

มันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชไม้พุ่มเตี้ยประเภทข้ามปี (perennial shrub) อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นพืชที่หัวสะสมแป้ง มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารหลักชนิดหนึ่งของมนุษย์ โดยถูกจัดให้มีความสำคัญเป็นอันดับสี่ในด้านเป็นแหล่งผลิตอาหารของเขตร้อน และถูกจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญอันดับหกในการเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์โลก (FAO, 1999) มันสำปะหลังสามารถทนทานต่อสภาพดินเค็มและสภาพแห้งแล้ง ดังนั้น พืชนี้เหมาะสำหรับพืชปลูกเพื่อเป็นอาหารยังชีพของมนุษย์ในเขตร้อนถึงแม้ว่ามันสำปะหลังจะเป็นพืชข้ามปี แต่สามารถเก็บเกี่ยวหัวได้ตั้งแต่อายุ 6-24 เดือนหลังปลูก โดยผลผลิตขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมของการปลูก (El-Sharkawy, 1993) ในเขตร้อนชื้นบริเวณที่ลุ่ม สามารถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังตั้งแต่อายุ 6-7 เดือนหลังปลูก ส่วนในเขต sub-tropic ที่มีวันยาว แห้งแล้ง และอากาศเย็น การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต้องยืดอายุถึง 18-24 เดือนหลังปลูก (Cock, 1984)

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นไม้พุ่มยืนต้น มีอายุอยู่ได้หลายปี เป็นพืชอาหารที่ใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต เป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนต่อความแห้งแล้ง (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2015) มันสำปะหลังเป็นพืชที่รากสะสมอาหารในเขตร้อนเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและพลังงานทางเลือก ซึ่งจัดอยู่ในประเภท “พืชที่ทนทานสภาวะแล้ง” (Pipatsitee *et al.*, 2019)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก (root) เป็นเนื้อเยื่อสำคัญในการสะสมแป้งของมันสำปะหลัง รากที่เกิดจากเมล็ดจะมีระบบรากแก้วคล้ายพืชใบเลี้ยงคู่ รากแรกเกิด (radicle) ที่งอกจากเมล็ดจะหยั่งลงดินในแนวดิ่งและพัฒนาเป็นรากแก้ว (taproot) และเป็นแหล่งกำเนิดรากฝอย (adventitious roots) โดยรากฝอยจะแตกแขนงมาจากรากแก้ว รากแก้วและรากฝอยบางส่วนจะพัฒนาไปเป็นหัวทำหน้าที่สะสมแป้ง (storage roots) รากที่เกิดจากท่อนปลูก (stem cutting) จะมีเฉพาะรากฝอยเท่านั้น ในระบบรากฝอยนี้จะมีรากฝอยเพียง 3-10 รากที่พัฒนาไปเป็นหัวเพื่อสะสมแป้ง (Wheatley and Chuzel, 1993)

ลำต้น (stem) มีลักษณะเป็นเนื้อไม้ รูปทรงกระบอก ประกอบด้วยตา (alternating bud) และปล้อง (internode) ลำต้นที่เกิดจากท่อนปลูกอาจมีหลายต้น (primary stems) เนื่องจากมีหลายตาบนท่อนปลูก มันสำปะหลังบางพันธุ์มีของตายอดมาก (strong apical dominance) ก็จะมีเพียงลำต้นเดียว

บนลำต้นหรือกิ่งของมันสำปะหลังจะเห็นรอยหลุ่ของง่ามใบเรียกว่า รอยแผลใบ (leaf scar) ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างง่ามใบกับลำต้นหรือกิ่ง ระยะระหว่างรอยแผลใบ 2 รอยต่อกันเรียกว่าความยาวของชั้น (storey length) ด้านบนเหนือรอยแผลใบจะมีตา (bud) ซึ่งจะงอกเป็นต้นใหม่เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปปลูก (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2015)

ใบ (leaf) ใบมันสำปะหลังเป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วยแผ่นใบ (lamina) และก้านใบ (petiole) ใบจะมีรูปร่างเป็นแฉก (lobe) มีเส้นใบแบบนิ้วมือ (palmated vein) โดยทั่วไป ใบจะมีจำนวนแฉกตั้งแต่ 3-11 แฉก (Rogers and Fleming, 1973) ใบจะเกิดในตำแหน่งเวียนรอบลำต้น มี phyllotaxy เท่ากับ $2/5$ หมายถึงมีจำนวน 5 ใบ ตำแหน่งใบที่เกิดขึ้นเวียนรอบลำต้น 2 รอบ โดยตำแหน่งใบที่ 1 จะอยู่ตรงข้ามกับตำแหน่งใบที่ 6

ใบที่โตเต็มที่ (mature leaves) จะมีหูใบ (stipule) ขนาดยาว 0.5-1.0 เซนติเมตร จำนวน 2 อันซึ่งติดกับลำต้น ความยาวของก้านใบ (petiole) ประมาณ 5-30 เซนติเมตร ผิวใบด้านบน (upper leaf surface) มีลักษณะเป็นมันเงาซึ่งฉาบด้วยขี้ผึ้ง (wax) ปากใบ (stomata) ส่วนมากจะอยู่ด้านล่างของผิวใบ (lower leaf surface) พบปากใบค่อนข้างน้อยมากบริเวณเส้นใบด้านบนของผิวใบ (Cerqueira, 1989)

ดอก (Flower) มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีช่อดอกเป็นแบบ panicle คือมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious plant) แต่แยกกันอยู่คนละดอกในช่อเดียวกัน ช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอดของลำต้นหรือกิ่ง หรืออาจเกิดตรงรอยต่อที่เกิดการแตกกิ่ง

ดอกตัวผู้ (staminate flower) มักเกิดบริเวณส่วนปลายหรือยอดของช่อดอก มีก้านดอก (pedicel) กลีบรองดอก หรือกลีบเลี้ยง (sepal) 5 กลีบ แต่ไม่มีกลีบดอก (petal) ภายในดอกมีเกสรตัวผู้ (stamen) 10 อัน แบ่งเป็น 2 วง ๆ ละ 5 อัน เกสรตัวผู้วงในมีก้านชูเกสรตัวผู้ (filament) สั้นกว่าวงนอก

ดอกตัวเมีย (pistillate flower) มีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ มักเกิดอยู่บริเวณส่วนโคนของช่อดอก ไม่มีกลีบดอก แต่มีกลีบรองดอกหรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ เช่นเดียวกับดอกตัวผู้ ตรงกลางจะเป็นเกสรตัวเมีย (pistil) รังไข่ (ovary) มี 3 carpel ภายในแต่ละ carpel มีไข่ (ovule) อยู่ 1 ใบ ในช่อดอกเดียวกันดอกตัวเมียจะบานก่อนดอกตัวผู้ 7-10 วัน การบานของดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียจะบานในเวลา 11.30-12.30 น.

ผล และเมล็ด (Fruit and Seed) หลังการผสมเกสรแล้ว รังไข่ก็จะเจริญเติบโตขยายใหญ่ กลายเป็นผลแบบ capsule ขนาดโตเต็มที่เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. ยาว 1-1.5 ซม. ภายในมี 3 ช่อง แต่ละช่องมีเมล็ด 1 เมล็ด รูปร่างยาวรี มีสีน้ำตาล และมีลายดำ เมื่อแก่จะแตกดีดเมล็ดกระเด็น ออกไป (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2015)

ระยะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชข้ามปี มีการเปลี่ยนแปลงเจริญเติบโต คือ การสร้างทรงพุ่ม การสะสมแป้ง ในหัว และการชะงักการเจริญเติบโตซึ่งมาจากอุณหภูมิต่ำและการเกิดแล้งยาวนาน การเจริญเติบโตของ มันสำปะหลังในสภาพธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้

1. **ระยะออกรากและแตกใบจากท่อนปลุก (emergence of sprouting)** ระยะนี้อยู่ระหว่าง 0-15 วันหลังปลุก โดยรากฝอยจะงอกออกมาจากรอยตัดของท่อนปลุก หรือออกจากตาของท่อนปลุกที่อยู่ใต้ดินประมาณ 5-7 ส่วนใบจะงอกจากรอยตัดของท่อนปลุกที่อยู่เหนือดิน ประมาณ 10-15 วัน

2. **ระยะเริ่มพัฒนาใบและรากสะสมอาหาร (beginning of leaf development and formation of root system)** ระยะนี้อยู่ระหว่าง 15-90 วันหลังปลุก โดย ใบที่แตกจากท่อนปลุกจะขยายเต็มที่ 30 วัน หลังปลุก ในระยะเวลา 30 วัน การเจริญเติบโตของรากและลำต้นขึ้นอยู่กับอาหารที่สะสมในท่อนปลุก หลังจากนั้นรากจะแผ่กระจายลึกในดิน ประมาณ 40-50 เซนติเมตร เพื่อดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน นอกจากนี้ พบว่า รากฝอยประมาณ 3-14 ราก จะเริ่มขยายใหญ่เพื่อทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารในช่วงอายุ 60-90 วันหลังปลุก

3. **ระยะการพัฒนาลำต้นและใบ (development of stems and leaves)** ระยะนี้อยู่ระหว่าง 90-180 วันหลังปลุก พบว่า ในระยะนี้มีอัตราการเจริญเติบโตทางใบและต้นสูงสุด ในช่วงอายุ 120-150 วันหลัง ปลุก สร้างพื้นที่ใบรับแสงได้มากที่สุด น้ำหนักแห้ง (dry matter) ที่สร้างขึ้นนำไปเก็บสะสมที่ใบและ ต้นมากที่สุด และมีการนำไปสะสมแป้งในหัว

4. ระยะการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตลงหัว (high carbohydrate translocation to roots)

ระยะนี้อยู่ระหว่าง 180-300 วันหลังปลูก พบว่าน้ำหนักแห้ง (dry matter) ที่สร้างขึ้นมาจะไปเก็บสะสมที่ใบและต้นมากที่สุด และมีการนำไปสะสมแป้งที่หัว

5. ระยะพักตัว (dormancy) ระยะนี้อยู่ระหว่าง 300-360 วันหลังปลูก พบว่าการเจริญเติบโต

ของใบและต้นชะงักหรือหยุดนิ่ง เนื่องจากความแปรปรวนของอุณหภูมิและฝน (Lorenzi, 1978)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลัง

สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง เป็นพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ไม่เกิน 2,000 เมตร มีความลาดชันที่เหมาะสมดีไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถปลูกได้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ และสภาพพื้นที่ไม่มีน้ำท่วมขัง

ลักษณะดินที่เหมาะสม มันสำปะหลังสามารถปลูกได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ระบายน้ำดี และดินไม่เค็ม

สภาพภูมิอากาศ มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกในเขตร้อน สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่บางแห่งที่มีปริมาณน้ำฝนต่อปีน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร แต่ถ้าเป็นบริเวณ 500 มิลลิเมตรต่อปี ไม่สามารถปลูกมันสำปะหลังได้ สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมที่สุดต้องมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 1,200-1,500 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 25-29 องศาเซลเซียส เป็นพืชวันสั้นต้องการช่วงแสงวันยาว 12-14 ชั่วโมง

ฤดูปลูก มันสำปะหลังสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่เกษตรกร จะปลูกช่วงต้นฤดูฝน (เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม) ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ และปลูกในช่วงปลายฝนหรือในฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจะปลูกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม การปลูกช่วงต้นฤดูฝนให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าการปลูกในช่วงอื่นๆ แต่ถ้าเป็นดินทรายการปลูกในช่วงฤดูแล้งจะให้ผลผลิตสูงสุด (ปรารธนา และคณะ, 2560)

มันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที

มันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที (HNT) ในประเทศไทยเป็นพันธุ์ที่นิยมนำมาปรุงอาหารโดยการต้ม เนื่องจากมีปริมาณไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์ต่ำ และมีเนื้อสัมผัสเป็นแป้งหลังปรุงสุก อย่างไรก็ตาม พื้นที่ปลูกห่านาทีในประเทศไทยมีประมาณ 148 เฮกตาร์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) เนื่องจากส่วนใหญ่ปลูกในเขตชลประทาน ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งหมดในประเทศไทยที่มี 1.48 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งส่วนใหญ่ปลูกภายใต้สภาพฝนทิ้งช่วง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560). การปลูกพันธุ์ห่านาทีเพื่อบริโภค ในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกจะเป็นสิ่งที่ท้าทายเนื่องจากปริมาณ cyanogenic glucoside ในหัวมันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นภายใต้ภาวะแห้งแล้ง ในขณะที่มีการรายงานว่าผลผลิตของหัวมันลดลง (Chaengsee *et al.*, 2020).

มันสำปะหลังพันธุ์ C33

มันสำปะหลังพันธุ์ C33 มีความสามารถในการต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง (cassava mosaic disease; CMD) พันธุ์ C33 ของประเทศไนจีเรีย และแคเมอรูน ซึ่งมีแหล่งพันธุ์มาจากสถาบันวิจัย International Center for Tropical Agriculture (CIAT) และ International Institute of Tropical Agriculture (IITA) มีเครื่องหมายโมเลกุล CMD1 และ CMD2 และต้นพืชไม่แสดงอาการของโรค แม้จะตรวจพบเชื้อไวรัส (Akano *et al.*, 2002) ชลธิชาและคณะ, (2022) ได้มีการรายงานไว้ในพันธุ์ควบคุม C33 มีค่าเฉลี่ย ความรุนแรงของโรค 1.89 จัดเป็นพันธุ์ต้านทาน (R) แต่ในพันธุ์ควบคุม TME3 มีค่าเฉลี่ย 2.78 จัดเป็นพันธุ์อ่อนแอ (S)

ความเครียดจากภัยแล้ง

ภัยแล้งถือเป็นหนึ่งในความเครียดทางชีวภาพที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของพืช ความเครียดจากการขาดน้ำอาจเพิ่มขึ้นพร้อมกับภาวะ โลกร้อน มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชหลักที่สำคัญเป็นอันดับที่ 6 เป็นพืชหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นพิเศษของ เกษตรกรที่มีทรัพยากรจำกัดในพื้นที่เขตร้อนและกึ่งเขตร้อน (Shan *et al.*, 2018) ในการศึกษาทาง สรีรวิทยาสำหรับอัตราการสังเคราะห์แสง การตอบสนองของปากใบ อัตราการคายน้ำ และการใช้น้ำของพืชในมันสำปะหลังบ่งชี้ว่า มันสำปะหลังที่ปลูกในสภาวะแล้งจะมีประสิทธิภาพทาง สรีรวิทยาเหล่านี้ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับมันสำปะหลังที่ได้รับชลประทานที่ดี (Itani *et al.*, 1999)

การตอบสนองของพืชในฤดูแล้ง แสงแดดแสงเป็นปัจจัยทางภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการ เจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช มีความสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงและกระบวนการที่ สำคัญอื่นๆ ของพืช (Hubbard, 2019) แต่เมื่อเกิดความรุนแรงและความถี่มาก รวมถึงลักษณะของดิน และชนิดพันธุ์พืช สามารถส่งผลให้พืชได้รับความเครียดซึ่งเป็นผลกระทบมาจากฤดูแล้ง (Zoghi *et al.*, 2019) ซึ่งผลกระทบที่พืชได้รับจากภัยแล้ง ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของอัตราการแก่และการร่วงหล่น ของใบ ใบไหม้เกรียมและอ่อนแอ ใบม้วนและเปราะ ดอกปิดและดอกเหี่ยว การร่วงโรย การเหี่ยวแห้ง ความขุ่น การร่วงก่อนกำหนด ผลผลิตลดลง การแก่และใบเหลืองเป็นอาการที่พบได้บ่อยที่สุด ของความเครียดจากภัยแล้งในพืช ในบางกรณี พืชอาจตายภายใต้ความเครียดจากภัยแล้งที่รุนแรง (Seleiman *et al.*, 2021)

การตอบสนองของพืชในฤดูแล้ง ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือน้ำ ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยให้เมลล็ด งอกและเติบโต แต่ยังช่วยให้พืชที่โตเต็มที่ดูดซับสารอาหารผ่านรากที่อยู่ในดิน เมื่อพืชปล่อยน้ำออกจากใบผ่านการคายน้ำ การระเหยของน้ำจะช่วยทำให้พืชเย็นลงและป้องกัน ไม่ให้ร้อนเกินไป ในใบจะพบว่ามีความดันเต่งเพิ่มขึ้นส่งผลให้พืชมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต รวมถึงผลผลิตที่ดี แต่หากพืชมีการได้รับน้ำปริมาณมากเกินไปอาจนำไปสู่การเกิดเชื้อรา ซึ่งหมายถึง การตายของพืช ในทางกลับกันการได้รับน้ำน้อยเกินไป พืชจะส่งสัญญาณว่าพืชขาดน้ำอาจรวมถึง อาการใบสีน้ำตาลหรือเหี่ยว (Tremblay, 2021)

การขาดแคลนน้ำเกิดจากการไม่มีฝนตกหรือเกิดขึ้นน้อย ส่งผลให้ความชื้นในดินต่ำและ ศักยภาพของน้ำต่ำ ในส่วนต่างๆทางอากาศของพืช เช่น ใบและลำต้น (Ristvey *et al.*, 2019) เมื่อเกิด การขาดน้ำส่งผลให้อัตราการสูญเสียน้ำผ่านการคายน้ำออกจากใบจะสูงกว่าอัตราการดูดน้ำผ่านราก ในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง (Goche *et al.*, 2020) รากจะพยายามดูดน้ำให้มากขึ้นผ่านการขยายตัว และในที่สุดพืชก็จะปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำของปากใบเมื่อมีการขาดน้ำ (Martínez-Vilalta *et al.*, 2017) อาการความเครียดจากภัยแล้งทั่วไปในพืช ได้แก่ ใบม้วน พืชสวยงาม ใบเหลือง ใบไหม้ ใบเหี่ยวถาวร (Corso *et al.*, 2020)

แม้ว่าการขาดน้ำจะมีผลเสียต่อประสิทธิภาพของพืช แต่พืชก็มีความสามารถในการ ตอบสนองต่อการขาดน้ำในระดับต่างกัน การเจริญเติบโตของพืชและความพร้อมใช้งานของน้ำมี ความสัมพันธ์กันอย่างมาก เนื่องจากการขยายตัวของเซลล์จะได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำ มากกว่าการแบ่งเซลล์ (Humplík *et al.*, 2017) ภายใต้เงื่อนไขเหล่านี้การเจริญเติบโตของพืชจะถูก ยับยั้ง อันเป็นผลมาจากการลดลงของการขยายผนังเซลล์และแรงดันเต่ง (Seleiman *et al.*, 2019) เมื่อ สภาวะแห้งแล้งรุนแรง การหายใจอาจลดลงเช่นกัน แม้ว่าการหายใจจะเพิ่มขึ้นภายใต้ความเครียด เล็กน้อยก็ตาม (Birami *et al.*, 2018) เพื่อรับมือกับการขาดน้ำ การปรับออสโมติกของพืชที่เครียดจะ รักษาไว้โดยการเพิ่มปริมาณน้ำตาลที่รากและใบ และมีการสังเกตการเจริญเติบโตของรากที่ค่อนข้าง มากกว่าเมื่อเทียบกับหน่อในพืชที่เผชิญกับความเครียดจากภัยแล้งในอดีต (Miranda *et al.* , 2020)

มันสำปะหลังอนุรักษ์น้ำภายใต้ความเครียดที่เพิ่มขึ้น โดยลดการรับแสงของพืช ซึ่งทำได้ โดยลดเรือนยอดใบ จำกัดการสร้างใบใหม่บนต้น การลดลงของพื้นที่ใบให้มีขนาดเล็กลง การเหี่ยว ของใบ (heliotropic response) และการร่วงของใบ และแม้ว่าการลดลงของพื้นที่ใบจะช่วยรักษาน้ำ แต่ก็นำไปสู่การลดลงของมวลชีวภาพและผลผลิตรวม (Okogbenin *et al.*, 2013)

การหาพื้นที่ใบในโปรแกรม Photoshop

Kapetch, *et al.* (2011) ได้เสนอวิธีการ “หาพื้นที่ใบจากภาพถ่ายดิจิทัลโดยไม่มีการทำลายใบและวิเคราะห์หาพื้นที่โดยใช้โปรแกรม photoshop cs3 พบว่าขนาดของความละเอียดของภาพและระยะห่างของกล้องกับวัตถุไม่มีผลต่อการคำนวณค่าพื้นที่ใบและเสนอแนะว่าการถ่ายภาพควรให้กล้องตั้งฉากกับวัตถุมากที่สุด” การหาพื้นที่ใบมันสำปะหลังจากภาพถ่าย โดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3 สามารถทำได้อย่างแม่นยำและใกล้เคียง และเป็นวิธีการที่ทำได้โดยง่าย สะดวก แล้วสามารถนำไปใช้ทดแทนเครื่องวัดพื้นที่ใบได้ ซึ่งหากไม่ต้องการทำลายใบพืช พบว่าพื้นที่ของใบมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์กับผลคูณระหว่างความกว้างและความยาวของใบมันสำปะหลัง ซึ่งหากทราบความกว้างและความยาวของใบสามารถนำมาคำนวณหาพื้นที่ใบมันสำปะหลังได้ และจากการทดลองหาพื้นที่ใบของมันสำปะหลัง (ธีรภัทร, 2021)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. มันท้าปะหลังจากคู่ผสมระหว่าง C33 x HNT
 - 1.1 เมล็ดพันธุ์
 - 1.2 ท่อนพันธุ์
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน
 - 1.1 พิวเจอร์บอร์ดสีดำ
 - 1.2 โทรศัพท์ถ่ายภาพ
3. โปรแกรม Adobe Photoshop cs3 2022
4. โปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)

วิธีการ

1. การปลูกมันท้าปะหลัง

1.1) เพาะเมล็ดลูกผสม F_1 ของปี 2563 และย้ายปลูกในแปลงทดสอบโดยใช้ทั้งเมล็ด cross และ reciprocal cross ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ห่านาที (HNT) และพันธุ์ C33 ได้แก่

- 1) คู่ผสมระหว่าง HNT x C33 จำนวน 70 เมล็ด
- 2) คู่ผสมระหว่าง C33 x HNT จำนวน 215 เมล็ด

เพาะเมล็ดลงในถุงพลาสติก โดยใช้ดินผสมขุยมะพร้าว อัตรา 1:1 วางไว้กลางแจ้ง รดน้ำอย่างสม่ำเสมอทุกวัน ประมาณ 1-2 เดือน (พ.ค.- ก.ค. 64) ต้นกล้าสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร จึงย้ายนำปลูกลงแปลงทดสอบเดือนกรกฎาคม 64 ขุดหลุมปลูก แต่ละหลุมห่างกันที่ระยะ 2 x 1 เมตร นำต้นกล้าวางลงในหลุม กลับดินหลังปลูก และปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์ check (HB90) ดูแลรักษา และกำจัดวัชพืช พันสารควบคุมวัชพืชทันทีหลังปลูก และเมื่ออายุ 1-2 เดือนหลังปลูกกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนโดยใช้จอบและไถ่ปุ๋ย 1 ครั้ง สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม ทั้งนี้ตลอดฤดูปลูกกำจัดวัชพืชไม่น้อยกว่า 2 ครั้งตามความเหมาะสม และขุดเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 10 เดือนหลังปลูกลงแปลงทดสอบ (พ.ค. 65)

1.2) นำท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกจากเมล็ดมาปลูกแบบแถวเดี่ยว จำนวน 258 แถว ในเดือนพฤษภาคม 265 ด้วยระยะปลูก 1 x 1 ตารางเมตร

2. การเก็บข้อมูล

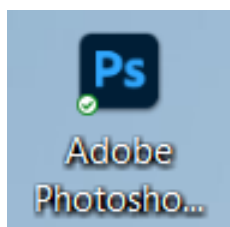
ถ่ายภาพใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ที่ปลูกด้วยเมล็ดอายุ 8 เดือน และที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์อายุ 3 เดือน จำนวน 3 ซ้ำ โดยรองด้วยฟิวเจอร์บอร์ดสีดำที่มีการติดกระดาษสีเหลี่ยมขนาด $2 \times 2 \text{ cm}^2$



ภาพที่ 1 การถ่ายภาพใบมันสำปะหลัง

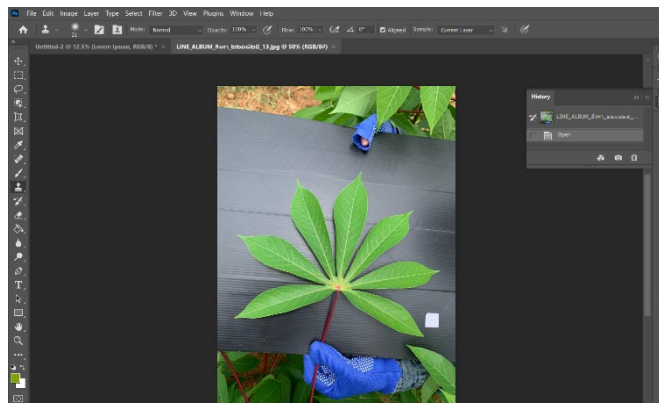
3. การคำนวณค่าพื้นที่ใบ

3.1) การหาพื้นที่ใบด้วยโปรแกรม Photoshop

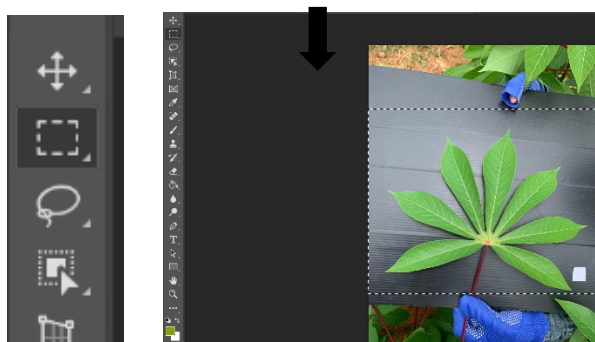


ภาพที่ 2 เข้าโปรแกรม Photoshop

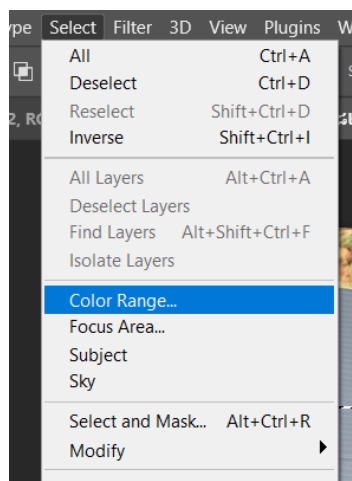




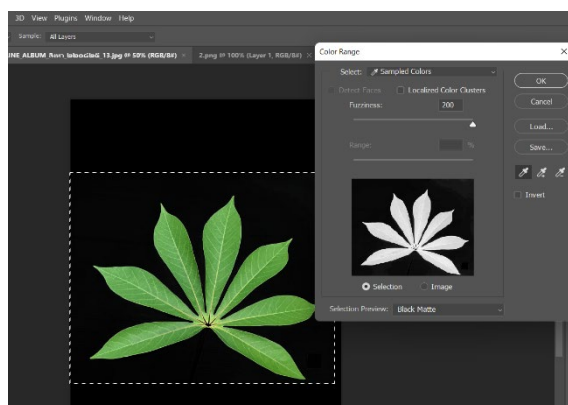
ภาพที่ 3 แทรกรูปภาพที่ถ่ายเข้าโปรแกรม



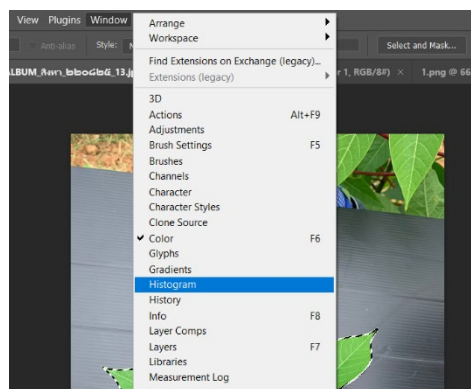
ภาพที่ 4 เลือก Rectangular Marquee Tool แล้วลากให้ครอบคลุมใบ



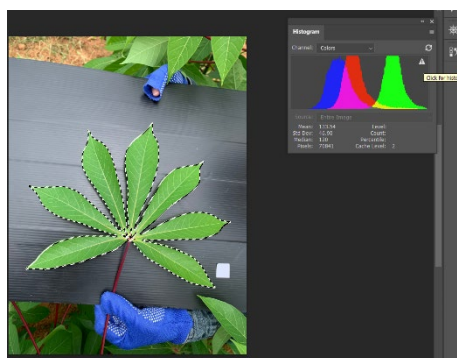
ภาพที่ 5 กดคำสั่ง Select แล้วเลือก Color Range



ภาพที่ 6 ปรับแสงและเงา

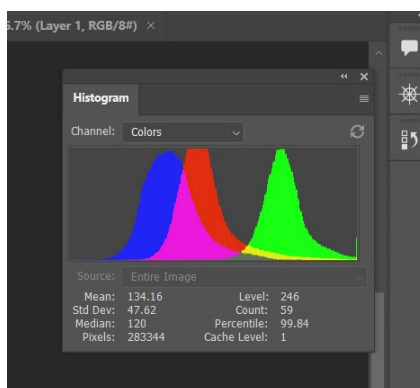


ภาพที่ 7 กดคำสั่ง Window แล้วเลือก Histogram



ภาพที่ 8 กดเลือกหมาย ! ที่ขวามือด้านบน
แล้วบันทึกตัวเลขพื้นที่ไปที่ Pixels





ภาพที่ 9 บันทึกตัวเลขพื้นที่ใบที่ Pixels และทำเช่นเดียวกับกระดาษที่ติดไว้

3.2) คำนวณค่าพื้นที่ใบในสูตร

$$\frac{4 \times \text{pixel ของใบ}}{\text{pixel ของกระดาษ}}$$

4. คำนวณสหสัมพันธ์ระหว่างขนาดใบ

หาสหสัมพันธ์ระหว่างขนาดใบด้วย Pearson's correlation จากค่าที่ได้ด้วยโปรแกรม Statistical tool for Agricultural research (STAR)

5. การคำนวณดัชนีทนแล้ง

การคำนวณดัชนีทนแล้ง หรือ Drought index (DI) ใช้ได้ดังสมการที่ 1 (Fischer *et al.*, 1983)

$$\frac{\text{yield (stress)}}{\text{yield (non-stress)}} \quad \text{---} \quad \boxed{1}$$

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการวัดดัชนีทนแล้งด้วยพื้นที่ใบ ได้ดังสมการที่ 2

$$\frac{\text{leaf area (stress)}}{\text{leaf area (non-stress)}} = \boxed{2}$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีทนแล้ง

$$\begin{aligned} \text{ใบจากต้นที่ 13/5} &= \frac{41.5}{318.17} \\ &= 0.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ใบจากต้นที่ 10/26} &= \frac{285.43}{323.33} \\ &= 0.88 \end{aligned}$$



(ก)

ก.พ. 65



(ข)

ส.ค. 65



(ค)

ก.พ. 65



(ง)

ส.ค. 65

ภาพที่ 10 ตัวอย่างใบมันสำปะหลัง

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

1. สถานที่การทําวิจัย

สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา

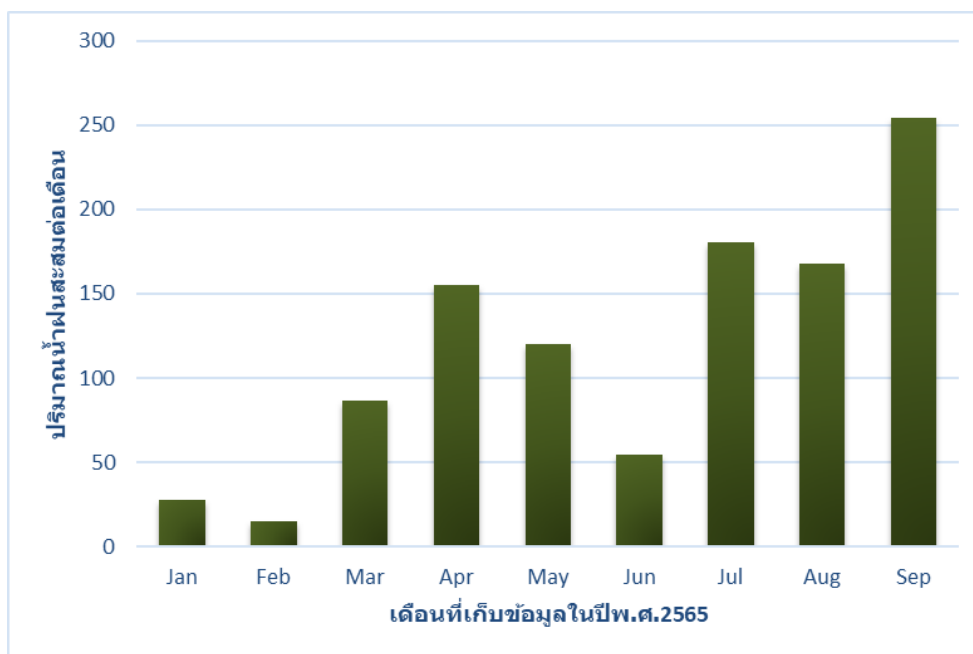
2. ระยะเวลาการทําวิจัย

ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2565 ถึงเดือนสิงหาคม 2565

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำฝนสะสมต่อเดือน

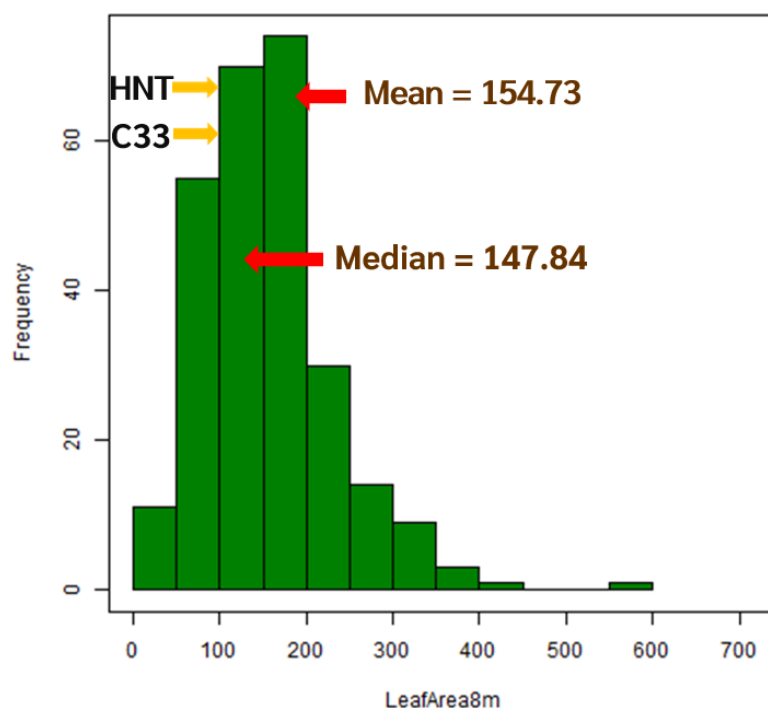
การเก็บข้อมูลในฤดูแล้งและฤดูฝน ในปีพ.ศ.2565 ได้ดำเนินการในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนสิงหาคม เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์มีปริมาณน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร/เดือน ส่งผลให้เกิดภาวะแล้งในแปลงปลูก ในขณะที่ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 150 มิลลิเมตร/เดือน ส่งผลให้มันสำปะหลังไม่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ (ภาพที่ 1) การเก็บข้อมูลพื้นที่ใบมันสำปะหลังอายุ 8 เดือนในเดือนกุมภาพันธ์อยู่ในระยะสะสมคาร์โบไฮเดรตลงหัวเป็นระยะมันสำปะหลังที่ปลูกต้นฝนจะได้รับผลกระทบต่อสภาวะขาดน้ำในฤดูแล้ง ซึ่งส่งผลให้มันสำปะหลังมีการทิ้งใบ และมีพื้นที่ใบลดลง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลพื้นที่ใบในระยะนี้เปรียบเทียบกับพื้นที่ใบของมันสำปะหลังอายุ 3 เดือน ซึ่งเก็บข้อมูลในเดือนสิงหาคม เนื่องจากเป็นช่วงที่พืชไม่ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำในฤดูแล้ง อีกทั้งระยะดังกล่าวเป็นช่วงการเจริญเติบโตทางต้นและใบ จึงทำให้ขนาดของใบที่เก็บข้อมูลในระยะนี้ใช้บ่งชี้ขนาดของใบที่ขยายได้สูงสุดตามศักยภาพของพันธุ์กรรม



ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำฝนสะสมต่อเดือนในปีพ.ศ. 2565 ที่สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง ต.หัวบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา

2. การกระจายตัวพื้นที่ใบในฤดูแล้งของประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT

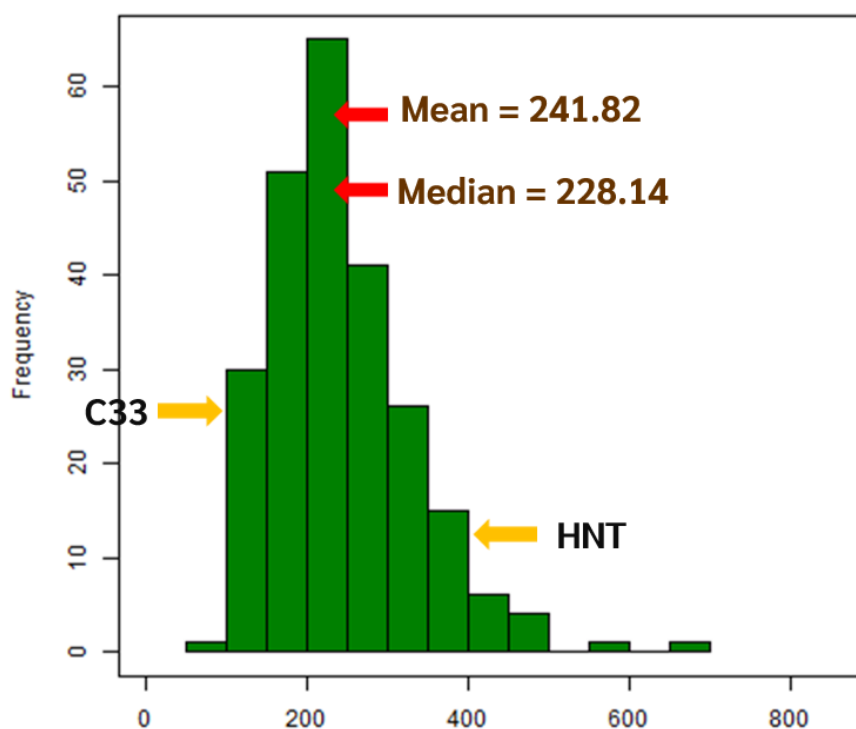
มันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูแล้งที่อายุ 8 เดือนมีพื้นที่ใบเฉลี่ย 154.73 ตร.ซม. ค่ากลาง 147.84 ตร.ซม. จากการกระจายตัวนี้ไม่ใช่การกระจายตัวแบบปกติ เนื่องจากค่าเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าค่ากลาง ซึ่งบ่งชี้ว่าประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT มีพื้นที่ใบในฤดูแล้งค่อนข้างต่ำ ซึ่งพันธุ์ C33 และพันธุ์ HNT มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบช่วง 100-150 ตร.ซม. และพันธุ์ HNT มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบช่วง 100-150 ตร.ซม. (ภาพที่12)



ภาพที่ 12 การกระจายตัวของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูแล้งที่อายุ 8 เดือน

3. การกระจายตัวพื้นที่ใบในฤดูฝนของประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT

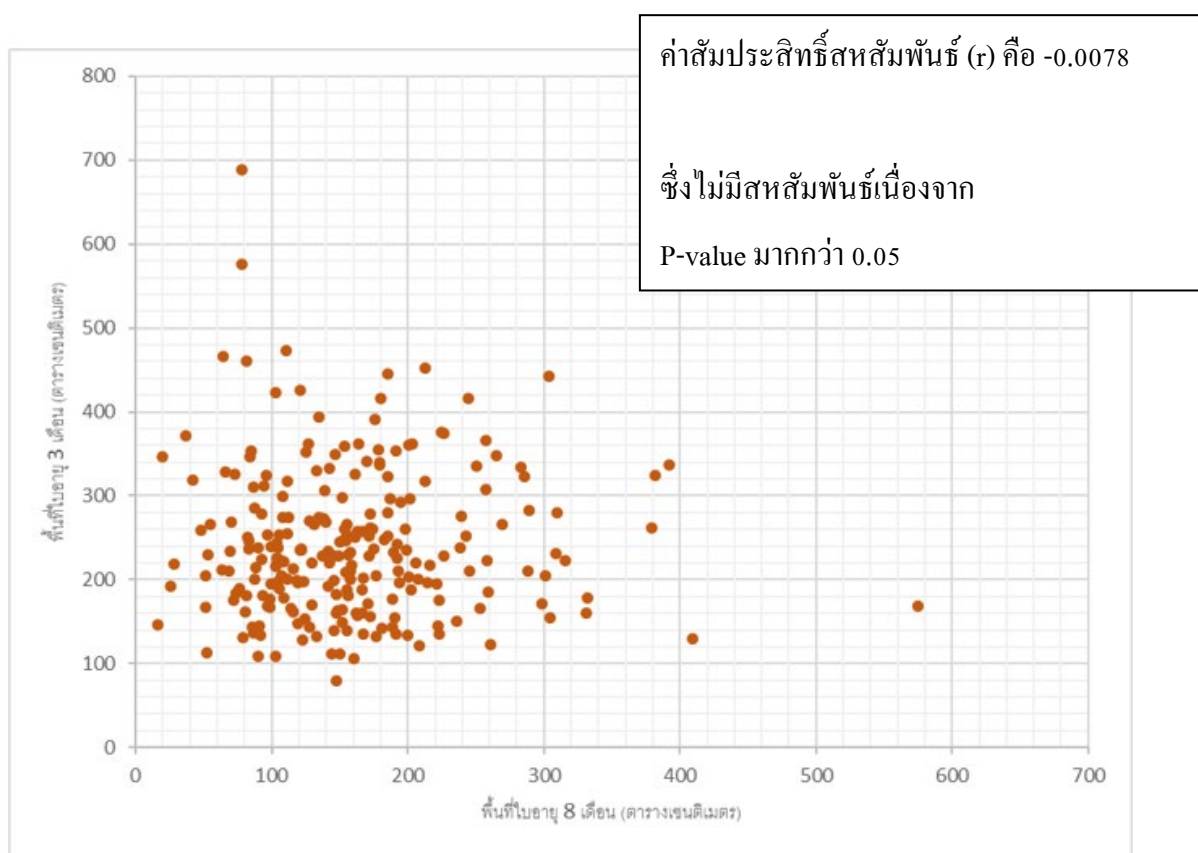
มันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูฝนที่อายุ 3 เดือนมีพื้นที่ใบเฉลี่ย (Mean) 241.82 ตร.ซม. ค่ากลาง (Median) 228.14 ตร.ซม. จากการกระจายตัวนี้ไม่ใช่การกระจายตัวแบบปกติ เนื่องจากค่าเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าค่ากลาง ซึ่งบ่งชี้ว่าประชากรมันสำปะหลังจากกลุ่มผสมระหว่างพันธุ์ C33 x HNT มีพื้นที่ใบในฤดูแล้งค่อนข้างต่ำ ซึ่งพันธุ์ C33 มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบช่วง 100-150 ตร.ซม. และพันธุ์ HNT มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบช่วง ช่วง 350-400 ตร.ซม. (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 การกระจายตัวของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูฝนที่อายุ 3 เดือน

4. สหสัมพันธ์ระหว่างขนาดใบ

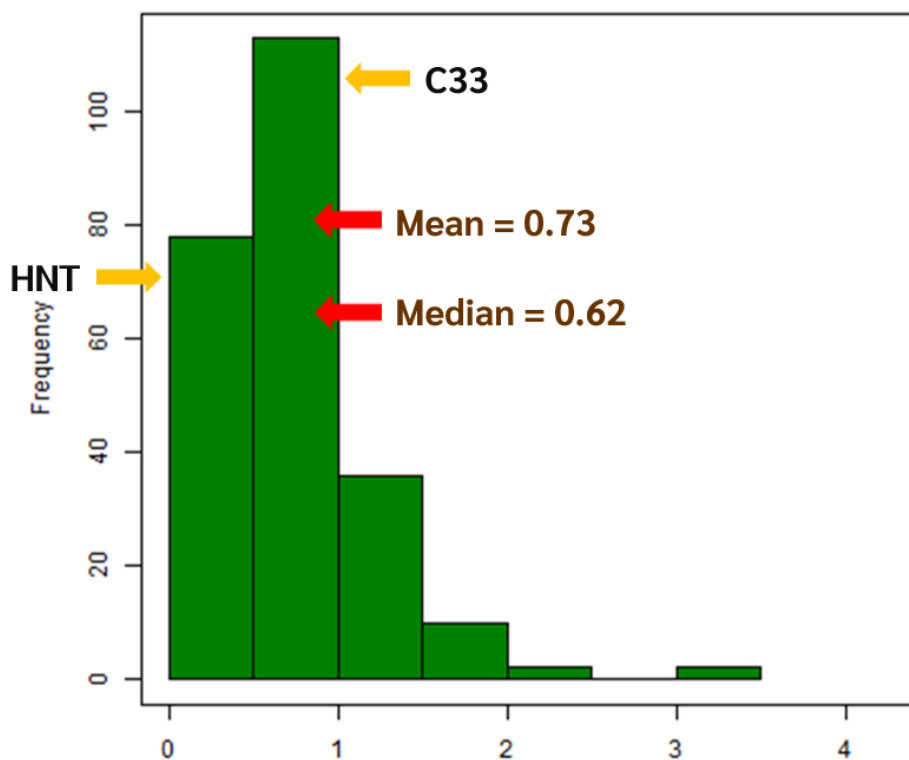
ขนาดพื้นที่ใบมันสำปะหลังในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่มีสหสัมพันธ์กัน ส่งผลให้ถูกผสมมันสำปะหลังระหว่างพันธุ์ C33 x HNT มีความแปรปรวนสูง ซึ่งมันสำปะหลังในช่วงฤดูแล้งไม่ได้มีพื้นที่ใบน้อยกว่าในฤดูฝนในทุกจีโนไทป์ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 พื้นที่ใบระหว่างใบมันสำปะหลังที่ฤดูแล้ง อายุ 8 เดือน (แกน x) กับ พื้นที่ใบมันปะหลังที่ได้รับน้ำปกติที่อายุ 3 เดือน (แกน Y)

5. ค่าเฉลี่ยดัชนีทนแล้ง

ในการหาดัชนีทนแล้ง ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1 สามารถสรุปได้ว่าใบมันปะหลังที่ปลูกใน 2 ถาด มีความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบไม่แตกต่างกัน หรือหากค่าเกิน 1 แสดงว่ามีพื้นที่ใบในถาดแล้งมากกว่าในถาดฝน ซึ่งบ่งชี้ว่าใบมีศักยภาพในการทนแล้งได้ดี แต่ถ้าค่าอัตราส่วนพื้นที่ใบที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 1 สามารถสรุปได้ว่าใบมันสำปะหลังที่ปลูกใน 2 ถาด มีพื้นที่ใบในถาดแล้งน้อยกว่าในถาดฝน บ่งชี้ว่าใบมีศักยภาพการทนแล้งต่ำ โดยมันสำปะหลัง C33 x HNT มีค่าเฉลี่ยดัชนีทนแล้ง 0.73 ค่ากลาง 0.62 พันธุ์ C33 มีค่าเฉลี่ยดัชนีทนแล้งช่วง 0.5-1 และพันธุ์ HNT มีค่าเฉลี่ยดัชนีทนแล้ง 0-0.5 (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 ดัชนีทนแล้งของพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT

สรุป

พื้นที่ใบมันสำปะหลังที่ปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้งไม่มีสหสัมพันธ์กัน ดังนั้นมีอัตราการลดลงและเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบที่แตกต่างกันในแต่ละจีโนไทป์ ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ในฤดูแล้งที่อายุ 8 เดือน มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมันสำปะหลังในฤดูฝนที่อายุ 3 เดือน และในพันธุ์ C33 มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบในฤดูแล้งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบในฤดูฝนเล็กน้อย ส่วนในพันธุ์ HNT มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบในฤดูแล้งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบในฤดูฝนมาก

ดัชนีการทนแล้งของพื้นที่ใบมันสำปะหลัง C33 x HNT ที่มีค่ามากกว่า 1 ทำให้มีความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบไม่น้อยลงในสภาวะแล้ง บ่งชี้ถึงการตอบสนองต่อสภาวะแล้งได้ดี โดยมีมันสำปะหลังที่มีค่าดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 จำนวน 50 จีโนไทป์ และในพันธุ์ C33 มีความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบต่ำกว่าพันธุ์ HNT

ทั้งนี้ขอเสนอแนะว่า มันสำปะหลังที่ประเมินสองช่วงเวลาเป็นมันสำปะหลังที่ปลูกจากเมล็ดและท่อนพันธุ์ ตามลำดับ ดังนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนของการตอบสนองต่อสภาวะแล้งในระบบรากของมันสำปะหลังที่ปลูกด้วยเมล็ด ดังนั้นจึงควรเปรียบเทียบข้อมูลมันสำปะหลังที่ปลูกในรอบเดียวกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ชลธิชา รักไกร, ธิดาวรรณ ชมเดช, วานิช คำพานิช, พรรณีภา เป็ชัยศรี, คณัฏ ชัยเรือนแก้ว และ
 ภูวนารถ มณีโชติ. 2022. การประเมินความต้านทานของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้าจาก
 ประเทศไนจีเรียต่อเชื้อ Sri Lankan Cassava Mosaic Virus สาเหตุโรคใบด่างมันสำปะหลัง
 ในสภาพโรงเรือน. วารสารวิชาการเกษตร. 40 (3).
- ธีรภัทร บุตรราช. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวใบต่อพื้นที่ใบมันสำปะหลัง.
 กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรารธนา ปลอดดี, ศิริขวัญ ภู่นา และ บุญรัตน์ หมอกมัว. 2560. แนวทางการประเมินกำลังของดิน
 สำหรับปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา. กรมพัฒนาที่ดิน.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2015. งานวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลัง
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=17849>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. มันสำปะหลังโรงงาน. แหล่งที่มา
<http://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดมันสำปะหลัง/TH-TH>
- Akano, A.O., A.G.O. Dixon, C. Mba, E. Barrera and M. Fregene. 2002. Genetic mapping of a
 dominant gene conferring resistance to cassava mosaic disease. Theor. Appl. Genet.
 105: 521–525.
- Birami B., Gattmann M., Heyer A.G., Grote R., Arneth A., Ruehr N.K. Heat waves alter carbon
 allocation and increase mortality of Aleppo pine under dry conditions. **Front. For. Glob.
 Chang. Front.** 2018(1): 8.

- Cerqueira, Y.M. 1989. Efeito da deficiencia de agua na anatomia foliar de cultivares de mandioca(*Manihot esculenta* Crantz). M.Sc. Thesis, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Alrnas, Brazil.
- Chaengseea, P., Kongsila, P., Siriwongb, N., Kittipadakula, P., Piyachomkwanc, K., & Petchpoung, K. 2020. Potential yield and cyanogenic glucoside content of cassava root and pasting properties of starch and flour from cassava Hanatee var. and breeding lines grown under rain-fed condition. **Agr. Nat. Resour.** 54 (2020) 237–244.
- Cock, J.H. 1984. Cassava, pp. 529-549. In P.R. Goldsworthy and N.M.Fisher (eds.). *The Physiology of Tropical Field Crops*. John Wiley and Sons, Chichester.
- Corso D., Delzon S., Lamarque L.J., Cochard H., Torres-Ruiz J.M., King A., Brodribb T. Neither xylem collapse, cavitation, or changing leaf conductance drive stomatal closure in wheat. **Plant Cell Env.** 2020(43): 854–865.
- El-Sharkawy, M.A. 1993. Drought-tolerant cassava for Africa. Asia and Latin America. **Bio.Sci.** 43 : 441-451.
- FAO. 1999. Crop and production and domain. แหล่งที่มา www.apps.fao.org.
- Goche T., Shargie N.G., Cummins I., Brown A.P., Chivasa S., Ngara R. Comparative physiological and root proteome analyses of two sorghum varieties responding to water limitation. **Sci. Rep.** 2020(10): 1–18.
- Hubbard. P.T. 2019. How Too Much Rain Affects Your Garden. แหล่งที่มา <https://extension.psu.edu/how-too-much-rain-affects-yourgarden#:~:text=Too%20much%20water%2C%20however%2C%20injures,nitrogen%20is%20vital%20for%20photosynthesis.>

- Humplík J.F., Bergougnoux V., Van Volkenburgh E. To stimulate or inhibit? That is the question for the function of abscisic acid. **Trends Plant Sci.** 2017(22): 830–841.
- Itani J, Oda T, Numao T (1999). Studies on mechanisms of dehydration postponement in cassava leaves under short-term soil water deficit. **Plant Production Science.** 2(3): 184-189.
- Kapetch, P. Pakdeethai, C. and Sarawat, V. 2011. Estimation of leaf area using digital image. **Khon Kaen Agr.J.** 39: 392-397.
- Lorenzi, J.O. 1978. Absorcao de macronutrientes e acumulacao de materia seca para dua cultivares de mandioca. M. Sc. Thesis, Universidade de sao Paulo, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, Brazil. 92 p.
- Martínez-Vilalta J., Garcia-Forner N. Water potential regulation, stomatal behaviour and hydraulic transport under drought: Deconstructing the iso/anisohydric concept. **Plant Cell Env.** 2017(40): 962–976.
- Miranda M.T., Da Silva S.F., Silveira N.M., Pereira L., Machado E.C., Ribeiro R.V. Root Osmotic Adjustment and Stomatal Control of Leaf Gas Exchange are Dependent on Citrus Rootstocks Under Water Deficit. **J. Plant Growth Regul.** 2020(285): 1–9.
- Okogbenin, E., Setter, T.L., Ferguson, M., Mutegi, R., Ceballos, H., Olanmi, B., & Fregene, M. 2013. Phenotypic approaches to drought in cassava: **Review. Frontiers in Physiology**, 2013(4):4.
- Pipatsitee, P., Eiumnoh, A., Praseartkul, P., Ponganan, N., Taota, K., Kongpugdee, S., Sakullereungroj, K., & Cha-um, S. 2019. Non-Destructive Leaf Area Estimation Model for Overall Growth Performances in Relation to Yield Attributes of Cassava (*Manihot esculenta* Cranz) under Water Deficit Conditions. **Not Bot Horti Agrobi.** 47(3):580-591.

- Ristvey A.G., Belayneh B.E., Lea-Cox J.D. A Comparison of irrigation-water containment methods and management strategies between two ornamental production systems to minimize water security threats. **Water**. 2019(11): 2558.
- Seleiman M.F., Kheir A.M. Saline soil properties, quality and productivity of wheat grown with bagasse ash and thiourea in different climatic zones. **Chemosphere**.2018(193): 538–546.
- Seleiman M.F., Refay Y., Al-Suhaibani N., Al-Ashkar I., El-Hendawy S., Hafez E.M. Integrative effects of rice-straw biochar and silicon on oil and seed quality, yield and physiological traits of *Helianthus annuus* L. grown under water deficit stress. **Agronomy**.2019(9): 637.
- Seleiman, M.F., Suhaibani, N.A., Nawab, A., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Haleem, H., Wajid, A., & Battaglia, M.L. 2021. Drought Stress Impacts on Plants and Different Approaches to Alleviate Its Adverse Effects. **Plants (Basel)**. 10(2): 259.
- Shan, Z., Luo, X., Wei, M., Huang, T., Khan, A., & Zhu, Y. 2018. Physiological and proteomic analysis on long-term drought resistance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Scientific Reports**. 8,17982 (2018).
- Tremblay, S., M.Sc. Molecular Biology and Genetics. The Effects of Rain Water on Plants.
แหล่งที่มา <https://sciencing.com/the-effects-of-rain-water-on-plants-12390760.html>
- Wasonga, D.O., Kleemola, J., Alakukku, L., & Mäkelä, P. S.A. 2020. Growth Response of Cassava to Deficit Irrigation and Potassium Fertigation during the Early Growth Phase. **Agronomy**. 10(3): 321.

Wheatley, C.C. and G. Chuzel. 1993. **Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition Academic Press, Diego, California.** In R. Macrae, R.K. Robinson and M.J. Sadler (eds). หน้า 734-743.

Zoghi Z., Hosseini S.M., Kouchaksaraei M.T., Kooch Y., Guidi L. The effect of biochar amendment on the growth, morphology and physiology of *Quercus castaneifolia* seedlings under water-deficit stress. **Eur. J. For. Res.** 2019; 138:967–979.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	ปัทมพร เกิดฉาย
วัน เดือน ปี เกิด	15 สิงหาคม 2543
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2 การนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคโปสเตอร์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์เกษตร ประจำปี การศึกษา 2565
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-