



ปัญหาพิเศษ

การประเมินพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับศักยภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตใบ
Evaluation of cassava varieties for leaf harvesting

นางสาวเรณูกา ธรรมชาติ

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
DEPARTMENT OF AGRONOMY
FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์เกษตร
สาขา

พืชไร่ ก
ภาควิชา

เรื่อง การประเมินพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับศักยภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตใบ
Evaluation of cassava varieties for leaf harvesting

นามผู้วิจัย นางสาวเรณูภา ธรรมชาติ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัสณี คงศีล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ กิตติภาดากุล, Ph.D.)
วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ บ

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประเมินพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับศักยภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตใบ

Evaluation of cassava varieties for leaf harvesting

โดย

นางสาวเรณูกา ธรรมชาติ

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

เรณูภา ธรรมชาติ 2563: การประเมินพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับศักยภาพในการเก็บเกี่ยว
ผลผลิตใบ ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่
ปรึกษา: ผศ.ดร.ภัสจี คงศีล, Ph.D. 31 หน้า

ใบมันสำปะหลังมีโปรตีนสูงสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้
ให้เกษตรกรอีกทางหนึ่งเพิ่มจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสด การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการ
คัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตใบสดสูงเหมาะแก่การใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งมีการ
เปรียบเทียบศักยภาพการให้ผลผลิตใบสดในการทดลองนี้ จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50
KUKM045 และ KUKM060 ในแปลงทดสอบพันธุ์ที่สถานีวิจัยทับทวน จังหวัดสระบุรี และ สถานี
วิจัยเขาหินซ้อน จังหวัดฉะเชิงเทรา วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ
เก็บข้อมูลประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์ 7 ลักษณะ คือ ความสูงต้น ผลผลิตน้ำหนักใบสดรวม
ปริมาณไชยาไนต์ในใบทุก 4 เดือน ผลผลิตน้ำหนักหัวสด น้ำหนักเหง้า น้ำหนักต้นและดัชนีการเก็บ
เกี่ยวในเวลาเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่ามันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตน้ำหนักใบสดสูง ที่
คัดเลือกไว้เพื่อทดสอบต่อไปก่อนที่จะแนะนำส่งเสริมเกษตรกร คือ พันธุ์ KUKM060 ซึ่งให้ผลผลิตใบ
สดรวมทั้งสามช่วงการเก็บเกี่ยวที่ทับทวนและเขาหินซ้อน คือ 1.04 และ 0.47 กิโลกรัมต่อต้น
ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตใบสดรวม 1.03 และ 0.3 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ
และพันธุ์ KUKM045 ให้ผลผลิตใบสดรวม 0.52 และ 0.17 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ถึงแม้ว่าพันธุ์
KUKM060 มีปริมาณไชยาไนต์ ไม่แตกต่างจากพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงการเก็บเกี่ยว ซึ่ง
สามารถใช้การหมักใบเพื่อลดปริมาณไชยาไนต์ลงได้ก่อนการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

___ / ___ / ___

ABSTRACT

Reanuka Thammachat 2020: Evaluation of cassava varieties for leaf harvesting.
Special problem Major Agricultural science Department of Agronomy. Special
problem Advisor: Pasajee Kongsil, Ph.D. 31 pages

Cassava leaves are high in protein which can be used as a source of protein in animal feed and help farmers benefit from leaf production. The experiment consisted of 3 varieties of KU 50, KUKM045 and KUKM060 in randomized completely block design (RCBD) for 4 replications in the field at the research station in Thab Kwang research station, Saraburi province and Khao Hin Son research station, Chachoengsao province. Data collection for plant height, total leaf weight, leaf cyanide content in 4 months, 8 months and together with fresh tuber yield at 12 months. The results showed that KUKM060 had the highest cumulative leaf weight for amounts of 1.04 and 0.47 kilograms per plant in two locations. For KU50, cumulative leaf production was 1.03 and 0.3 kilograms of fresh leaves, respectively, and KUKM045 produced 0.52 and 0.17 kilograms of fresh leaves. KUKM060 has no significant difference in the amount of cyanide from other varieties. Therefore, it can be used as animal feed with proper leaf fermentation process.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___/___/___

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาหลักปัญหาพิเศษ ผศ.ดร.ภัสจิ คงศีล ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณแปลงทดสอบพันธุ์ที่สถานีวิจัยทับทิม จังหวัดสระบุรี และ สถานีวิจัยเขาคันทรง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาตรี นิสิตปริญญาโท และพี่ผู้ช่วยงานวิจัย ที่ให้คำแนะนำในการทำงานวิจัย อาทิเช่น ให้ความช่วยเหลือในด้านงานวิจัยในแปลงทดลอง การเก็บข้อมูล และขั้นตอนการดำเนินการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณครอบครัว และบุคคลที่มีส่วนร่วมในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

เรณูภา ธรรมชาติ

เมษายน 63

สารบัญ

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	9
อุปกรณ์	9
วิธีการ	10
สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง	11
ผลและวิจารณ์	12
สรุป	16
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	17
ภาคผนวก	19
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	22

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความสูงของต้นมันสำปะหลังที่อายุ 8 และ 12 เดือนที่สถานีวิจัย ทับกวางและสถานีวิจัยเขาหินซ้อน	12
2	แสดงดัชนีการเก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นและน้ำหนักหัวสดอายุ 12 เดือนที่ สถานีวิจัยทับกวางและสถานีวิจัยเขาหินซ้อน	13
3	แสดงน้ำหนักใบสดที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือนที่สถานีวิจัยทับกวางและ สถานีวิจัยเขาหินซ้อน	14
4	แสดงปริมาณไนโตรเจนที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือนที่สถานีวิจัยทับกวาง และสถานีวิจัยเขาหินซ้อน	15

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพภาคผนวกที่ 1	วัดความสูงต้นมันสำปะหลัง	19
ภาพภาคผนวกที่ 2	เก็บตัวอย่างใบมัน	19
ภาพภาคผนวกที่ 3	ชั่งน้ำหนักใบสด หัว และต้นมันสำปะหลัง	20
ภาพภาคผนวกที่ 4	วัดปริมาณไซยาไนด์	21

การประเมินพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับศักยภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตใบ

Evaluation of cassava varieties for leaf harvesting

คำนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* (L.) Crantz.) เป็นพืชอาหารที่สำคัญอันดับ 5 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ขยายไปสู่แหล่งอื่นๆของโลก เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่ายและต้องการน้ำน้อยประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 9 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 30 ล้านตัน/ปี ไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกมันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลกคิดเป็นมูลค่าแสนล้านบาทต่อปี (สุภัทร, 2561) ซึ่งมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจเชิงพาณิชย์ที่สำคัญของประเทศไทย มันสำปะหลังเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ตั้งแต่ยอดใบจนถึงราก (หัวมัน) เพื่อการบริโภคเป็นอาหารมนุษย์ และอาหารสัตว์ รวมถึงใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆ(สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะปลูกเพื่อเก็บผลผลิตหัวเป็นหลัก ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวได้ปีละครั้งเท่านั้น ดังนั้นการส่งเสริมให้เกษตรกรตัดใบมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรได้อีกทางหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากใบมันสำปะหลังมีโปรตีนสูงถึง 18-24% สามารถใช้ทำเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ ซึ่งปริมาณโปรตีนในใบมันสำปะหลังจะแตกต่างกันขึ้นกับอายุการเก็บเกี่ยวและการจัดการปลูก (เจริญศักดิ์ และคณะ, 2531) การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อย ดังนั้นเพื่อให้เกิดความมั่นคง และยั่งยืนในประเทศ จึงควรหาทางใช้ประโยชน์มันสำปะหลังในประเทศให้มากขึ้นโดยเฉพาะในรูปอาหารสัตว์โดยส่วนของลำต้นมันสำปะหลังจะใช้เป็นท่อนพันธุ์ ใบนอกจากจะปล่อยให้ร่วงเป็นปุ๋ยตามธรรมชาติแล้วยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ โดยมีโปรตีนสูงถึง 25% คาร์โบไฮเดรต 40% ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (แฉล้ม, 2552) อย่างไรก็ตามในมันสำปะหลังมีสารไซยาไนด์ ซึ่งอยู่ในรูปของกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ซึ่งเกิดจากสารไซยาโนเจนิกไกลโคไซด์ ซึ่งอยู่ในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง โดยสารถูกสร้างขึ้นที่ใบแล้วลำเลียงไปเก็บยังส่วนต่างๆ เช่น ราก หรือหัว เป็นต้น (Bediako et al., 1981) ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก มีผลต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคเข้าไป ถ้าปริมาณ HCN มีความเข้มข้นสูงจะเป็นพิษซึ่งมีฤทธิ์ต่อระบบหัวใจและทางเดินโลหิต ทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ โดยองค์กรอนามัยโลกได้กำหนดค่าความปลอดภัยที่ 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง (FAO/WHO, 1991) สารดังกล่าวจะเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์และปริมาณสารจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละสายพันธุ์ แต่ปริมาณ HCN ในมันสำปะหลังสามารถลดพิษได้โดยการตากแดด หรือการหมักการตากใบมันสำปะหลังด้วยแสงแดดให้แห้งสามารถลดปริมาณสารไซยาไนด์ (HCN) ได้ถึง 90% (Wannapat, 2002) การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตใบสดสูงและมีไซยาไนด์ต่ำเหมาะแก่การใช้เป็นอาหารสัตว์

วัตถุประสงค์

เพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีผลผลิตใบสดสูงและมีไซยาไนด์ต่ำเหมาะสมแก่การใช้
เป็นอาหารสัตว์

การตรวจเอกสาร

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (Cassava) เป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* (L.) Crantz จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มันสำปะหลังมีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ เช่น ประเทศเปรู เม็กซิโก กัวเตมาลา ฮอนดูรัส และบราซิล มันสำปะหลังเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ (dicotyledonous) มีลักษณะเป็นไม้พุ่มยืนต้น (perennial shrub) เจริญเติบโตได้ดีในเขตที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส และมีฝนตกเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี จึงเหมาะกับการเจริญเติบโตในประเทศไทยและเป็นพืชทนแล้ง (เจริญศักดิ์และวิจารณ์, 2523)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง

1. ราก : มันสำปะหลัง มีราก 2 ชนิด คือ รากจริงเป็นแบบรากฝอยและรากสะสมอาหาร ที่เรียกกันทั่วไปว่า หัว รากจริงเป็นระบบรากแบบ adventitious root system รากที่งอกจากท่อนพันธุ์ (cutting) สามารถงอกได้จาก 3 ส่วนคือ รากจากส่วนเนื้อเยื่อ root from cambium รากจากส่วนตา (root from bud) และรากจากส่วนรอยหลุดร่วงของใบ (root from leaf scar)

ส่วนหัว (tuber) ของมันสำปะหลัง คือส่วนรากที่ขยายใหญ่เพื่อสะสมอาหารที่เป็น คาร์โบไฮเดรต ในส่วน parenchyma cell รากสะสมอาหารมีปริมาณแป้งประมาณ 15-40 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) หรือ กรดพริสซิก (prussic acid) ซึ่งมีพิษ จะมียู่มากในส่วน ของเปลือกมากกว่าเนื้อของหัว

หัวมันสำปะหลังเมื่อตัดตามขวางมีส่วนประกอบ ดังนี้

1.เปลือกชั้นนอก (periderm) เป็นชั้นของเซลล์ผิวชั้นนอก (epidermal cell) และชั้นของ คอร์ก (cork layer) รวมกัน มีสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อนถึงแก่ หรือสีชมพู

2.เปลือกชั้นใน (cortical region) เป็นส่วนของคอร์เท็กซ์ (cortex) และกลุ่มโฟลเอ็ม (phloem bundle) มีสีขาว ความหนา 0.1-0.3 เซนติเมตร

เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นใน เรียกรวมกันว่า เปลือก (peel)

3.ส่วนแกนกลางหรือส่วนสะสมแป้ง (central pith หรือ starchy flesh) มีสีขาว เหลือง หรือสีชมพู ประกอบด้วยเซลล์พารენไคมา (parenchyma cell) กลุ่มท่อน้ำ (xylem bundle) และ ท่อน้ำยาง (latex tube)

2. ลำต้น : มันสำปะหลังเป็นไม้เนื้อแข็ง ลำต้นตั้งตรง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-6 เซนติเมตร สีของลำต้นแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนที่อยู่ใกล้ยอดมีสีเขียว ส่วนแก่ที่ต่ำลงมาอาจมีสีน้ำเงิน สีเหลือง หรือสีน้ำตาล ความสูงของต้น 1-5 เมตร ขึ้นกับพันธุ์ โดยพันธุ์ที่ไม่แตกกิ่ง (unbranched) ต้นจะสูง ส่วนพันธุ์ที่แตกกิ่งต้นจะสูงน้อยกว่า การแตกกิ่งของมันสำปะหลังจะแตกออกเป็น 2 กิ่ง (dichotomous

branching) หรือ 3 กิ่ง (trichotomous branching) กิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักเรียกว่า กิ่งชุดแรก (primary branch) ส่วนกิ่งที่แตกออกจาก กิ่งชุดแรก เรียกว่า กิ่งชุดที่สอง (secondary branch) บนลำต้นหรือกิ่งของมันสำปะหลังจะเห็นรอยหลุมตรงของก้านใบ เรียกว่า รอยแผลใบ (leaf scar) ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างก้านใบกับลำต้นหรือกิ่ง ระยะระหว่างรอยแผลใบ 2 รอยต่อกันเรียกว่าความยาวของซัน (storey length) ด้านบนเหนือรอยแผลใบจะมีตา (bud) ซึ่งจะงอกเป็นต้นใหม่เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปปลูก

3. ใบ : เป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) การเกิดของใบจะหมุนเวียนรอบลำต้น (spiral) มีการจัดเรียงตัว (phyllotaxy) ค่อนข้างคงที่แน่นอนคือ $2/5$ ก้านใบ (petiole) ต่อระหว่างลำต้นหรือกิ่งกับตัวแผ่นใบ ก้านใบอาจมีสีเขียวหรือสีแดง

ตัวใบหรือแผ่นใบ (lamina) จะเว้าเป็นหยักลึกเป็นแฉก (palmately lobe) จำนวนหยักมีตั้งแต่ 3-9 หยัก ที่โคนก้านใบติดกับลำต้นมีหูใบ (stipule)

4. ช่อดอกและดอก : 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 วงละ 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.

5. ผลและเมล็ด : หลังการผสมเกสรแล้ว รังไข่ก็จะเจริญเติบโตขยายใหญ่กลายเป็นผลแบบ capsule ขนาดโตเต็มที่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ภายในมี 3 ช่อง แต่ละช่องมีเมล็ด 1 เมล็ด รูปร่างยาวรี มีสีน้ำตาลและมีลายดำ เมื่อแก่จะแตกติดเมล็ดกระเด็นออกไป

การขยายพันธุ์ : ขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ปักลงในดิน คือ ใช้ส่วนของลำต้นที่มีอายุตั้งแต่ 6 เดือน ขึ้นไป นำมาตัดเป็นท่อนให้มีขนาดยาว 20-30 เซนติเมตร (มีตาประมาณ 7-10 ตา) แล้วปักลงในดินไม่นิยมปลูกด้วยเมล็ดเนื่องจากมันสำปะหลังไม่ค่อยติดเมล็ดและเก็บเมล็ดลำบาก เพราะฝักแก่จะแตกทำให้เมล็ดร่วง เมล็ดมีระยะพักตัวกว่า 2 เดือน ต้องเพาะต้นกล้าก่อนย้ายปลูก นาน 1 เดือน และมักเกิด inbreeding ได้ง่ายและใช้เวลาปลูกนานกว่า การปลูกด้วยเมล็ดจึงทำเฉพาะในโครงการผสมพันธุ์ และปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558)

ไขมันสำปะหลัง

ไขมันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารสัตว์ค่อนข้างสูง เพราะใบของมันสำปะหลังจะอุดมไปด้วยโปรตีน รายงานจากหลายๆประเทศพบว่า ไขมันสำปะหลังแห้งจะมีโปรตีนตั้งแต่ 15-42 เปอร์เซ็นต์ (Juarez, 1955; Rogers, 1959; Gramacho, 1973; IITA, 1974) ซึ่งปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันนี้เนื่องมาจากพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

การใช้ไขมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

ไขมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยขายเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตอาหารสัตว์ ไขมันสำปะหลังมีคุณค่าโปรตีนสูงกว่าหั่วมัน ไขมันสำปะหลังแห้งมีโปรตีนสูงประมาณ 20-29 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าไขมันสำปะหลังจะมีสารพิษสำคัญ คือ สารไซยาไนด์ซึ่งจะอยู่ในรูปของกรดไฮโดรไซยานิค (HCN) และสารแทนนินในปริมาณสูง แต่เมื่อตากแห้งแล้วสารพิษจะสลายตัวเหลืออยู่ในระดับต่ำจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ และกรดไฮโดรไซยานิคระดับต่ำกลับช่วยกระตุ้นให้เกิดระบบที่ทำให้สัตว์มีความต้านทานต่อโรคเพิ่มขึ้น และสารแทนนินระดับต่ำสามารถช่วยควบคุมพยาธิในสัตว์ได้ นอกจากนี้ไขมันสำปะหลังยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ แคโรทีน และสารซีแซนโทฟิลล์ ให้กับสัตว์ โดยมีปริมาณประมาณ 660 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สูงกว่าที่มีในใบกระถินแห้งที่มีประมาณ 318 มิลลิกรัม/กิโลกรัม นอกจากนี้ไขมันสำปะหลังยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ แคโรทีน และสารซีแซนโทฟิลล์ ให้กับสัตว์ โดยมีปริมาณประมาณ 660 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สูงกว่าที่มีในใบกระถินที่มีประมาณ 318 มิลลิกรัม/กิโลกรัม นอกจากนี้ การปลูกมันสำปะหลังเพื่อเก็บเกี่ยวหั่วมันสำปะหลังเป็นหลักจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพียงปีละครั้งเท่านั้น เพราะหนึ่งรอบการผลิตต้องใช้เวลาปลูกอย่างน้อย 8-12 เดือน ในขณะที่การตัดใบมันสำปะหลังขายเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ สามารถขายได้ปีละหลายรอบ จากงานวิจัยพบว่า สามารถตัดที่ 2.5-3 เดือนหลังปลูกและห่างกัน 2-3 เดือน รวมประมาณ 3-4 ครั้ง/ปี จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง ดังนั้นหากต้องการให้เกษตรกรสร้างรายได้เสริมจากการใช้ประโยชน์ไขมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ จึงควรมุ่งเน้นการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้ใบมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำ และมีปริมาณโปรตีนสูงเพื่อทดแทนอาหารสัตว์อื่น เช่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด ที่มีราคาแพงได้ (ธีระ, 2560)

ไซยาไนด์

Cyanide เป็นสารประกอบที่มีอะตอมของคาร์บอนยึดกับอะตอมของไนโตรเจนด้วยพันธะชนิด trivalent bond และพันธะที่เหลืออีกหนึ่งพันธะของคาร์บอนสามารถยึดกับอะตอมของไฮโดรเจน หรือโลหะ เช่น sodium, potassium เป็นสารประกอบอนินทรีย์ของ cyanide หรือยึดกับอะตอมของคาร์บอนเป็นสารประกอบอินทรีย์ของ cyanide หรือเรียกว่าสารประกอบ nitrile เอกสารฉบับนี้ครอบคลุมเฉพาะสารประกอบอนินทรีย์ของ cyanide สามสารคือ hydrogen cyanide, sodium cyanide และ potassium cyanide

Sodium cyanide (NaCN) เป็นของแข็งสีขาว อาจอยู่ในรูปแบบผลึก แท่ง หรือผง พบได้ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ใช้ในการเคลือบเงาหรือเคลือบสีเหล็ก และเป็นส่วนประกอบในยาฆ่าแมลง สามารถเข้าสู่ร่างกายจากการสัมผัสบริเวณปากแผล การสูดดม หากรับประทานอาจเป็นพิษถึงตายได้

Potassium cyanide (KCN) มีลักษณะเป็นก้อนผลึก หรือผงสีขาว เมื่อเป็นของเหลวจะใสไม่มีสี กลิ่นคล้ายแอลมอนด์ มักนำมาใช้ในการสกัดแร่ อย่างทองหรือเงิน และยังพบได้ในยาฆ่าแมลง เมื่อ Potassium cyanide เจอกับความร้อนจะทำให้เกิดควันพิษ หากได้รับเข้าสู่ร่างกายอาจรบกวนการทำงานของอวัยวะภายในจนเป็นอันตรายถึงชีวิต

Hydrogen cyanide (HCN) อาจมาในรูปของของเหลว หรือแก๊สที่ไม่มีสี พบในควันจากท่อไอเสีย ควันบุหรี่ และควันจากโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อสูดดมอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาทส่วนกลาง รวมทั้งยังอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองตามผิวหนังและดวงตา

“ไซยาไนด์” เป็นสารพิษที่พบได้ทั่วไปในพืชหลากหลายชนิด อุตสาหกรรมหลายชนิด รูปแบบที่เป็นพิษคือรูปอิสระหรือไฮโดรเจนไซยาไนด์ (hydrogen cyanide, HCN) ในพืชนั้นพบมากมายหลายชนิดได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวชนิดต่างๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวไรน์ ข้าวฟ่าง ข้าวโพด ถั่วชนิดต่างๆ อ้อย แอปเปิ้ล ฝือก หน่อไม้ เมล็ดอัลมอล เชอร์รี่ พืช มะม่วง มะละกอ ฝรั่ง มะนาว เป็นต้น

พืชต่างๆ เหล่านี้มีไซยาไนด์อยู่ในรูปไซยาโนไกลโคไซด์ ต่างๆ กันเช่นในมันสำปะหลังพบในรูปลินามาริน (linamarin, 2-β-D-glucopyranosyloxy-2-methylpropionitrile) และโลทอสตราลิน {lotaustralin, [(2R)-2-β-D-glucopyranosyloxy-2-methylbutyronitrile]} ร้อยละ 80-90 และที่เหลืพบในรูปของไซยาไนด์อิสระหรือไฮโดรเจนไซยาไนด์ ในขณะที่ในแอปเปิ้ลพบในรูปอะมัยดาลิน (amygdalin) และพรุนาริน (prunasin) เป็นต้น ในพืชจะมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายไซยาโนไกลโคไซด์ ต่างๆ เหล่านี้ให้เป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษต่อศัตรูผู้รุกรานได้ เช่น ในมันสำปะหลังจะมีเอนไซม์ลินามารินเนส (linamarinase) พบในส่วนต่างๆ ของพืชสามารถย่อยลินามารินไปเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษ (อมรรัตน์และคณะ, 2550)

สารไซยาไนด์ในมันสำปะหลัง

ส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังจะประกอบด้วยสารเคมีที่เป็นพิษคือสารไซยาไนด์ สารนี้ในอัตราที่เข้มข้นสูงจะเป็นพิษโดยไปยับยั้งขบวนการหายใจของเซลล์ ไม่ว่าเซลล์สัตว์หรือพืชแต่สารนี้ในปริมาณที่ไม่มากนักเซลล์ของสิ่งมีชีวิตสามารถทำลายความเป็นพิษได้ โดยเปลี่ยนเป็นสารอื่นที่ไม่มีพิษ

สารไซยาไนด์ในมันสำปะหลังนั้นอยู่ในรูปของกรดไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid) ที่มีสูตรทางเคมีคือ HCN และกรดไฮโดรไซยานิกนี้เกิดมาจากสารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ (cyanogenic glycoside) ซึ่งมีอยู่ในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง เมื่อเซลล์ของมันสำปะหลังถูกทำลาย เช่น ถูกบด ถูกสับ จะทำให้เอนไซม์เข้าทำปฏิกิริยากับสารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ ได้กรดไฮโดรไซยานิกออกมา สารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ นี้มีอยู่หลายชนิด แต่ที่พบในมันสำปะหลังนั้นมีอยู่สองชนิด คือ

1. ลินามาริน (linamarin)
2. โลทอสตราลิน (lotaustralin)

โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของลินามาริน และโลทอสตราลิน ที่พบมีประมาณร้อยละ 2-8 เท่านั้น (Butler, 1965; Nartey, 1968; Bissett. Et al., 1969)

สารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์นี้ จะสลายตัวโดยเอนไซม์ลินามาเรส (linamarase) หรือกลูโคซิเดส (glucosidase) ได้สารอะซีโตน ไซยาโนไฮไดริน (acetone cyanohydrin) และบิวตาโนน โดยสารไซยาโนไฮไดรินเป็นสารที่ไม่ค่อยอยู่ตัวจะปลดปล่อยกรดไฮโดรไซยานิกออกมา ซึ่งสารลินามาเรส และไลโทสตราลินสังเคราะห์มาจากการดอะมิโนแวลีน (valine) และไอโซลิวซีน (isoleucine) ตามลำดับ (Chulavattnatol, 1988)

นักวิทยาศาสตร์พบว่าสารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์นั้น สร้างขึ้นในส่วนของใบมันสำปะหลัง แล้วลำเลียงไปเก็บยังส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง เช่น ที่ราก หรือหัว เป็นต้น (Bekiako et al., 1981)

1. ปริมาณสารไซยาไนต์ในส่วนต่างๆของต้นมันสำปะหลัง

ถึงแม้ว่ากรดไฮโดรไซยานิกจากมันสำปะหลัง จะอยู่ในรูปของสารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ แต่ในการวิเคราะห์หาปริมาณใช้วิธีวิเคราะห์กรดไฮโดรไซยานิก โดยให้เอนไซม์ในตัวเองเข้าทำปฏิกิริยา และยังไม่พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ใดที่ไม่มีกรดไฮโดรไซยานิก โดยปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกจะมีมากน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และแต่ละส่วนของต้นมันสำปะหลังจะมีสารนี้แตกต่างกันออกไปด้วย เช่น ในเนื้อของหัวจะมีกรดไฮโดรไซยานิกน้อยกว่าในส่วนของเปลือกและใบ เป็นต้น ตามรายงานจากหลายๆ แหล่งพบว่า ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกที่พบในส่วนต่างๆ มีในปริมาณดังต่อไปนี้ (Wood, 1965; Sinha and Nair, 1968; Bruijn, 1971; Chew, 1972; Mathuswamy, 1974)

ใบ	83-878	มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด
เปลือกของหัว	150-1,110	มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด
เนื้อของหัว	5-490	มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด

2. วิธีลดสารไซยาไนต์

ขั้นตอนในการปรุงอาหารหรือแปรรูปมันสำปะหลังโดยทั่วไปนั้นจะเป็นการลดปริมาณสารไซยาไนต์ลง เพราะกรดไฮโดรไซยานิกจะระเหยออกไปเมื่อถูกความร้อน เช่น ตากแดด อบ คั่ว หรือย่าง เป็นต้น แต่สารที่เป็นต้นกำเนิดของกรดนี้ คือไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ ไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน และเอนไซม์ที่เปลี่ยนสารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ ให้เป็นกรดไฮโดรไซยานิก จะถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงกว่า 72 องศาเซลเซียส ดังนั้นขบวนการแปรรูปเพื่อลดสารไซยาไนต์นั้น ควรจะมีระยะเวลาหนึ่งที่คอยทำให้สารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ เปลี่ยนเป็นกรดไฮโดรไซยานิกเสียก่อน เมื่อใช้ความร้อน หรือนำไปตากก็จะทำให้กรดนี้ระเหยออกไป มาตรฐานปัจจุบันของ FAO/WHO กำหนดระดับความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ (Codex Alimentarius) ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้มีไซยาไนต์ในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

การหมัก จะมีเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ เข้าไปทำปฏิกิริยา ซึ่งการหมักจะทำให้เกิดสภาพเป็นกรด การเป็นกรดเป็นสภาพที่เหมาะสมที่จะทำให้สารไซยาโนเจนิก ไกลโคไซด์ เปลี่ยนเป็นกรดไฮโดรไซยานิก ซึ่งบางส่วนจะละลายน้ำออกไป โดยทั่วไปการหมักแล้วจึงนำไปทำให้แห้งโดยการตากแดดอีกครั้ง จะช่วยลดกรดไฮโดรไซยานิกได้ดีกว่าทำให้แห้งโดยตรง เช่น ตัวอย่างจากการทดลองของ จิรพรรณ (2518) ทดลองเกี่ยวกับใบมันสำปะหลังเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ ดังนี้

ชนิดของใบ	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
ใบมันสำปะหลังสด	113.80
ใบมันสำปะหลังแห้ง (อบที่ 70-80 องศาเซลเซียส)	26.10
ใบมันสำปะหลังหมักตากแห้ง	16.40

ความเป็นพิษของไซยาไนด์

อาการเฉียบพลันของ cyanide แบ่งได้เป็น 2 ระยะ อาการที่พบได้ในระยะแรกได้แก่ หายใจลำบาก (dyspnea) ปวดศีรษะ มึนงง หัวใจเต้นเร็ว (tachycardia) และความดันโลหิตสูง อาการที่พบได้ในระยะที่สอง ได้แก่ ร่างกายอยู่ในขั้นกึ่งโคม่า (stupor) หรือ โคม่า ผิวหนังเย็นและซี้น ชัก รุนแรง ตาค้างหรือขยาย การระบายลมหายใจบกพร่อง (hypoventilation) หัวใจเต้นช้า (bradycardia) หัวใจขัด (heart block) หัวใจเสียจังหวะของหัวใจห้องล่าง (ventricular arrhythmia) มีอาการเกร็งหลังแอ่น (opisthotonos) ขากรรไกรแข็ง (trismus) ปอดบวมน้ำ สุดท้ายเกิดสภาวะหัวใจ-ระบบหายใจล้มเหลวโดยสมบูรณ์และเสียชีวิต (Vernot et al., 1977)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

พันธุ์มันสำปะหลัง KU 50, KUKM045, KUKM060

อุปกรณ์

อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล

1. ไม้เมตร
2. เข่ง
3. Tag
4. มีด
5. เครื่องชั่ง ขนาด 60 กิโลกรัม
6. Cork borer เบอร์ 6
7. ถุงพลาสติกซิปล็อก

อุปกรณ์ใช้วัดค่าไซยาไนด์

1. ตัวอย่างใบมัน
2. หลอดทดลอง ขนาด 15 มิลลิลิตร
3. Picrate Paper
4. ตะเกียบ
5. น้ำกลั่น
6. Phosphate buffer
7. Linamarase enzyme
8. ปิเปต
9. Vortex Mixer
10. Spectrophotometer

วิธีการ

1. ปลุกทดสอบมันสำปะหลังจำนวน 3 พันธุ์ คือ KU50 KUKM045 และ KUKM060 โดยมีพันธุ์ KU50 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ระยะปลูก 0.8×0.6 เมตร
2. การเก็บข้อมูล
 - 2.1 เก็บข้อมูลความสูงต้นที่อายุ 8 และ 12 เดือน
 - 2.2 เก็บตัวอย่างใบมันโดยใช้ Cork borer เบอร์ 6 เจาะไปที่ 5 จากยอด และเก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกซิปล็อกและเก็บไว้ในกล่องที่มีความเย็น
 - 2.3 เก็บข้อมูลน้ำหนักใบสดที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือน
 - 2.4 เก็บข้อมูลน้ำหนักต้นและน้ำหนักหัวสดที่อายุ 12 เดือน
3. การวัดปริมาณไซยาไนด์
 - 3.1 เตรียมใบมัน
 - 3.2 ผสม Phosphate buffer ปริมาณ 36 มิลลิลิตร และ Linamarase enzyme ปริมาณ 0.144 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน
 - 3.3 นำใบมันมาบดในหลอดทดลองที่มีสารละลายที่เตรียมไว้จำนวน 500 ไมโครลิตร จากนั้นปิดฝาหลอดทดลองที่มี Picrate Paper อยู่เพื่อดูดซับไฮโดรเจนไซยาไนด์ แล้วแช่ตู้เย็นทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
 - 3.4 จากนั้นนำ Picrate Paper ออกมาแล้วแปะลงในกระดาษ A4
 - 3.5 ใส่ น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองอันใหม่ พร้อมนำ Picrate Paper ลงในหลอดทดลองทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อทำการละลาย
 - 3.6 นำหลอดทดลองใส่เครื่อง Vortex Mixer เพื่อให้สีของ Picrate Paper เสมอกันและนำไปวัดค่าความดูดกลืนแสงโดยเครื่อง Spectrophotometer
4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของลักษณะต่างๆตามแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design ; RCBD) โดยใช้โปรแกรม STAR (Statistical Tool for Agricultural Research) version 2.0.1

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

1.สถานที่ทำการวิจัย

- สถานีวิจัยทับกวาง ตำบลทับกวาง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี
- สถานีวิจัยเขาคันทรง ตำบลเขาคันทรง อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา
- ห้องปฏิบัติการอาคารชีวสารสนเทศ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.ระยะเวลาทำการวิจัย

5 มิถุนายน 2561 – 24 กรกฎาคม 2562

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาเพื่อประเมินสายพันธุ์มันสำปะหลังให้มีผลผลิตใบสดสูงและปริมาณไซยาไนด์ต่ำ จำนวน 3 พันธุ์ โดยใช้พันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงความสูงของต้นมันสำปะหลังที่อายุ 8 และ 12 เดือนที่สถานีวิจัยทับกวางและสถานีวิจัยเขาหินซ้อน

Variety	PLANT HEIGHT AT 8 MONTHS (CM)	PLANT HEIGHT AT 12 MONTHS (CM)
KU50	286.500 A	322.000
KUKM045	227.500 B	280.000
KUKM060	200.833 B	280.333
p-value	0.008	0.109

ผลการทดลองพบว่า ความสูงของต้นมันสำปะหลังของทับกวางที่ช่วงอายุ 8 เดือน พันธุ์ KU50 มีความสูงมากที่สุด คือ 286.5 เซนติเมตร และที่ช่วงอายุ 12 เดือน ทั้งสามพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน

Variety	PLANT HEIGHT AT 8 MONTHS (CM)	PLANT HEIGHT AT 12 MONTHS (CM)
KU50	158.000 A	219.500
KUKM045	101.500 B	214.500
KUKM060	167.750 A	238.500
p-value	0.004	0.361

ผลการทดลองพบว่า ความสูงของต้นมันสำปะหลังของเขาหินซ้อนที่ช่วงอายุ 8 เดือน พันธุ์ KU50 และ KUKM060 มีความสูงมากกว่าพันธุ์ KUKM045 และที่ช่วงอายุ 12 เดือน ทั้งสามพันธุ์มีความสูงไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 แสดงดัชนีการเก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นและน้ำหนักหัวสดอายุ 12 เดือนที่สถานีวิจัยทับทวง และสถานีวิจัยเขาหินซ้อน

Variety	HARVEST INDEX	STEM WEIGHT (KG/ต้น)	ROOT WEIGHT (KG/ต้น)
KU50	0.407	2.245	3.502 A
KUKM045	0.288	1.652	1.800 B
KUKM060	0.321	1.658	3.077 A
p-value	0.105	0.083	0.001

ผลการทดลองพบว่า ดัชนีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของทับทวง และน้ำหนักต้นมันสำปะหลังทั้งสามพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน และน้ำหนักหัวมันสำปะหลัง พันธุ์ KU50 และ KUKM060 มีน้ำหนักหัวมากที่สุด

Variety	HARVEST INDEX	STEM WEIGHT (KG/ต้น)	ROOT WEIGHT (KG/ต้น)
KU50	0.360 A	0.453 B	0.735 A
KUKM045	0.331 AB	0.257 B	0.446 B
KUKM060	0.269 B	0.780 A	0.831 A
p-value	0.040	0.002	0.007

ผลการทดลองพบว่า ดัชนีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของเขาหินซ้อน พันธุ์ KU50 มีดัชนีการเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับพันธุ์ KUKM045 และน้ำหนักต้นมันสำปะหลัง พันธุ์ KUKM060 มีน้ำหนักต้นมากที่สุด และน้ำหนักหัวมันสำปะหลัง พันธุ์ KU50 และ KUKM060 มีน้ำหนักหัวมากที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักใบสดที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือนที่สถานีวิจัยทับกวางและสถานีวิจัยเขาคินซอน

Variety	LEAF WEIGHT AT 4 MONTHS (KG/ต้น)	LEAF WEIGHT AT 8 MONTHS (KG/ต้น)	LEAF WEIGHT AT 12 MONTHS (KG/ต้น)
KU50	0.781	0.204	2.154
KUKM045	0.450	0.018	2.225
KUKM060	0.740	0.176	4.844
p-value	0.055	0.075	0.196

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักใบสดของทับกวางในช่วงอายุ 4, 8 และ 12 เดือน มีปริมาณผลผลิตน้ำหนักใบสดไม่แตกต่างกัน

Variety	LEAF WEIGHT AT 4 MONTHS (KG/ต้น)	LEAF WEIGHT AT 8 MONTHS (KG/ต้น)	LEAF WEIGHT AT 12 MONTHS (KG/ต้น)
KU50	0.275 B	0.009 AB	0.518 B
KUKM045	0.155 C	0.002 B	0.481 B
KUKM060	0.427 A	0.017 A	1.038 A
p-value	0.001	0.004	0.002

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักใบสดของเขาคินซอนในช่วงอายุ 4 เดือน พันธุ์ KUKM060 มีปริมาณน้ำหนักใบสดมากที่สุด ช่วงอายุ 8 เดือน พันธุ์ KUKM060 และ KU50 มีปริมาณน้ำหนักใบสดใกล้เคียงกัน และช่วงอายุ 12 เดือน พันธุ์ KUKM060 มีปริมาณน้ำหนักใบสดมากที่สุด

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณไซยาไนด์ที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือนที่สถานีวิจัยทับกวางและสถานีวิจัยเขาหินซ้อน

Variety	HCN CONTENT IN LEAF AT 4 MONTHS (PPM)	HCN CONTENT IN LEAF AT 8 MONTHS (PPM)	HCN CONTENT IN LEAF AT 12 MONTHS (PPM)
KU50	366.502 AB	221.642	242.055
KUKM045	122.167 B	97.299	209.000
KUKM060	835.794 A	162.164	266.630
p-value	0.017	0.112	0.883

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังของทับกวางในช่วงอายุ 4 เดือน พันธุ์ KUKM060 และ KU50 มีปริมาณไซยาไนด์ในใบใกล้เคียงกัน และช่วงอายุ 8 และ 12 เดือน ทั้งสามพันธุ์มีปริมาณไซยาไนด์ไม่แตกต่างกัน

Variety	HCN CONTENT IN LEAF AT 4 MONTHS (PPM)	HCN CONTENT IN LEAF AT 8 MONTHS (PPM)	HCN CONTENT IN LEAF AT 12 MONTHS (PPM)
KU50	456.340 B	283.503	97.299
KUKM045	341.633 B	87.662	72.430
KUKM060	888.744 A	211.384	203.301
p-value	0.004	0.253	0.141

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังของเขหินซ้อนในช่วงอายุ 4 เดือน พันธุ์ KUKM060 มีปริมาณไซยาไนด์มากที่สุด และช่วงอายุ 8 และ 12 เดือน ทั้งสามพันธุ์มีปริมาณไซยาไนด์ไม่แตกต่างกัน

สรุป

ในการคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตใบสำหรับการเป็นอาหารสัตว์พบว่า สายพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตใบสูงที่สุด คือ พันธุ์ KUKM060 ซึ่งจะนำไปใช้ทดสอบเพื่อคัดเลือกเป็นพันธุ์แนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จิรพรรณ นพวงศ์ ณ อยุธยา. 2518. การใช้ใบมันสำปะหลังหมักเป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับ
เลี้ยงสุกรรุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- แฉล้ม มาศวรรณ. 2552. การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์. หนังสือพิมพ์กสิกร. 82: 13-25.
- ธีระ สมหวัง. 2560. KUKM060 มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ที่ใช้ใบเป็นอาหารสัตว์. [ระบบออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=37331> (31 สิงหาคม 2562).
- ธีระ สมหวัง, สกล ฉายศรี และ สุเมศ ทับทิมเงิน. 2556. การคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อ
ใช้ใบเป็นอาหารสัตว์. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://journal.rmutto.ac.th/template/design/file_article/article.502pdf (31
มกราคม 2563)
- พูนศุข อตถะสัมปณณะ. 2526. งานวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์มันสำปะหลังของ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. รายงานการสัมมนา เรื่องการใช้
ประโยชน์จากมันสำปะหลัง. หน้า 103-114. ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย. 25 พฤษภาคม 2526, กรุงเทพฯ.
- วิจารณ์ วิชชุกิจ, เจริญศักดิ์ ไรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, เอ็จ สโรบล และ ประภาส ช่างเหล็ก. ม.ป.ป.
เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์มันสำปะหลังที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย. [ระบบ
ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://agron.agri.kps.ku.ac.th/index.php/th/research-argon/53-kasetsart-50-the-most-popular-cassava-cultivar-in-thailand> (31
สิงหาคม 2562).
- สุเทพ เรืองวิเศษ, นงลักษณ์ เรืองวิเศษ, ปิยวัฒน์ สายพันธุ์ และ นฤมล โพธิ์ศรีทอง. 2549.
ไซยาไนต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

อมรรัตน์ พรหมบุญ, สุนันทา รัตนโก และ ทิพย์มนต์ ภัทรารคร. ม.ป.ป. **พืชไซยาไนด์**. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/50/plant/03_plant/03_plant.html (16 เมษายน 2563).

Bediako, M.K.B., B.A. Tapper, and G.G. Pritchard. 1981. **Metabolism, synthetic site, and translocation of cyanogenic glycosides in cassava**, pp. 143-148.

Bisset, F.H., R.C. Clapp, R.A. Coburn, M.G. Ettlinger, and L. Long. 1969. **Cyanogenesis in manioc: concerning lotaustralin**. *Phytochemistry* 8 : 2235-2247.

Bruijn, G.H. De. 1971. **Etude du carактер cyanogenetique du manioc (Manihot esculenta (L) Crantz)**. *Mededelingen Landbouwhogeschool* 71(13) : 1-140.

Butler, G.W. 1965. **The distribution of the cyanoglucosides, linamarin and lotaustralin in higher plants**. *Phytochemistry* 4 : 127-131.

Chew, M.Y. 1972. **Cyanide content of tapioca (Manihot utilissima)**. *Malaysian Agricultural Journal* 48(4) : 354-356.

Chulavatnatol, M., T. Eksittikul, P. Chalermisrachai and P. Kisamanonta. 1988. **Toward cyanide-free cassava**. Paper presented at the Eight Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Bangkok, Thailand. Oct. 30 – Nov. 5, 1988.

Wannapat, M. 2002. **The role of cassava hay as animal feed**. Paper presented at 7th regional workshop, held in Bangkok, Thailand. Oct. 28 - Nov. 1, 2002 (in press).

ภาคผนวก



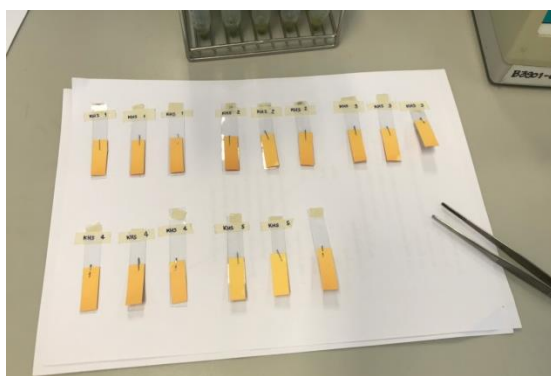
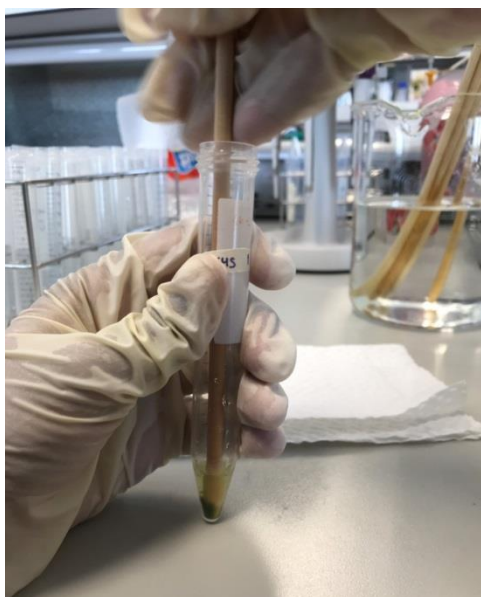
ภาคผนวกที่ 1 วัดความสูงต้นมันสำปะหลัง



ภาคผนวกที่ 2 เก็บตัวอย่างใบมัน



ภาคผนวกที่ 3 ชั่งน้ำหนักใบสด หัว และต้นมันสำปะหลัง



ภาคผนวกที่ 4 วัดปริมาณไซยาไนด์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวเรณูภา ธรรมชาติ
วัน เดือน ปี เกิด	6 พฤษภาคม 2541
สถานที่เกิด	ตำบลบางบุตร อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมตากสินระยอง
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-