



ปัญหาพิเศษ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมัน
ลำปะหลังกับระดับความต้านทานโรคใบด่างมันลำปะหลัง

Linear Regression Analysis between Cyanide Content in Leaf and
Cassava Mosaic Disease Resistance

นางสาววิภาลักษณ์ พูมา

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

.....
วิทยาศาสตร์เกษตร

.....
พืชไร่

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังกับระดับ
ความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง

Linear Regression Analysis between Cyanide Content in Leaf and Cassava Mosaic
Disease Resistance

นามผู้วิจัย นางสาววิภาลักษณ์ ฟูมา

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

.....
ศาสตราจารย์ ดร. กงศิลป์, Ph.D.

(.....
รองศาสตราจารย์ กงศิลป์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

.....
รองศาสตราจารย์ เจริญพร ภูมิไชย, Ph.D.

(.....
รองศาสตราจารย์ เจริญพร ภูมิไชย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชาดิ พรหมโชติ, Ph.D.

(.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชาดิ พรหมโชติ, Ph.D.)

วันที่ 12 เดือน เมษายน พ.ศ. 2567

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังกับระดับความ
ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง

Linear Regression Analysis between Cyanide Content in Leaf and Cassava Mosaic Disease
Resistance

โดย

นางสาววิภาลักษณ์ ฟูมา

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

นางสาววิภาลักษณ์ พุ่มา 2566 : การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไขมันในไขมันลำปะหลังกับระดับความต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลัง. สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่ฯ อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ภัคจิ คงศีล, Ph.D. 28 หน้า

โรคเบาหวานลำปะหลังส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังอย่างมาก ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีความต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลัง มันสำปะหลังมีสารไขมันในเนื้อเยื่อไขมันซึ่งจะสร้างไขมันในลำปะหลังได้ ซึ่งมีมากในใบ มีรายงานความสัมพันธ์ของปริมาณไขมันในใบต่อการตายของแมลงหีวขาว ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงศึกษาการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไขมันในไขมันลำปะหลังกับระดับความต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลัง ในพื้นที่ที่มีการระบาดของแมลงหีวขาวที่เป็นพาหะของโรคเบาหวานลำปะหลัง โดยศึกษาจากกลุ่มลูกผสมมันสำปะหลังระหว่างพันธุ์ห่านาฮี (HNT) กับพันธุ์ C33 จำนวน 20 สายพันธุ์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลัง (R) กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นใบที่แสดงอาการของโรคเบาหวานลำปะหลัง (S+) และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรคและเป็นใบที่ไม่แสดงอาการของโรคเบาหวานลำปะหลัง (S-) จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไขมันในไขมันในไขมันลำปะหลังอาจจะมีอิทธิพลบางส่วนต่อการต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลัง ซึ่งมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้น แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดที่ต่ำ ทำให้ไม่สามารถใช้สมการเชิงเส้นในการทำนายระดับความต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลังจากปริมาณไขมันในไขมันได้

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, ไขมัน, ความต้านทานโรคเบาหวานลำปะหลัง, การถดถอยเชิงเส้น

วิภาลักษณ์ พุ่มา

ลายมือชื่อนิสิต

ภัคจิ คงศีล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

31 / 03 / 2567

ABSTRACT

Wipaluk Fooma 2023: Linear Regression Analysis between Cyanide Content in Leaf and Cassava Mosaic Disease Resistance. Agricultural Science, Department of Agronomy. Associate Professor Pasajee Kongsil, Ph.D. 28 pages.

Cassava mosaic disease causes a severe reduction in cassava growth and yield. It is necessary to breed cassava for cassava mosaic disease resistance. Cassava is the plant containing cyanogenic glucoside which can be transformed into cyanide. There was a report that cyanide affected on whitefly mortality. Therefore, the objective of this research was to study the linear regression between cyanide content in cassava leaves and cassava mosaic disease resistance in the area of high disease pressure due to whitefly population, in a total of 20 cassava lines from the cross of Hanatee (HNT) and the C33 variety, were analyzed. These hybrids were categorized into 3 distinct categories. Group 1 consisted of genotypes that exhibited resistance to cassava mosaic disease (R). Group 2 consisted of lines that are susceptible to disease and exhibit visible symptoms of cassava mosaic disease (S+), while group 3 comprised lines that are also susceptible to the disease but do not display any symptoms (S-). The experiment's findings indicated that the cyanide content in cassava leaves potentially affects the mechanism of resistance to cassava mosaic disease exhibiting a linear regression. However, its coefficient of determination is insignificant. This makes it impossible to use a linear equation to predict the level of resistance to cassava mosaic disease from the amount of cyanide in the leaves.

Keywords: cassava, cyanide, cassava mosaic disease resistance, linear regression

Wipaluk Fooma

Student's signature

Pasajee Kongsil

Special Problem Advisor's signature

31 / 03 / 2567

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ภคจิ คงศีล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ช่วยสอน และแนะนำอย่างเอาใจใส่ในการทำวิจัยครั้งนี้ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล ภูมิไชย อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วมที่ช่วยให้คำแนะนำในการวิจัย และนางสาวสุกานดา เกิดดี รวมถึงมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทยที่สนับสนุนทุนในการวิจัยนี้ด้วยค่ะ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่านที่ได้สอนและชี้แนะสิ่งที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้และสำหรับใช้ต่อไปในอนาคต

นางสาววิภาลักษณ์ ฟูมา

มีนาคม 2567

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
อุปกรณ์	8
วิธีการ	8
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	9
ผลและวิจารณ์	10
สรุป	16
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	17
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	19

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังในแต่ละกลุ่มลูกผสมมันสำปะหลัง กลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทาน โรคใบด่างมันสำปะหลัง (R) กลุ่มสายพันธุ์ที่ ไม่ต้านทานโรค และเป็นใบที่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S+) และกลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรคและเป็นใบที่ไม่แสดงอาการของ โรคใบด่างมันสำปะหลัง (S-)	10
ตารางที่ 2 ปริมาณไซยาไนด์ในใบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) พันธุ์ C33 พันธุ์ HB100 และพันธุ์ห่า นาที ที่อายุ 4 เดือน และ 8 เดือนหลังปลูก	11

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของมันสำปะหลัง	3
ภาพที่ 2 การกระจายตัวของปริมาณไนโตรเจนในใบมันสำปะหลังและระดับความรุนแรง ของโรคใบด่างที่ 4 เดือนหลังปลูก (หน่วยของปริมาณไนโตรเจนในใบ- เป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด)	12
ภาพที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนในใบมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก	12
ภาพที่ 4 การกระจายตัวของปริมาณไนโตรเจนในใบมันสำปะหลังและระดับความรุนแรง ของโรคใบด่างที่ 8 เดือนหลังปลูก (หน่วยของปริมาณไนโตรเจนในใบเป็นมิลลิ- กรัมต่อน้ำหนักสด)	13
ภาพที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนในใบมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก	14

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังกับระดับความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง

Linear Regression Analysis between Cyanide Content in Leaf and Cassava Mosaic Disease Resistance

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวที่สำคัญของโลก เป็นอาหารหลักที่สำคัญในกลุ่มประเทศแอฟริกาประมาณ 70 ล้านคน รับประทานมันสำปะหลังเป็นอาหารหลักและได้รับพลังงานมากกว่า 500 แคลอรีต่อวัน ที่สำคัญมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยและหลายประเทศทั่วโลก เป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน นำไปใช้ได้ทั้งโรงงานอุตสาหกรรม และเป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ ซึ่งใน พ.ศ.2556 ไทยเป็นประเทศผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย รวมถึงมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่ส่งออกเป็นอันดับ 1 ของไทย (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2564) แต่ปัญหาโรคใบด่างมันสำปะหลังทำให้ผลผลิตลดลง 40-80% พบการระบาดในพื้นที่ 32 จังหวัด รวมจำนวน 210,522.8 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.225 ของพื้นที่ปลูก (ข้อมูล ณ วันที่ 17 มกราคม 2567) (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2567)

โรคใบด่างมันสำปะหลัง หรือ Cassava mosaic disease (CMD) เกิดจากเชื้อไวรัส Cassava mosaic virus จัดอยู่ในสกุล Begomovirus วงศ์ Geminiviridae รายงานครั้งแรกในทวีปแอฟริกาโดยสายพันธุ์ African cassava mosaic virus (ACMV) ปัจจุบันโรค ใบด่างมันสำปะหลังมีรายงานทั้งหมด 11 สายพันธุ์ ซึ่ง สายพันธุ์ Sri Lankan cassava mosaic virus (SLCMV) ก่อให้เกิดโรคในประเทศไทย และประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ราชอาณาจักรกัมพูชา และสาธารณรัฐสังคมนิยม เวียดนาม) การแพร่ระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง สามารถถ่ายทอดผ่านทางแมลงหมีขาวยาสูบ (Whitefly; *Bemisia tabaci* (Gennadius) Hemiptera: Aleyrodidae) ซึ่งเป็นการถ่ายทอดไวรัสแบบ persistent และท่อนพันธุ์ที่เป็นโรค จะพบอาการของโรคใบด่างในมันสำปะหลัง คือ ใบด่างเหลือง ใบ เสียวรูปทรง ลดรูป และยอดที่แตกใหม่จะมีลักษณะอาการด่าง ลำต้นแคระแกร็น เจริญเติบโตช้า ทำให้การสร้างหัวมันสำปะหลังลดลง (วันวิสา, 2020)

พันธุ์มันสำปะหลังที่ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังมีความจำเป็นสำหรับปลูกในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบด่างอย่างรุนแรง ซึ่งมีรายงานว่าพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์สูงจะส่งผลต่อประชากรแมลงหมีขาว ซึ่งเป็นพาหะนำไวรัสของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (Bellotti *et al.*, 2005)

โดยสมมติฐานของงานวิจัยนี้คือ มันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์สูงจะมีความต้านทานต่อโรคใบด่างมันสำปะหลังเนื่องจากทนทานต่อการเข้าทำลายโดยแมลงหมีขาว ดังนั้นการวิจัยนี้จะศึกษาความสัมพันธ์

ถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมันมันสำปะหลังต่อระดับความรุนแรงของโรคใบด่างมัน
สำปะหลัง

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังกับระดับความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง
- 2) เพื่อประเมินความเหมาะสมในการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นในการทำนายระดับความต้านทานโรคใบด่างจากปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลัง

การตรวจเอกสาร

1. ข้อมูลทั่วไปของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปในภาษาอังกฤษว่า แคสซาวา (Cassava) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 7-8 ล้านไร่ และ ปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในพื้นที่ 1 ไร่ จะมีผลผลิตใบมันสำปะหลังสดประมาณ 600 กิโลกรัมต่อไร่ หรือจะมีใบมันสำปะหลังสดประมาณ 4-5 ล้านตันต่อปี ใบมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้ หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสำปะหลัง ส่วนประกอบของต้นมันสำปะหลังเป็นส่วนต้น 44 เปอร์เซ็นต์ ส่วน หัวมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ และส่วนใบ 6 เปอร์เซ็นต์ ใบมันสำปะหลังสดทั่วไปมี ความชื้นอยู่สูงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558)

อนุกรมวิธานของมันสำปะหลัง

การจัดหมวดหมู่ของมันสำปะหลัง มีดังนี้

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



ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของมันสำปะหลัง

2. พันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทยสามารถจำแนกตามลักษณะของปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

2.1. ชนิดหวาน (Sweet Type)

เป็นมันสำปะหลังที่มีกรดไฮโดรไซยานิกต่ำ ไม่มีรสขมใช้เพื่อการบริโภคของมนุษย์ มีทั้งชนิดเนื้อร่วนนุ่ม และชนิดเนื้อแน่น เหนียว แต่มีจำนวนน้อย (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครสวรรค์, 2564)

2.2. ชนิดขม (Bitter Type)

เป็นมันสำปะหลังที่มีกรดไฮโดรไซยานิกสูง เป็นพิษ และมีรสขม ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์ หรือใช้ห้วมันสำปะหลังเลี้ยงสัตว์โดยตรง แต่จะใช้สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ เช่น แป้งมัน มันอัดเม็ด และแอลกอฮอล์ เนื่องจากมีปริมาณแป้งสูง มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชนิดขม ใช้สำหรับใช้ในอุตสาหกรรม (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครสวรรค์, 2564)

3. ระดับความเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิกในมันสำปะหลัง

ในปัจจุบันยังไม่มีจรรยาบรรณถึงพันธุ์มันสำปะหลังที่ปราศจากกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) โดยทั่วไปปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในห้วมันสำปะหลังมีตั้งแต่ 14-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม Bruijn(1971); กล้านรงค์และเกื้อกูล (2542) ได้แบ่งระดับความเป็นพิษเป็น 3 กลุ่มดังนี้

3.1. กลุ่มที่ไม่มีพิษ (innocuous) คือห้วมันสำปะหลังที่มีปริมาณไฮโดรไซยานิกอยู่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมห้วมันสำปะหลังที่ปอกเปลือก

3.2. กลุ่มที่มีพิษปานกลาง (moderately poisonous) คือห้วมันสำปะหลังที่มีปริมาณไฮโดรไซยานิกอยู่ตั้งแต่ 50-100 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมห้วมันสำปะหลังที่ปอกเปลือก

3.3. กลุ่มที่มีพิษอันตราย (dangerous poisonous) คือห้วมันสำปะหลังที่มีปริมาณไฮโดรไซยานิก อยู่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมห้วมันสำปะหลังปอกเปลือก

4. พันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองนี้

4.1. พันธุ์ห่านาที (HNT)

เป็นพันธุ์มันสำปะหลังชนิดหวานที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกต่ำ ทนทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง (CMD) นิยมปลูกเพื่อรับประทานสดหรือแปรรูปเป็นอาหาร เช่น เชื่อม ย่าง เผา (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครสวรรค์, 2564)

4.2. พันธุ์ C33

เป็นพันธุ์มันสำปะหลังชนิดขมที่มีปริมาณแป้งสูง ทนทานต่อโรคใบด่างมันสำปะหลัง (CMD) ได้ดี นำเข้าเชื้อพันธุ์กรรมมันสำปะหลังลูกผสมต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังจาก International Center for Tropical Agriculture (CIAT) เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ เช่น แป้งมัน มันเส้น มันอัดเม็ด และแอลกอฮอล์ (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครสวรรค์, 2564)

4.3. พันธุ์ HB100

เป็นพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้รับการพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีจุดเด่น คือให้ผลผลิตสูง แป้งสูง ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง ทนแล้ง และเหมาะกับดินหลากหลายประเภท เหมาะสำหรับแปรรูปเป็นแป้งมันเส้น

5. ระยะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

Alves (2002) ได้ศึกษาระยะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง แบ่งออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่

5.1. ระยะแตกตา ช่วงอายุ 5-15 วัน

5.2. ระยะสร้างเนื้อเยื่อใบและราก ช่วงอายุ 15 วันถึง 3 เดือน ซึ่งในหนึ่งเดือนแรกนี้ เนื่องจากเนื้อเยื่อใบยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในระยะนี้จึงมีไ้จากการสังเคราะห์แสง แต่มมาจากอาหารสะสมในส่วนของท่านพันธุ์มันสำปะหลังเอง และช่วงที่ 2-3 เดือน จะเริ่มมีการสะสมแป้งในราก

5.3. ระยะการเจริญเติบโตทางต้นและใบ ช่วงอายุ 3-6 เดือน ซึ่งช่วง 4-5 เดือน มันสำปะหลังจะมีพื้นที่ที่สังเคราะห์แสงได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด และการสะสมแป้งที่รากก็ยังคงดำเนินควบคู่กันไป

5.4. ระยะสะสมอาหารที่หัว ช่วงอายุ 6-10 เดือน เนื่องจากไม่มีการเจริญเติบโตทางต้นเพิ่มมากนัก ต้นเริ่มสะสมกลินิน ทำให้แข็งแรงมากขึ้น ใบล่างบางส่วนจะร่วงเพื่อลดการสูญเสีย น้ำ อัตราการสะสมอาหารที่รากในระยะนี้จะเพิ่มมากขึ้น

5.5. ระยะพักตัว ช่วง 10-12 เดือน ซึ่งจะมีผลผลิตที่คงที่ ดังนั้นจึงมีคำแนะนำให้มันสำปะหลังได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ในช่วง 5 เดือนแรกหลังปลูก เพื่อให้เกิดการเจริญเติบโตทางต้นที่เพียงพอสำหรับการสะสมอาหารในฤดูแล้ง

6. โรคใบด่างมันสำปะหลัง (Cassava mosaic virus disease, CMD)

เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสในสกุล *Begomovirus* อาการจะเห็นได้ชัดเจนที่ส่วนยอดและใบ โดยจะแสดงการเกิดอาการใบด่าง ใบหงิกงอ เสียรูปทรง และลำต้นแคระแกร็น ส่วนหัวมันจะมีขนาดเล็กกว่าต้นมันสำปะหลังปกติ สำหรับทวีปเอเชียพบรายงานการระบาดของ เชื้อไวรัส 2 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *Indian cassava mosaic virus* (ICMV) พบรายงานระบาดในประเทศอินเดีย และ เชื้อ *Sri Lankan cassava mosaic virus* (SLCMV) พบรายงานการระบาดในประเทศศรีลังกา อินเดีย จีน เวียดนาม กัมพูชา รวมถึงประเทศไทยด้วย (วันวิสา, 2020)

การแพร่ระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลังเกิดได้จากการนำท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่เป็นโรคมานปลูก ทำให้ต้นมันสำปะหลังที่ออกมาใหม่เป็นโรค ประกอบกับในแปลงปลูกในสำปะหลังมีแมลงหีวขาวยาสูบซึ่งเป็นพาหะที่ดูดกินน้ำเลี้ยงต้นมันสำปะหลังที่เป็นโรคไปสู่ต้นมันสำปะหลังปกติ จึงทำให้ต้นปกติเป็นโรค โดยในแปลงมันสำปะหลังมักจะพบการเกิดโรคทั้งที่มาจากท่อนพันธุ์และที่เกิดโรคจากแมลงหีวขาวยาสูบ (กรมวิชาการเกษตร, 2563)

6.1. ลักษณะอาการบนยอด ส่วนของยอดอ่อนหรือยอดที่เกิดขึ้นใหม่จะแสดงอาการต่างเขียวอ่อนหรือเหลือง สลับเขียวเข้ม มีขนาดริ้วเล็ก หักงอ และเสีรูปทรง

6.2. ลักษณะอาการบนใบ ส่วนใบที่ถดถลงมาจากยอดหรือใบแก่จะพบอาการต่างเขียวอ่อนหรือเหลือง สลับเขียวเข้ม หักงอ และเสีรูปทรง

7. ลักษณะการเกิดโรคที่มีเชื้อไวรัสติดมากับท่อนพันธุ์หรือส่วนของเหง้า

ลักษณะการเกิดโรคที่ติดมากับท่อนพันธุ์จะเกิดขึ้นเป็นแหล่ง ๆ ตามที่ท่อนพันธุ์นั้นปลูกอยู่ในแปลง โดยทั่วไปแล้วถ้าหากเป็นการติดเชื้อที่ติดมากับท่อนพันธุ์จะแสดงอาการใบด่างทั้งต้น ส่วนต้นมันสำปะหลังจะมีลักษณะแคระแกร็นหรือต้นจะเตี้ยกว่ามันสำปะหลังปกติ แต่บริเวณลำต้นจะไม่แสดงอาการของโรคให้เห็น (กรมวิชาการเกษตร, 2563)

7.1. อาการบนยอดหรือส่วนที่งอกใหม่ ยอดและใบที่แตกหรือเกิดมาใหม่จะแสดงอาการใบด่างสีเขียวเข้ม สลับเขียวอ่อน หรือสีเขียวสลับสีเหลือง ใบหักงอ และเสีรูปทรงตั้งแต่เริ่มงอก

7.2. อาการบนใบแก่และลำต้น ใบมันสำปะหลังที่ถดถลงมาจากปลายยอดจะแสดงอาการต่างหรือ เหลือง สลับเขียวเข้ม ซึ่งอาการใบด่างจะเห็นได้ชัดทุกใบทั่วทั้งลำต้น และต้นมันที่เป็นโรคจะแคระแกร็นกว่าต้นมันปกติ

8. ลักษณะการเกิดโรคที่มีแมลงหีวขาวยาสูบเป็นพาหะ

ลักษณะการแพร่ระบาดที่เกิดจากแมลงหีวขาวยาสูบมักจะเป็นการแพร่ลูกหลานจากจุดที่มีต้นเป็นโรคออกไปเป็นบริเวณกว้าง หรือถ้าหากแมลงหีวขาวยาสูบบินมาจากแปลงข้างเคียงก็มักจะเกิดการแพร่จากขอบแปลงเข้าสู่กลางแปลง หากมันสำปะหลังได้รับเชื้อช่วงอายุน้อย หรือ 1-2 เดือน จะเห็นอาการต่างในใบล่าง คล้ายกับการเกิดโรคจากท่อนพันธุ์ แต่ถ้าหากติดในระยะ 5-6 เดือนหรือลงหัวแล้ว อาการมักจะเห็นแค่ส่วนยอดและใบล่างถดถลงมาจากยอด จะไม่พบอาการใบด่างทั่วทั้งต้น ส่วนต้นมันสำปะหลังจะมีลักษณะแคระแกร็น หรือต้นจะเตี้ยกว่ามันสำปะหลังปกติ บริเวณลำต้นจะไม่แสดงอาการของโรคให้เห็น (กรมวิชาการเกษตร, 2563)

8.1. อาการในต้นมันสำปะหลังที่ยังเล็ก หลังจากที่ดินมันสำปะหลังได้รับเชื้อจากแมลงหีวขาวประมาณ 2-3 สัปดาห์ การพัฒนาการของโรคจะเริ่มจากใบยอดแสดงอาการซีด หรืออาการต่าง จากนั้นใบล่างที่ถดถลงมาจากยอดจึงจะแสดงอาการใบด่าง

8.2. อาการในต้นมันสำปะหลังที่ลงหัวแล้วหรืออายุมาก การพัฒนาการของโรคจะคล้ายกับต้นมันสำปะหลังที่ยังเล็ก โดยหลังจากที่ต้นมันสำปะหลังได้รับเชื้อจากแมลงหีวขาว ใบยอดจะเริ่มแสดงอาการซีด หรือต่างจากนั้นใบล่างที่ถัดลงมาจากยอดจึงจะแสดงอาการใบด่าง

9. ปริมาณไซยาไนด์ที่ส่งผลต่อแมลงหีวขาว

Bellotti (2001) กล่าวว่า แมลงหีวขาวมีความไวต่อไซยาไนด์ ไซยาไนด์เป็นสารพิษที่พบในหัวและใบมันสำปะหลัง พันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์สูง จะสามารถต้านทานแมลงหีวขาวได้ดีกว่า แมลงหีวขาวมีอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นเมื่อสัมผัสกับไซยาไนด์ พบว่า แมลงหีวขาวมีอัตราการตาย 50% (LD50) ที่ 25 ppm ของไซยาไนด์

อย่างไรก็ตาม ปริมาณไซยาไนด์ที่ส่งผลต่อแมลงหีวขาวนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น สายพันธุ์ของแมลงหีวขาว อายุของแมลงหีวขาว ระยะเวลาที่สัมผัสกับไซยาไนด์ และสภาพแวดล้อม

Ravindran (1988) กล่าวว่า ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังที่มีรสหวาน (985 – 1197 ppm db) ต่ำกว่าปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังที่มีรสขม (1155 – 1479 ppm db) และในใบมันสำปะหลังที่มีรสขมมาก (1469 – 1988 ppm db) และตำแหน่งใบที่แตกต่างกัน จะแสดงถึงปริมาณของไซยาไนด์ที่แตกต่างกันของใบที่มีอายุน้อยที่สุดบริเวณปลายยอด (ตำแหน่งบน) และใบที่มีลักษณะแก่กว่า (ตำแหน่งล่าง) สรุปคือใบอ่อนมีปริมาณไซยาไนด์สูงกว่าใบแก่

อย่างไรก็ตาม ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลัง อาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม และวิธีการเก็บเกี่ยว

El-Sharkawy (2008) กล่าวว่า ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังพันธุ์ต่าง ๆ มีปริมาณไซยาไนด์อยู่ในช่วงระหว่าง 100 ถึง 1,500 ppm โดยพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์สูงที่สุดคือพันธุ์ HMC1 และพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำสุดคือพันธุ์ MC01 22

พิมภักและจิรารัตน์ (2565) กล่าวว่ามันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพความแห้งแล้งมีปริมาณไซยาไนด์สูงกว่ามันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำเพียงพอ

สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่าความแห้งแล้งกระตุ้นให้มันสำปะหลังผลิตสารไซยาไนด์เพื่อเป็นกลไกในการป้องกันตัวเองจากสภาวะเครียด แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมสามารถส่งผลต่อปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลังได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ลูกผสมมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- 1.1 ลูกผสมมันสำปะหลังพันธุ์ C33 x พันธุ์ห่านาฮี (HNT) และพันธุ์ห่านาฮี x C33
- 1.2 พันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ C33 HNT และ HB100

2. วัสดุและอุปกรณ์

- 2.1 อุปกรณ์บันทึกข้อมูล
- 2.2 เครื่องวัด Spectrophotometer
- 2.3 cork borer เบอร์ 6 (สำหรับเจาะใบ) เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร
- 2.4 อุปกรณ์สำหรับเก็บวัดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก
- 2.5 หลอดพลาสติก
- 2.6 กระดาษ picrate (picrate acid หรือ 2, 4, 6-trinitrophenol)
- 2.7 สารละลาย phosphate buffer pH8
- 2.8 สารละลายเอนไซม์ลินามาเรส (linamarase picrate)

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ปลูกทดสอบพันธุ์ในพื้นที่สถานีวิจัยเขาคันทรง อำเภอนมสาร จันทบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา ลูกผสมมันสำปะหลังระหว่างพันธุ์ C33 x HNT และ HNT x C33 และพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ C33 HNT และ HB100 การจัดการแปลงแบบทดสอบลูกผสมแบบแถวเดี่ยว (Single row) ปลูกระยะห่างระหว่างแถว 1.2 เมตร ระยะระหว่างต้น 1 เมตร โดยปลูกสายพันธุ์ลูกผสมละ 5 ต้นต่อแถว

2. การเก็บข้อมูล

เก็บวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในใบ 2 ช่วง ช่วงที่ 1 เริ่มในฤดูฝนเมื่อมันสำปะหลังอายุ 4 เดือนในเดือนกรกฎาคม 2566 ช่วงที่ 2 ฤดูแล้งเมื่อมันสำปะหลังอายุ 8 เดือนในเดือนพฤศจิกายน 2566 โดยมีจำนวนตัวอย่าง 20 สายพันธุ์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง (R) จำนวน 10 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค (S) ซึ่งแบ่งเป็นใบที่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S+) และใบที่ไม่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S-) จำนวน 10 สายพันธุ์

3. ลักษณะที่ใช้ในการประเมิน

3.1 วัดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (Hydrocyanic acid content)

นำตัวอย่างใบมันสำปะหลังที่เจาะด้วย cork borer เบอร์ 6 บดในหลอดพลาสติกที่มีสารละลาย phosphate buffer pH8 และเอนไซม์ linamarase ปิดด้วยฝาที่มีกระดาษ picrate ลงไปเพื่อดูดซับปริมาณไฮยาไนต์ที่เกิดขึ้น ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกระดาษ picrate ออกมาแช่ในน้ำ 5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer แล้วเปรียบเทียบปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกกับกราฟของสารมาตรฐาน

3.2 ระดับความรุนแรงของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (Terry, 1976)



ระดับที่ 1

ไม่พบอาการของโรค
ทั่วทั้งต้น



ระดับที่ 2

พบรูปแบบ Chlorotic
ทั่วทั้งแผ่นใบ บิดเบี้ยว
บริเวณใบเล็กน้อย



ระดับที่ 3

บิดเบี้ยวบริเวณใบซึ่ง
เกิดขึ้น 1 ใน 3 ของ
บริเวณแผ่นใบ



ระดับที่ 4

การบิดเบี้ยวบริเวณใบ
ซึ่งเกิดขึ้น 2 ใน 3 หรือ
มากกว่านั้น



ระดับที่ 5

บิดเบี้ยวบริเวณใบซึ่ง
เกิดขึ้น 4 ใน 5 หรือ
มากกว่านั้น

4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หา t-test โดยใช้โปรแกรม Excel วิเคราะห์สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาสมการเส้นตรง
ด้วยโปรแกรม Excel

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

1. สถานที่การทําวิจัย

สถานีวิจัยเขาคินซอน ตำบลเขาคินซอน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. ระยะเวลาการทําวิจัย

ระยะเวลาการทําวิจัยเดือนมีนาคม - พฤศจิกายน 2566

ผลและวิจารณ์

จากตารางที่ 1 ปริมาณไขมันในปลา (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) ลูกผสมมันสำปะหลังระหว่างพันธุ์ C33 และพันธุ์ห่านาที่ ที่อายุ 4 เดือน และ 8 เดือนหลังปลูก

กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นปลาที่ไม่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S-) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณไขมันในปลา อยู่ในช่วงระหว่าง 88.7 – 451.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด, และที่อายุ 8 เดือน หลังปลูก มีปริมาณไขมันในปลา อยู่ในช่วงระหว่าง 38.0 – 412.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นปลาที่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S+) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณไขมันในปลา อยู่ในช่วงระหว่าง 184.4 – 666.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด, และที่อายุ 8 เดือน หลังปลูก มีปริมาณไขมันในปลา อยู่ในช่วงระหว่าง 44.9501 – 280.0737 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

กลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง (R-) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณไขมันในปลา อยู่ในช่วงระหว่าง 297.3 – 811.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด, และที่อายุ 8 เดือน หลังปลูก มีปริมาณไขมันในปลา อยู่ในช่วงระหว่าง 88.7 – 282.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

ปริมาณไขมันในปลาในมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนมีปริมาณไขมันในปลาที่ต่ำกว่าในมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนในทุกพันธุ์และสายพันธุ์ ยกเว้นพันธุ์ห่านาที่ ทั้งนี้บ่งชี้ว่ามีกลไกทางสภาพแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อปริมาณไขมันในมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ซึ่งเข้าสู่ฤดูแล้ง เริ่มมีการทิ้งใบ ซึ่งอาจส่งผลต่อการสร้างปริมาณไขมันในปลาได้

ตารางที่ 1 ปริมาณไขมันในปลาในมันสำปะหลังในแต่ละกลุ่มลูกผสมมันสำปะหลัง กลุ่มสายพันธุ์ที่

ต้านทาน โรคใบด่างมันสำปะหลัง (R) กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นปลาที่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S+) และกลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรคและเป็นปลาที่ไม่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S-)

Code	Hybrid	avg 4 mount	avg 8 mount
S-	63-8-25	266.2	274.3
S-	63-7-175	357.3	136.0
S-	63-7-69	88.7	98.0
S-	63-8-4	451.8	275.5
S-	63-7-76	245.5	412.6
S-	63-8-47	225.9	154.4
S-	63-7-180	199.4	
S-	63-8-10	257.0	183.3

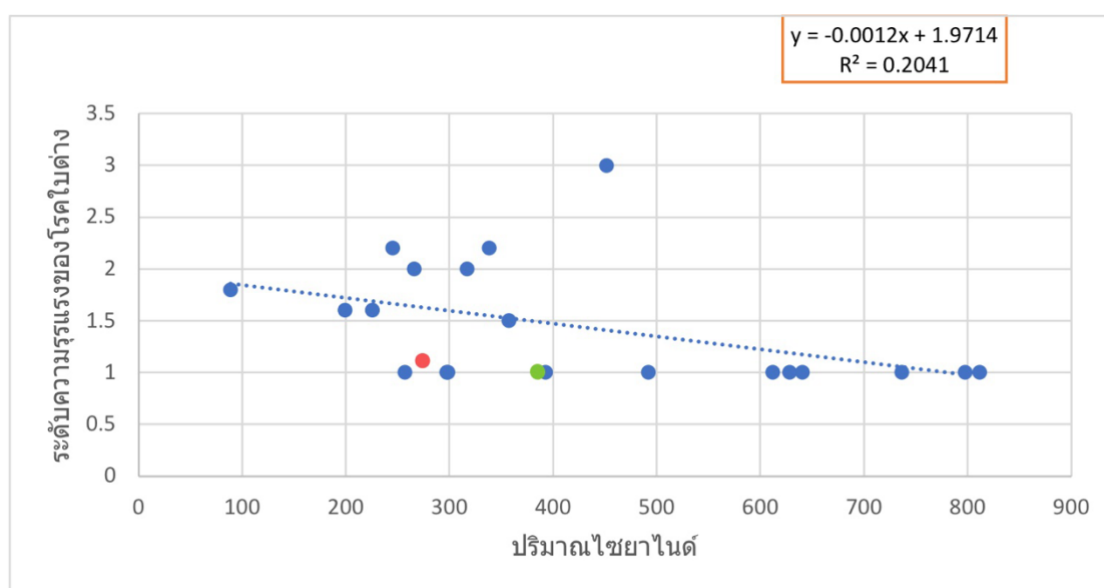
Code	Hybrid	avg 4 mount	avg 8 mount
S-	63-7-165	317.0	38.0
S-	63-8-23	338.2	132.5
S+	63-8-25	666.2	280.1
S+	63-7-175	635.1	277.8
S+	63-7-69	472.6	49.6
S+	63-8-4	423.0	245.5
S+	63-7-76	496.8	168.3
S+	63-8-47	308.9	
S+	63-7-180	410.3	45.0
S+	63-8-10	458.7	190.2
S+	63-7-165	625.0	57.1
S+	63-8-23	184.4	
R-	63-7-178	492.1	235.1
R-	63-8-42	393.0	88.7
R-	63-7-41	797.6	230.5
R-	63-8-45	298.5	231.7
R-	63-7-130	297.4	190.2
R-	63-8-11	736.5	103.7
R-	63-8-7	628.1	282.4
R-	63-7-36	612.0	111.8
R-	63-8-38	640.8	198.2
R-	63-7-51	811.4	108.3

ตารางที่ 2 ปริมาณไซยาไนด์ในใบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) พันธุ์ C33 พันธุ์ HB100 และพันธุ์ห้ำ นาทิ ที่อายุ 4 เดือน และ 8 เดือนหลังปลูก

Code	avg 4 mount	avg 8 mount
HNT-	278.9	
HNT+	297.4	331.9
HB100+	456.4	205.2
C33-	390.7	

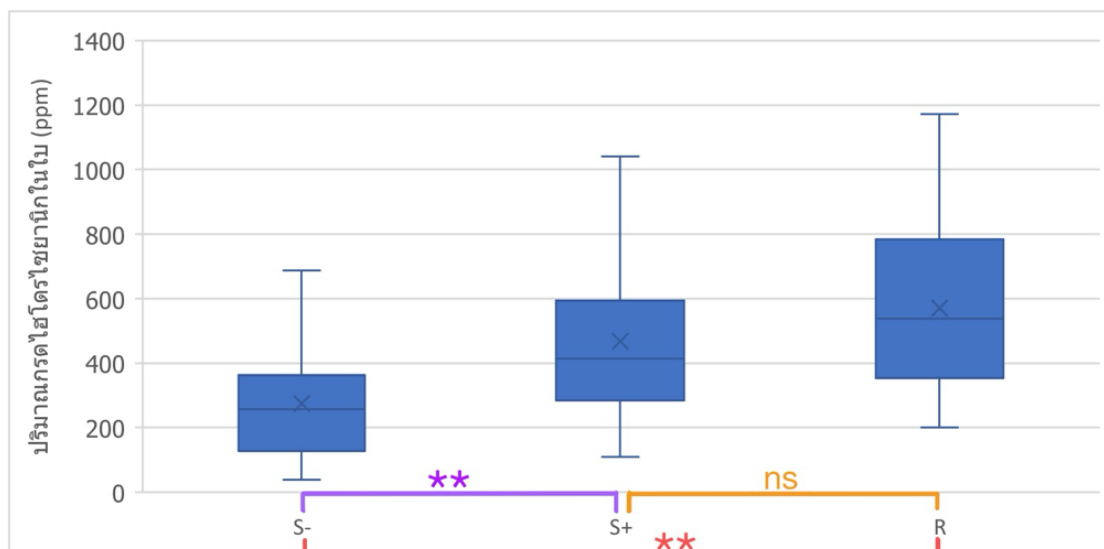
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก กับระดับความรุนแรงของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (ภาพที่ 2) โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์ถดถอยเป็นลบ บ่งชี้ว่าปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มส่งผลให้ระดับความรุนแรงของโรคใบด่างที่ลดลง

อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดที่ต่ำ ($R^2 = 0.2041$) สามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับความรุนแรงของโรคใบด่างจากปริมาณไชยาไนต์ได้เพียง 20.41% เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้สมการเชิงเส้นในการทำนายระดับความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังจากปริมาณไชยาไนต์ในใบได้



ภาพที่ 2: การกระจายตัวของปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลังและระดับความรุนแรงของโรคใบด่างที่ 4 เดือนหลังปลูก (หน่วยของปริมาณไชยาไนต์ในใบ เป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด)

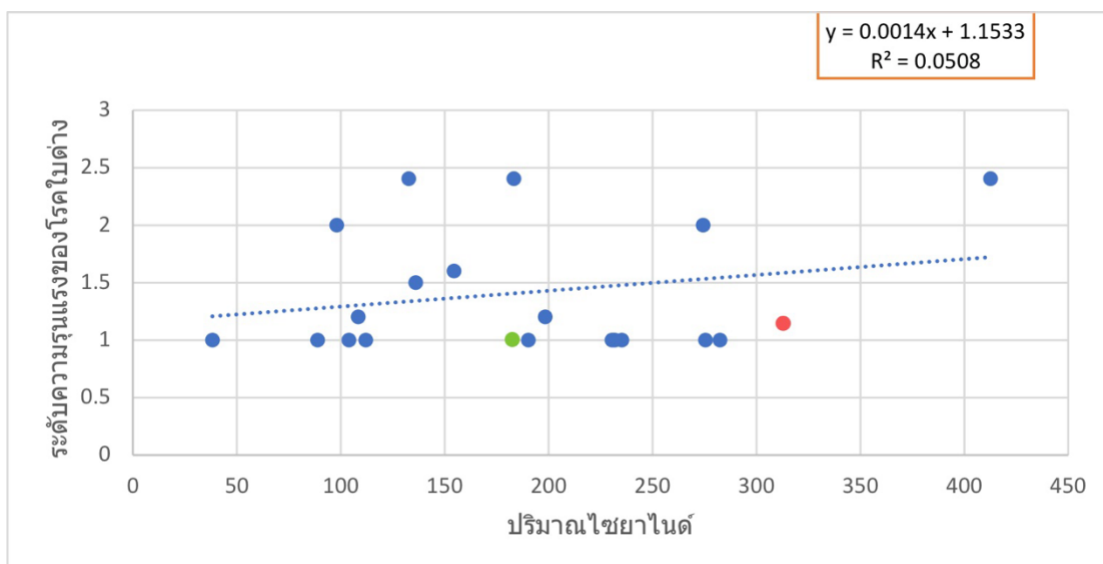
อย่างไรก็ตาม จากภาพที่ 3 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ต้านทานโรคใบด่าง (R) มีปริมาณไชยาไนต์ในใบเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ต้านทานโรคใบด่างแต่ไม่แสดงอาการของโรค (S-) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง บ่งชี้ว่าปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลังของกลุ่มสายพันธุ์ต้านทานส่งผลต่อการต้านทานโรคใบด่างได้ ซึ่งอาจเป็นกลไกลดการเข้าทำลายของแมลงหีวขาว แต่สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ต้านทานโรคใบด่าง และแสดงอาการโรคใบด่าง (S+) มีปริมาณไชยาไนต์ในใบเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ต้านทานโรคใบด่างแต่ไม่แสดงอาการของโรค (S-) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง บ่งชี้ว่าเมื่อมันสำปะหลังได้รับการเข้าทำลายโดยแมลงหีวขาวและเกิดโรคที่ใบแล้ว อาจมีกลไกบางอย่างทำให้ใบที่เกิดโรคเกิดการสะสมไชยาไนต์ที่สูงขึ้นได้



ภาพที่ 3: ปริมาณไซยาไนด์ในใบสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก

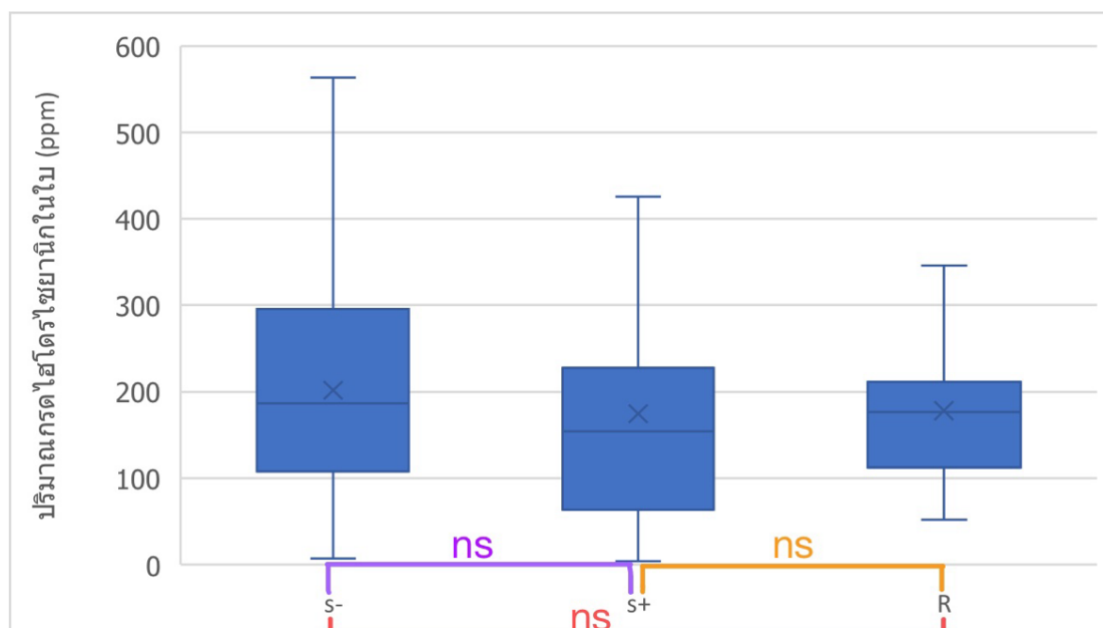
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก กับระดับความรุนแรงของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (ภาพที่ 4) โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น ผลการศึกษาพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเป็นบวก บ่งชี้ว่ามีปัจจัยภายนอกอื่นที่ส่งผลต่อการสร้างไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลัง เช่น สภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงส่งผลให้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณไซยาไนด์ในใบกับความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง

ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดที่ต่ำ ($R^2 = 0.0508$) สามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับความรุนแรงของโรคใบด่างจากปริมาณไซยาไนด์ได้เพียง 5.08% เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้สมการเชิงเส้นในการทำนายระดับความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลังจากปริมาณไซยาไนด์ในใบได้



ภาพที่ 4: การกระจายตัวของปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลังและระดับความรุนแรงของโรคใบด่าง
ที่ 8 เดือนหลังปลูก (หน่วยของปริมาณไชยาไนต์ในใบ เป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด)

จากภาพที่ 5 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ต้านทานโรคใบด่าง (R) ,กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นใบที่แสดงอาการของโรคใบด่าง (S+) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นใบที่ไม่แสดงอาการของโรคใบด่าง (S-) มีปริมาณไชยาไนต์ในใบเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน บ่งชี้ว่าอาจจะมีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อปริมาณไชยาไนต์ในใบมันสำปะหลัง ทำให้มีปริมาณไชยาไนต์ที่ต่ำลง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการต้านทานโรค



ภาพที่ 5: ปริมาณไขมันในเลือดในตับหลังจากอายุ 8 เดือนหลังปลูก

จากผลการทดลองที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันในตับในตับหลังจากระดับความรุนแรงของโรคเบาหวานตับหลัง โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น ผลการศึกษาพบว่าสภาพแวดล้อมส่งผลต่อไขมันในตับในตับหลังจาก โดยเฉพาะในสถานะแล้ง มีผลทำให้มีปริมาณไขมันในตับที่ต่ำลง หรือพืชสร้างไขมันในตับน้อยลง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการต้านทานโรค ดังนั้นจึงส่งผลให้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณไขมันในตับกับความต้านทานโรคเบาหวานตับหลัง การศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของพิมภักและจิรารัตน์ (2565) ที่พบว่าหากปลูกมันสำปะหลังในสถานะแล้งจะส่งผลให้ปริมาณไขมันในตับมันสำปะหลังเพิ่มสูงขึ้น อาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณของธาตุอาหารในดิน วิถีเขตกรรม สภาพอากาศ อายุพืช และสภาพแวดล้อม ซึ่งจะต้องศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตต่อไป

ลูกผสมมันสำปะหลังระหว่างพันธุ์ C33 และ พันธุ์ HNT มีปริมาณไขมันในตับ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) ที่ต่ำทั้งคู่ เป็นพันธุ์ที่ต้านทานและทนทานโรคเบาหวานตับหลัง (CMD) ปริมาณไขมันในตับในตับหลังจาก อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ วิธีการปลูก และส่วนของมันสำปะหลังที่นำมาทดสอบ

กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นใบที่ไม่แสดงอาการของโรคเบาหวานตับหลัง (S-) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณไขมันในตับ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 274.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด, และที่อายุ 8 เดือน หลังปลูก มีปริมาณไขมันในตับ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 189.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

กลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานโรค และเป็นใบที่แสดงอาการของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (S+) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณไซยาไนด์ในใบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 468.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด, และที่อายุ 8 เดือน หลังปลูก มีปริมาณไซยาไนด์ในใบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 164.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

กลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง (R-) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณไซยาไนด์ในใบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 570.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด, และที่อายุ 8 เดือน หลังปลูก มีปริมาณไซยาไนด์ในใบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 178.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

ผลการศึกษาที่พบสอดคล้องกับปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลัง ในงานวิจัยของ Ravindran (1988) พบว่ามีปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังที่มีรสหวาน (985 – 1197 ppm) ต่ำกว่าปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังที่มีรสขม (1155 – 1479 ppm) อย่างไรก็ตาม ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม และวิธีการเก็บเกี่ยว

สรุป

งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันในตับกับกลไกการต้านทานโรคเบาหวาน แต่ปริมาณไขมันในตับที่สูงไม่ได้ส่งผลให้มีความต้านทานโรคเบาหวานในตับที่สูงเสมอไป ซึ่งต้องมีการศึกษาในเชิงกลไกของสารพิษไขมันต่อการเข้าทำลายของแมลงหวี่ขาวโดยตรงเพิ่มเติมต่อไป

ถึงแม้ว่าปริมาณไขมันในตับในตับที่สูงจะมีอิทธิพลบางส่วนต่อกลไกการต้านทานโรคเบาหวานในตับในช่วงแรกของการเริ่มมีการเข้าทำลายตับไขมันตับที่สูงของแมลงหวี่ขาวที่ช่วงไขมันตับที่อายุประมาณ 4 เดือน แต่ปริมาณไขมันในตับมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับระดับความต้านทานโรคเบาหวานในตับที่ต่ำ ไม่สามารถใช้ปริมาณไขมันในตับในตับที่สูงทำนายระดับความต้านทานโรคเบาหวานในตับได้อย่างแม่นยำ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2567. สถานการณ์การระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง. แหล่งที่มา

<https://www.moac.go.th/news-preview-461891792520>, 17 มกราคม 2567.

กรมวิชาการเกษตร. 2563. คู่มือวินิจฉัยโรคใบด่างมันสำปะหลังเบื้องต้น. แหล่งที่มา

https://www.doa.go.th/plprotect/wp-content/uploads/2020/08/1_คู่มือการวินิจฉัยโรคใบด่างมันสำปะหลังเบื้องต้น.pdf, 1 สิงหาคม 2563.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542. การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์กิต ทวีวงศ์ และ จิราวัฒน์ อนันตกุล. 2565. ผลของการอบแห้งต่อปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลัง.

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันวิสา ศิริวรรณ, นวณภา เหมเนียม, จุฑาทิพย์ ถวิลอำพันธ์, สุกัญญา ฤกษ์วรรณ,

กิ่งกาญจน์ เสาร์คำ, ศิริกาญจน์ หรรษาวัฒนกุล, ปภาวี พลีพรหม และ เฉลิมพล ภูมิไชย.

2563. การศึกษาอัตราการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังในท่อนพันธุ์สะอาด.

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 51(2): 181–191.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดนครสวรรค์. 2564. มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา

<https://www.opsmoac.go.th/nakhonsawan-dwl-files-431691791796>, 29 มกราคม 2567.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2558. มันสำปะหลัง : ลักษณะทาง

พฤกษศาสตร์. แหล่งที่มา <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=17856>, 29 มกราคม 2567

Alves, A.A.C. 2002. Cassava Botany and Physiology. pp 67-89. *In*. **Cassava: biology, production and utilization**

- Bradbury, M.G., S.V. Egan & J.H. Bradbury. 1999. Picrate paper kits for determination of total cyanogens in cassava roots and all forms of cyanogens in cassava products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 79: 593-601.
- Bellotti, A. C., & Arias, B. 2001. Cassava pests and their management in Latin America and Africa. In **Cassava: Biology, production, and utilization** pp. 333-352.
- El-Sharkawy, M. A., El-Morsy, E. M., & El-Sherbeny, S. E. 2008. Cyanide content of cassava leaves and tubers as affected by some agricultural practices. **Journal of Agronomy and Crop Science**. 194(5): 361-366.
- Ravindran, G. 1988. Cyanide content in cassava leaves. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 44(1): 1-8.
- Terry, E. R. 1976. Description and evaluation of cassava mosaic disease in Africa. In **International exchange and testing of cassava germ plasm in Africa; proceedings: IDRC, Ottawa, ON, CA**.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววิภาลักษณ์ พุ่มา
วัน เดือน ปี เกิด	24 กรกฎาคม 2544
สถานที่เกิด	จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	มัธยมปลาย โรงเรียนสตรีศรีน่าน ปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-