

การประเมินผลผลิตและเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังบริโภคลูกผสมปี 2560

Evaluation of Yield and Texture Quality in 2017 Edible Cassava Hybrids

กุสุมา รอดแพ้วพาล^{1/*} กาญจนา กิระศักดิ์^{2/} ทนุธรรม บุญฉิม^{2/} ศยามล แก้วบรรจง^{3/} ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่^{4/}
ทิพย์ตรุณี สิทธินาม^{5/} เฌอรัชต์พัชร เขียววิชัย^{6/} ชฎาพร อินเปลี่ยน^{1/} สุวลักษณ์ คั่นสนีย์^{1/} ธนาวดี คำชู^{1/}

Kusuma Rodpeawpan^{1/*} Kanjana Kirasak^{2/} Thanutham Boonchim^{2/}

Sayamol Kaewbunjong^{3/} Chatchewin Dawyai^{4/} Tipdarunee Sittinam^{5/} Choeratphatchra Khieowichai^{6/}

Chadaporn Inplean^{1/} Suwaluk Sansanee^{1/} Tanavadee Kumchoo^{1/}

Received 1 May 2025/Revised 19 Jun. 2025/Accepted 19 Jun. 2025

ABSTRACT

Evaluating the yield performance of new cassava varieties under diverse environmental conditions is a crucial step in identifying promising varieties for dissemination to farmers. The objective of this research was to evaluate the yield potential and textural quality of 2017 edible cassava hybrids across multiple environments. A randomized complete block design in three replications was conducted from May 2022 to May 2023 across six environments—Rayong, Khon Kaen, Sukhothai, Lop Buri, Kanchanaburi, and Songkhla provinces—using four edible cassava hybrids (CMRE60-03-02, CMRE60-03-13, OMRE60-01-02, and OMRE60-02-12) and two check varieties (Hanatee and DOA Rayong2). The results from combined analysis of variance indicated that the OMRE60-01-02, CMRE60-03-13, and CMRE60-03-02 lines had similar average fresh root yield of 4,794, 4,538 and 4,207 kg/rai, respectively. These three varieties showed significantly higher average fresh root yield than the two check varieties, being 70, 61 and 49% higher than Hanatee, and 57, 48 and 38% higher than DOA Rayong2, respectively. The GGE biplot analysis indicated that the OMRE60-01-02 line had the highest average fresh root yield and high yield

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อ.เมือง จ.ระยอง 21150

^{1/} Rayong Field Crops Research Center, Mueang, Rayong 21150, Thailand

^{2/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

^{2/} Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang, Khon Kaen 40000, Thailand

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส อ.สุไหงปาดี จ.นราธิวาส 96140

^{3/} Narathiwat Agriculture Research and Development Center, Su-ngai Padi, Narathiwat 96140, Thailand

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย 64120

^{4/} Sukhothai Agriculture Research and Development Center, Si Samrong, Sukhothai 64120, Thailand

^{5/} ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย อ.ภูเรือ จ.เลย 42160

^{5/} Loei Horticultural Research Center, Phu Ruea, Loei 42160, Thailand

^{6/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี อ.เมือง จ.ลพบุรี 15210

^{6/} Lop Buri Seed Research and Development Center, Mueang, Lop Buri 15210, Thailand

* Corresponding author: kusuma357@gmail.com

stability, while the CMRE60-03-13 line exhibited lower yield stability but no significant difference in average fresh root yield with the OMRE60-01-02 line. Meanwhile, Hanatee exhibited the highest yield stability but the lowest yield. Steamed cassava from the CMRE60-03-13 line had a higher textural quality than that from Hanatee and OMRE60-01-02. Therefore, the hybrid cassava line CMRE60-03-13 is suitable for recommendation to farmers due to its high yield and desirable textural quality when steamed.

Keywords: edible cassava; yield performance; steamed cassava; texture; GGE analysis

บทคัดย่อ

การทดสอบผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ในหลายสภาพแวดล้อมเป็นขั้นตอนสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ดีเพื่อแนะนำเกษตรกร วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังบริโภคลูกผสมปี 2560 ในหลายสภาพแวดล้อม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 3 ซ้ำ ระหว่าง เดือน พ.ค. 2565–พ.ค. 2566 ใน 6 สภาพแวดล้อม ได้แก่ จ. ระยอง ขอนแก่น สุโขทัย ลพบุรี กาญจนบุรี และสงขลา ประกอบด้วยมันสำปะหลังบริโภคลูกผสม 4 สายพันธุ์ คือ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-01-02 และ OMRE60-02-12 และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ห่านาฮี และ กวก. ระยอง2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่าสายพันธุ์ OMRE60-01-02 CMRE60-03-13 และ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันเฉลี่ย 4,794 4,538 และ 4,207 กก./ไร่ ตามลำดับ

ทั้ง 3 สายพันธุ์นี้ ให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์ห่านาฮี และ กวก. ระยอง2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์ห่านาฮี 70 61 และ 49% ตามลำดับ และสูงกว่า กวก. ระยอง2 57 48 และ 38% ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ GGE biplot พบว่ามันสำปะหลังสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด และมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตสูง ส่วนสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ OMRE60-01-02 แต่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตต่ำกว่า ในขณะที่พันธุ์ห่านาฮีมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตสูงสุด แต่ให้ผลผลิตต่ำที่สุด มันสำปะหลังหนึ่งที่ทำจากสายพันธุ์ CMRE60-03-13 มีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าพันธุ์ห่านาฮีและ OMRE60-01-02 ดังนั้น มันสำปะหลังลูกผสมสายพันธุ์ CMRE60-03-13 จึงเหมาะสำหรับแนะนำเกษตรกร เนื่องจากให้ผลผลิตหัวสดและคุณภาพเนื้อสัมผัสหลังนึ่งสูง

คำสำคัญ: มันสำปะหลังบริโภค; การประเมินผลผลิต; มันสำปะหลังนึ่ง; เนื้อสัมผัส; การวิเคราะห์ GGE

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง (ชัยวัช, 2566) มันสำปะหลังมีสารประกอบไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์ (cyanogenetic glucosides) ที่จะเปลี่ยนเป็นกรดไฮโดรไซยานิกหรือไซยาไนด์ ซึ่งเป็นพิษ พบมากที่เปลือกหัวมันสำปะหลัง และเนื้อหัวมันสำปะหลังชนิดหวานจะมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำ และการแปรรูปอย่างถูกวิธีจะช่วยลดปริมาณไซยาไนด์ได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) มันสำปะหลังชนิดหวานเป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำ ทำให้มีรสไม่ขม มีทั้งชนิดเนื้อร่วน นุ่ม และเนื้อแน่นเหนียว นิยมนำมารับประทาน

โดยการต้ม นึ่ง ย่าง อบ และเชื่อม หรือใช้เป็นวัตถุดิบ ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่าง ๆ หรือเป็น ทางเลือกสำหรับผู้แพ้งลูเตน (จิณฉาร, 2552) เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังบริเวณกระจายอยู่ใน จ.กาญจนบุรี กำแพงเพชร ขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุบลราชธานี นครราชสีมา ลำปาง และนครสวรรค์ รวมพื้นที่กว่า 3,200 ไร่ ผลผลิตส่วนใหญ่จำหน่ายใน ตลาดสดราคา 15-25 บาท/กก. ขณะที่บางส่วนแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น มันแผ่นทอดกรอบ เฟรนช์ฟรายส์มันสำปะหลัง บราวนี่ มันสำปะหลัง อบกรอบ และวอฟเฟิล โดยกลุ่มวิสาหกิจแปรรูป มันสำปะหลังใน จ.ระยอง นครสวรรค์ และ นครราชสีมา ซึ่งช่วยสร้างรายได้เสริมและเพิ่มมูลค่า ให้แก่เกษตรกร (นิรนาม, 2561; อาทิตย์, 2561)

มันสำปะหลังชนิดหวานที่เหมาะสมสำหรับการ บริโภค ได้แก่ พันธุ์ห่านาที่ ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูก มานานในประเทศ มีลักษณะเด่นคือ มีเนื้อร่วนซุย เหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นขนม เช่น มันเชื่อม หรือมันย่าง มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในหัวต่ำ ด้านทานต่อโรคใบไหม้ ให้ผลผลิตสูงในสภาพร่องสวน 4-5 ตัน/ไร่ อย่างไรก็ตาม ในสภาพไร่พันธุ์นี้ให้ผลผลิต หัวสดค่อนข้างต่ำ 1.5-3.0 ตัน/ไร่ ปี พ.ศ. 2527 กรมวิชาการเกษตรได้รับรองพันธุ์มันสำปะหลังบริโภค พันธุ์แรก คือ พันธุ์ กวก. ระยอง 2 ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ เนื้อแน่นเหนียว รสหวาน สีเหลือง มีปริมาณแคโรทีนสูง เหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นมันแผ่นทอดกรอบ อีกทั้งยังมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในหัวต่ำ และให้ ผลผลิตหัวสดในสภาพไร่ 2.8-3.5 ตัน/ไร่ (จิณฉาร, 2552) มีการดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง บริโภคอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2560 ได้สร้าง มันสำปะหลังลูกผสมปี 2560 (สุวลักษณ์และคณะ, 2560ก) ผ่านการคัดเลือกในขั้นตอนการคัดเลือกปีที่ 1 (สุวลักษณ์และคณะ, 2560ข) และปีที่ 2 (กุสุมาและ

คณะ, 2561) ประเมินผลผลิตในขั้นตอนเปรียบเทียบ เบื้องต้น (กุสุมาและคณะ, 2563ก) เปรียบเทียบ มาตรฐาน (กุสุมาและคณะ, 2563ข) และเปรียบเทียบ ในท้องถิ่น สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ ก้าวหน้าที่มีคุณสมบัติเด่น คือ ให้ผลผลิตหัวสดสูง มี รสชาติและเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่งและ เฟรนช์ฟรายส์มันสำปะหลังใกล้เคียงกับพันธุ์ห่านาที่ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-01-02 และ OMRE60-02-12 (สุวลักษณ์, 2564; กุสุมาและคณะ, 2567) และต้องนำไปประเมิน ศักยภาพการให้ผลผลิตในขั้นตอนการเปรียบเทียบใน ไร่เกษตรกร ซึ่งเป็นการทดสอบพันธุ์ในสภาพแวดล้อม ที่หลากหลายเพื่อศึกษาความสามารถในการปรับตัว ของแต่ละสายพันธุ์

การให้ผลผลิตมันสำปะหลังในแต่ละ สภาพแวดล้อมอาจแตกต่างกันไปเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งส่งผลต่อ เสถียรภาพของพันธุ์ (Eberhart and Russell, 1966) ลักษณะที่ปรากฏหรือฟีโนไทป์ (phenotype, P) เป็น ผลมาจากอิทธิพลร่วมของจีโนไทป์ (genotype, G) สภาพแวดล้อม (environment, E) และปฏิสัมพันธ์ ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (genotype by environment interaction, GE) (ชูศักดิ์, 2562) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบหลายสภาพแวดล้อม สามารถทำได้หลายวิธี หนึ่งในวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง คือ การวิเคราะห์แบบ GGE biplot ซึ่งช่วยในการ คัดเลือกลูกผสมมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ใหม่ที่ ให้ผลผลิตหัวสดสูง และมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี (Noerwijati et al., 2014; Mtunguja et al., 2016; Lawal et. al., 2021) GGE biplot ใช้ข้อมูลอิทธิพล หลักของพันธุกรรมกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม กับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความ แปรปรวนจากการทดสอบหลายสภาพแวดล้อม

สามารถใช้ประเมินพันธุ์กรรมในอุดมคติ (ideal genotype) วิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิต รวมถึงเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อพันธุ์ โดยแสดงผลในรูปแบบกราฟทำให้การแปลผลง่ายขึ้น (ชูศักดิ์, 2562; Yan et al., 2000) มีหลายงานวิจัย พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อมใน ผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง (Noerwijati et al., 2014; Mtunguja et al., 2016) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน ศักยภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพเนื้อสัมผัส ของมันสำปะหลังบริโภคลูกผสมปี 2560 ในหลาย สภาพแวดล้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการ คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังบริโภคน้ำหนักดีเหมาะแก่ การบริโภคและให้ผลผลิตสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พันธุ์/สายพันธุ์มันสำปะหลังบริโภคลูกผสมและสถานที่ ทดสอบ

มันสำปะหลังบริโภคลูกผสม 4 สายพันธุ์ ได้แก่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-01-02 และ OMRE60-02-12 ใช้พันธุ์ห่านาที่และกวก. ระยะยง 2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ทดสอบ 6 สภาพแวดล้อม ได้แก่ อ.เมือง จ.ระยอง (RY) อ.เมือง จ.ขอนแก่น (KK) อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย (STI) อ.เมือง จ.ลพบุรี (LRI) อ.เมือง จ.กาญจนบุรี (KRI) และ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (SKA)

2. การปลูกมันสำปะหลังและการดูแลรักษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 4 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 5x8 ม. ระยะปลูก 100x80 ซม. ปลูก 5 แถว ๆ ละ 10 ต้น ประมาณ พ.ค.-มิ.ย. 2565 ปักท่อนพันธุ์แบบตั้งตรง เก็บเกี่ยว 3 แถวกลาง พื้นที่ เก็บเกี่ยว 3x6.4 ม. กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนและ สารกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 100 กก./ไร่

หลังปลูก 1 เดือนโดยขุดหลุมกึ่งกลางระหว่างต้นแล้ว ใส่ปุ๋ยจากนั้นพรวนดินกลบ เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ ครบ 10-12 เดือน

3. การวิเคราะห์คุณภาพของมันสำปะหลัง

ลักษณะคุณภาพของมันสำปะหลังควบคุม ด้วยพันธุ์กรรมเป็นหลัก (Mtunguja et al., 2016; Ogonna et al., 2021) จึงเลือกนำหัวมันสำปะหลัง สดจากแปลงทดลองระยะยงมาวิเคราะห์

3.1 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลัง นี้ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT PlusC คุณภาพ ด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนี้ ได้แก่ ความแข็ง (hardness) และความเหนียว (adhesiveness) ใช้หัว P/2 (2 mm diameter cylinder probe) โดยใช้ pre-test speed test speed และ post-test speed ที่ความเร็ว 1 2 และ 10 มม./วินาที ตามลำดับ และ distance 15 มม. หาค่าแรงสูงสุด ค่าเฉลี่ยในแต่ละ ตัวอย่าง ๆ ละ 9 ชิ้น

3.2 วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ โดยวิธี rapid evaluation ของ Williams and Edwards (1980)

3.3 คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต พลังงานทั้งหมด และพลังงาน จากไขมัน ทดสอบโดย ศูนย์บริการประกันคุณภาพ อาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การวิเคราะห์ผลผลิตหัวสดและองค์ประกอบ ผลผลิต

4.1 ผลผลิตหัวสด ซึ่งน้ำหนักหัวสดในพื้นที่ เก็บเกี่ยว หลังจากขุดและสับหัวมันสำปะหลังออก จากเหง้าแล้วคำนวณผลผลิตหัวสดเป็นหน่วย กก./ไร่

4.2 ปริมาณแป้งในหัวสด โดยสุ่มหัวสดมัน สำปะหลังในพื้นที่เก็บเกี่ยว สับเป็นท่อนยาวประมาณ

7 ซม. ใช้ตัวอย่างหัวสด 5 กก./แปลงย่อย วัดด้วยเครื่องชั่ง Reimann scale

4.3 ดัชนีเก็บเกี่ยว ชั่งน้ำหนักสดของต้น ใบ เหน้ง และหัวสด ในพื้นที่เก็บเกี่ยว คำนวณดัชนีเก็บเกี่ยว = น้ำหนักหัวสด/(น้ำหนักต้น ใบ เหน้ง+น้ำหนักหัวสด)

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) และวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธี GGE biplot ตามวิธีของชูศักดิ์ (2562)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ลักษณะเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลัง

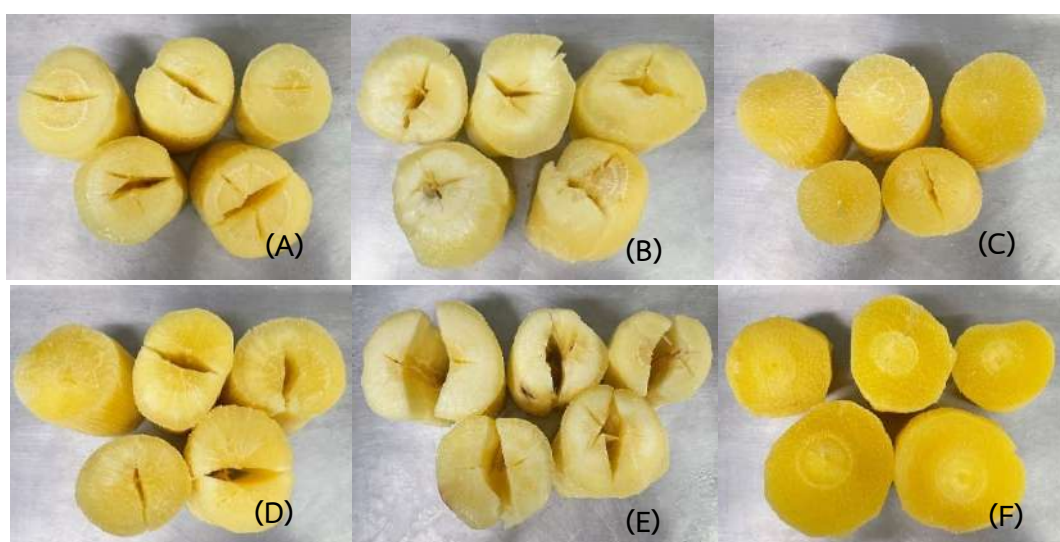
ลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหารเป็นผลประกอบกันของคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างธรรมชาติเริ่มต้นของสาร ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารจึงมีความจำเป็น และสำคัญอย่างมากต่อการยอมรับของผู้บริโภค การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังหนึ่งจากมันสำปะหลังทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ (Figure 1) เป็นการทดสอบที่เลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ (imitative measurement) ค่าเนื้อสัมผัสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับตัวอย่างต่อเวลา ผ่านการกดของหัวกด 2 ครั้ง ค่าความแข็งของตัวอย่าง คือ แรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูป (คุณภาพทางกายภาพ) หรือแรงที่ใช้ในการกดตัวอย่างระหว่างกรามเพื่อเปลี่ยนรูปร่างตัวอย่าง (คุณภาพทางประสาทสัมผัส) และค่าความสามารถในการเกาะติดผิววัสดุหรือความเหนียว คือ งานที่ใช้ในการเอาชนะแรงระหว่างพื้นผิวของตัวอย่างกับพื้นผิวของวัสดุอื่นที่ตัวอย่างสัมผัสอยู่ (คุณภาพทางกายภาพ) หรือ แรงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายตัวอย่างที่ติดอยู่ในปาก (โดยปกติ คือ เพดานปาก) ใน

ระหว่างกระบวนการเคี้ยว (คุณภาพทางประสาทสัมผัส) (ธัญญาภรณ์, 2550) พบว่า พันธุ์/สายพันธุ์ที่นำมาทดลองมีความแข็งไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 มีความแข็งน้อยที่สุด 486.5 ก. รองลงมา คือ CMRE60-03-13 มีค่าความแข็ง 515.2 ก. โดยทั้ง 2 สายพันธุ์มีความแข็งใกล้เคียงกับพันธุ์ห่านาที่ Maieves et al. (2012) รายงานว่า ค่าความแข็งของหัวมันสำปะหลังสุกขึ้นอยู่กับพันธุ์มันสำปะหลัง ด้านความเหนียว พบว่า พันธุ์/สายพันธุ์ที่นำมาทดลองมีความเหนียวแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ สายพันธุ์ CMRE60-03-13 มีความเหนียวน้อยที่สุด 3,658 ก.วินาที ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญกับ ห่านาที่ และ OMRE60-02-12 ที่มีความเหนียว 3,864 และ 4,063 ก.วินาที ตามลำดับ (Table 1) นงนุช (2006) รายงานว่า หัวมันสำปะหลังที่มีไซยาไนด์ต่ำเมื่อผ่านการต้มสุกจะได้เนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันสามารถจำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสร่วนซุย (mealy) กลุ่มที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแบบแน่นเนื้อ (firm) และกลุ่มที่มีลักษณะแบบผสมระหว่างร่วนซุยและแน่นเนื้อ (mealy and firm) โดยมันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที่เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแบบร่วนซุย และเมื่อศึกษาในระดับเซลล์ของหัวมันสำปะหลัง พบว่า ทุกสายพันธุ์มีลักษณะรูปร่างเหมือนกัน คือ เป็นรูปสี่เหลี่ยมถึงหลายเหลี่ยม โดยที่หัวมันสดของสายพันธุ์ที่มีเนื้อสัมผัสแบบร่วนซุยจะมีช่องว่างระหว่างเซลล์มากกว่าสายพันธุ์ที่มีเนื้อสัมผัสแบบแน่นเนื้อ และเมื่อผ่านการต้มสุก พบว่า พันธุ์ห่านาที่ซึ่งมีเนื้อร่วนซุยจะเกิดลักษณะการแยกระหว่างเซลล์มากกว่าในเซลล์ของสายพันธุ์ที่ให้เนื้อสัมผัสแบบแน่นเนื้อ ดังนั้น คุณภาพเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังขึ้นอยู่กับพันธุ์ เวลาเก็บเกี่ยว และสภาพแวดล้อมในตลอดช่วงฤดูกาลเจริญเติบโต (Eggleston and Asiedu, 1994; Ngeve, 2003)

Table 1 HCN, hardness and adhesiveness of cassava steam from six cassava lines/varieties

Lines/varieties	HCN (ppm)	Steamed cassava	
		Hardness (g)	Adhesiveness (g.sec)
CMRE60-03-02	400	704.2	5,712 c
CMRE60-03-13	300	515.2	3,658 a
OMRE60-01-02	350	745.5	5,441 c
OMRE60-02-12	250	486.5	4,063 ab
DOA Rayong2	350	870.0	4,855 bc
Hanatee	125	553.7	3,864 ab
Mean	296	645.8	4,599
CV (%)	50.4	34.1	14.7

Means in the same column followed by a common type of letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

**Figure 1** Six steamed cassava lines/varieties: (A) CMRE60-03-02; (B) CMRE60-03-13; (C) OMRE60-01-02; (D) OMRE60-02-12; (E) Hanatee; (F) DOA Rayong2

2. ปริมาณไซยาไนด์

Sundaresan et al. (1987) จำแนกมันสำปะหลังตามปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) non-bitter cassava มีปริมาณไซยาไนด์น้อยกว่า 100 มก./กก.หัวสด (2) bitter cassava มีปริมาณไซยาไนด์ 100-450 มก./กก. หัวสด และ (3) very bitter cassava มีปริมาณไซยาไนด์มากกว่า 450 มก./กก.หัวสด จากการศึกษาพบว่า ทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์มีปริมาณไซยาไนด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ 125-400 ppm โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-02 มีปริมาณไซยาไนด์สูงสุด 400 ppm ในขณะที่พันธุ์ห่านาที่มีปริมาณไซยาไนด์น้อยที่สุด

125 ppm (Table 1) แม้ทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ จัดอยู่ในกลุ่ม bitter cassava แต่หากนำไปแปรรูป หรือ ประกอบอาหารอย่างถูกวิธี จะสามารถลดปริมาณไซยาไนด์ได้ ปริมาณไซยาไนด์จะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ อายุ สภาพแวดล้อม ปุ๋ย และวิธีการวิเคราะห์ (จิณณจาร์, 2552; โอภาษ, 2563; Ndubuisi et al., 2018) ซึ่งสอดคล้องกับ Mtunguja et al. (2016) ที่รายงานว่า พันธุ์มันสำปะหลังมีผลต่อปริมาณไซยาไนด์มากกว่าสภาพแวดล้อม และ Ogbonna et al. (2021) ที่พบว่า cyanogenic potential มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง ($H^2 = 0.82$)

3. องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลังบริโภค ทั้ง 6 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน แอซคาร์โบไฮเดรต พลังงานทั้งหมด และพลังงานจากไขมันใกล้เคียงกัน โดยมันสำปะหลังบริโภค 4 สายพันธุ์ ได้แก่

CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-01-02 OMRE60-02-12 มีปริมาณโปรตีน 0.33 0.32 0.41 และ 0.70% ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบและทั้ง 4 สายพันธุ์มีปริมาณไขมัน 0.36 0.37 0.43 และ 0.30% ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 2)

Table 2 The chemical compositions of cassava six lines/varieties

Lines/Varieties	Main nutrients						
	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	Total carbohydrate (%)	Total energy (kcal/100g)	Energy from fat (kcal/100g)
CMRE60-03-02	73.66	0.33	0.36	0.73	24.92	104.24	3.24
CMRE60-03-13	68.36	0.32	0.37	0.68	30.27	125.69	3.33
OMRE60-01-02	63.65	0.41	0.43	0.87	34.64	144.07	3.87
OMRE60-02-12	68.34	0.70	0.30	0.96	29.70	124.30	2.70
DOA Rayong2	68.96	0.30	0.22	0.68	29.84	122.54	1.98
Hanatee	69.54	0.26	0.27	0.60	29.33	120.79	2.43

Table 3 Mean square of combined analysis on fresh root yield and starch content of six cassava lines/varieties across six environments

Source of variation	Df	Fresh root yield	Starch content
Environment (E)	5	48,924,109**	879.8**
Genotype (G)	5	19,827,394**	90.6**
G x E	25	3,273,122**	25.9
Error	90	625,924	6.6

* Significantly difference at $p < 0.05$, ** Significantly difference at $p < 0.01$

4. ผลผลิตหัวสด

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ผลผลิตหัวสด พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างจีโนไทป์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์กับสภาพแวดล้อม (Table 3) แสดงว่า มีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์กรรมของจีโนไทป์ สภาพแวดล้อมที่ทดลองและการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิตหัวสดได้รับอิทธิพลอย่างมากจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า มีความแตกต่างระหว่างจีโนไทป์ และสภาพแวดล้อม (Table 3) แต่ไม่พบความแตกต่างของปฏิสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์กับสภาพแวดล้อม แสดงว่า มีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์กรรมของจีโนไทป์

สภาพแวดล้อมที่ทดลอง แต่การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณแป้งในหัวสดไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับการทดลองของจำลักษณะและคณะ (2550) พบว่า ผลผลิตหัวสดผลผลิตหัวแห้ง และปริมาณแป้งในหัวสด ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยของสภาพแวดล้อม พันธุ์ และอิทธิพลร่วมของพันธุ์กับสภาพแวดล้อม

มันสำปะหลังลูกผสมปี 2560 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 2,803-4,794 กก./ไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบได้แก่ พันธุ์ห่านาที่และ กวก. ระยอง2 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 2,824 และ 3,058 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 CMRE60-03-13 และ

CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห่านาที่และกวก. ระยอง2 (Table 4) แปลงทดสอบระยองและสงขลา ให้ผลผลิตหัวสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แปลงทดสอบขอนแก่น สายพันธุ์ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสด 4,155 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แปลงทดสอบสุโขทัย สายพันธุ์ CMRE60-03-13 และ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตสูงสุด 9,000 และ 8,202 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่และ กวก. ระยอง2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แปลงทดสอบลพบุรี สายพันธุ์ CMRE60-03-13 OMRE60-01-02 และ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตสูงสุด 3,165 3,173 และ 2,810 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่และ กวก. ระยอง2 อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ แปลงทดสอบกาญจนบุรี สายพันธุ์ OMRE60-01-02 และ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตสูงสุด 6,781 และ 5,667 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่ และกวก. ระยอง2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยทั้ง 6 สถานที่ทดสอบ พบว่า สายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 4,794 กก./ไร่ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 และ CMRE60-03-02 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,538 และ 4,207 กก./ไร่ โดยทั้ง 3 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห่านาที่ 70 61 และ 49% ตามลำดับ โดยพันธุ์ห่านาที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 2,824 กก./ไร่ (Table 4)

Table 4 Fresh root yield of six cassava lines/varieties evaluated across six locations in 2022/2023

Lines/varieties	Fresh root yield (kg/rai)						G-Mean	Relative to check (%)	
	RY	KK	STI	LRI	KRI	SKA		Hanatee	DOA Rayong2
CMRE60-03-02	3,858	4,155 a	6,300 b	2,810 a	5,427 ab	2,692	4,207 a	149	138
CMRE60-03-13	2,956	3,638 abc	9,000 a	3,165 a	5,667 a	2,803	4,538 a	161	148
OMRE60-01-02	2,894	3,909 ab	8,202 a	3,173 a	6,781 a	3,778	4,794 a	170	157
OMRE60-02-12	2,356	2,517 c	4,578 c	1,314 bc	4,000 bc	2,054	2,803 b	99	92
DOA Rayong2	2,780	3,625 abc	2,883 d	1,938 b	4,094 bc	3,028	3,058 b	108	100
Hanatee	2,852	2,867 bc	4,419 c	848 c	3,834 c	2,124	2,824 b	100	92
L-Mean	2,449	3,452	5,897	2,208	4,967	2,746	3,703	-	-
CV (%)	26.4	20.0	16.7	19.4	21.9	27.6	48.9	-	-

Means in the same column followed by a common type of letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Note: RY= Rayong, KK = Khon Kaen, STI = Sukhothai, LRI = Lop Buri, KRI = Kanchanaburi, SKA = Songkhla

5. ปริมาณแป้งในหัวสด

แปลงทดสอบระยอง พบว่า สายพันธุ์ OMRE60-01-02 และ OMRE60-02-12 มีปริมาณแป้งในหัวสด 22.1 และ 21.3% ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่และกวก. ระยอง2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แปลงทดสอบขอนแก่น สายพันธุ์ OMRE60-01-02 CMRE60-03-02 และ OMRE60-02-12 มีปริมาณแป้งในหัวสด 22.2 20.1 และ 19.7% ตามลำดับ

ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ห่านาที่ และ กวก.ระยอง2 แปลงทดสอบสุโขทัย สายพันธุ์ OMRE60-01-02 และ OMRE60-02-12 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 26.2 และ 24.4% ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ห่านาที่และกวก. ระยอง2 แปลงทดสอบลพบุรี 4 สายพันธุ์ มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ห่านาที่ และ กวก.ระยอง2 แปลงทดสอบกาญจนบุรีทั้ง 6

พันธุ์/สายพันธุ์ มีปริมาณแป้งในหัวสดไม่แตกต่างทางสถิติ แปลงทดสอบสงขลา สายพันธุ์ CMRE60-03-02 และ CMRE60-03-13 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 12.2 และ 11.9% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับพันธุ์ห่านาทีและ กวก.ระยอง2 (Table 5)

เมื่อพิจารณาปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยทั้ง 6 สถานที่พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-02 มีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 20.7% มากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบกับทั้งสองพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 และ OMRE60-01-02 ที่มีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ย 19.9 และ 19.8% ตามลำดับ ให้ปริมาณแป้งในหัวสดไม่แตกต่างจากพันธุ์ห่านาที แต่มากกว่าพันธุ์ กวก.

ระยอง2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 มีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ย 18.1% ใกล้เคียงกับพันธุ์ห่านาที (Table 5) ปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับโอภาษ (2563) ที่รายงานว่ามีปริมาณแป้งในหัวสดลดต่ำลงในช่วงเดือน พ.ค. และ มิ.ย. เนื่องจากมีกระบวนการนำแป้งที่สะสมไว้ในหัวไปสร้างใบใหม่อีกครั้งที่เรียกว่า regrowth นอกจากนี้ยังพบว่า แปลงทดลองสงขลาที่มีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี 3,124.7 มม. สูงกว่าแปลงอื่น ๆ ส่งผลให้ในหัวมันสำปะหลังชุ่มน้ำเมื่อวัดปริมาณแป้งจึงได้ต่ำกว่าหัวที่มีน้ำน้อย (เจริญศักดิ์และคณะ, 2530)

Table 5 Starch content and harvest index of six cassava lines/varieties from six locations in 2022/2023

Lines/varieties	Locations						G-Mean
	RY	KK	STI	LRI	KRI	SKA	
Starch content (%)							
CMRE60-03-02	19.8 abc	20.1 ab	21.1 b	19.1 a	26.8	12.2 a	20.7 a
CMRE60-03-13	18.7 bc	15.7 b	17.3 c	19.7 a	25.1	11.9 a	19.9 ab
OMRE60-01-02	22.1 a	22.2 a	26.2 a	20.9 a	28.4	4.3 c	19.8 ab
OMRE60-02-12	21.3 ab	19.7 ab	24.4 a	19.1 a	29.4	5.7 bc	18.1 abc
DOA Rayong2	13.4 d	17.7 ab	18.0 bc	14.0 b	23.3	6.9 b	15.5 c
Hanatee	17.5 c	22.0 a	19.8 bc	13.6 b	24.9	6.0 bc	17.3 bc
L-Mean	18.8	19.6	21.1	17.7	26.3	7.8	18.6
CV (%)	8.7	14.7	10.1	11.6	15.9	18.3	27.4
Harvesting index (HI)							
CMRE60-03-02	0.54 cd	0.49 a	0.50 b	0.30 b	0.49	0.38	0.45 b
CMRE60-03-13	0.58 bc	0.54 a	0.56 ab	0.29 b	0.49	0.39	0.48 b
OMRE60-01-02	0.68 a	0.55 a	0.60 a	0.38 a	0.62	0.47	0.55 a
OMRE60-02-12	0.50 d	0.43 b	0.52 b	0.16 c	0.44	0.37	0.40 cd
DOA Rayong2	0.61 b	0.50 a	0.38 c	0.25 b	0.51	0.42	0.45 bc
Hanatee	0.51 d	0.36 c	0.42 c	0.12 c	0.45	0.35	0.37 d
L-Mean	0.57	0.48	0.50	0.25	0.50	0.40	0.45
CV (%)	7.0	8.9	9.5	19.6	13.8	14.2	18.4

Means in the same column followed by a common type of letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Note: RY= Rayong, KK = Khon Kaen, STI = Sukhothai, LRI = Lop Buri, KRI = Kanchanaburi, SKA = Songkhla

6. ดัชนีเก็บเกี่ยว

เป็นตัวชี้ศักยภาพการให้ผลผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสม (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2558) พันธุ์ที่มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมากกว่า 0.50 แสดงว่าสามารถสร้างผลผลิตหัวสดได้มากกว่า 50 % ของผลผลิตทั้งหมด ดัชนีเก็บเกี่ยวจาก 6 สถานที่ พบว่า สายพันธุ์ OMRE60-01-02 และ CMRE60-03-13 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมากกว่าพันธุ์ห่านาที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสภาพแวดล้อมระยะของ ขอนแก่น สุโขทัย และลพบุรี แต่ไม่แตกต่างในสภาพแวดล้อมที่สภาพแวดล้อมกาญจนบุรีและสงขลา (Table 5) ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์ (Amarullah, 2020) ขณะที่มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโต คาร์โบไฮเดรตที่สร้างขึ้นด้วยการกระบวนการสังเคราะห์แสง จะส่งไปเพื่อกระจายน้ำหนักแห้งยังส่วนหัว ต้น และใบที่กำลังเจริญเติบโต แต่น้ำหนักแห้งที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่จะเคลื่อนย้ายไปยังต้นและหัว น้ำหนักแห้งอยู่ที่ส่วนของหัวมากที่สุด รองลงมา คือ ต้นและใบ (โอภาษ, 2563)

7. เสถียรภาพการให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังบริเวณ

พันธุ์กรรมในอุดมคติ (ideal genotype) ควรจะมีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพในทุกสภาพแวดล้อม ซึ่งพันธุ์กรรมในอุดมคติจะมีตำแหน่งอยู่ตรงหัวลูกศรที่มีวงกลมล้อมรอบบนเส้นตรงค่าเฉลี่ยแกนสภาพแวดล้อม (average-environment axis, AEA) พันธุ์กรรมที่อยู่ทางด้านบวกและมีความยาวของเวกเตอร์พันธุ์กรรมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุด และพันธุ์ที่อยู่ในพิภักที่เข้าใกล้แกน AEA มากกว่าจะเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง (ชูศักดิ์, 2562) เมื่อวิเคราะห์ GGE biplot ของลักษณะผลผลิตหัวสด เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง และมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี พบว่า อิทธิพลหลักของพันธุ์กรรม (PC1) มีค่า 85.78% และอิทธิพล

ปฏิสัมพันธ์ของพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อม (PC2) มีค่า 9.87% (Figure 2) ผลการวิเคราะห์ลำดับพันธุ์กรรมเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์กรรมในอุดมคติ จากกราฟ mean vs. stability พบว่า สายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตสูงที่สุดและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตสูง และเป็นพันธุ์ที่มีตำแหน่งอยู่ใกล้กับพันธุ์กรรมในอุดมคติ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 แต่เป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตต่ำกว่า โดยมีเส้นประที่ลากจากจุดพันธุ์กรรมมาตั้งฉากกับเส้น AEA ยาวกว่า อย่างไรก็ตาม กราฟ GGE biplot แสดงเปอร์เซ็นต์ PC1 สูง แสดงให้เห็นว่า genotype มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะมากกว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ถึงแม้ว่า CMRE60-03-13 มีค่าเสถียรภาพต่ำ แต่ให้ผลผลิตสูง และสูงกว่าพันธุ์ห่านาที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ดังนั้น การพิจารณาคัดเลือกพันธุ์กรรมที่น่าสนใจ สามารถพิจารณาได้จากการให้ผลผลิตได้มากกว่าเสถียรภาพการให้ผลผลิต สายพันธุ์ CMRE60-03-13 จึงเป็นสายพันธุ์ที่น่าสนใจในประเด็นการให้ผลผลิตหัวสด

8. การประเมินความจำเพาะด้านผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังบริเวณกับสภาพแวดล้อม

เมื่อวิเคราะห์ศักยภาพการให้ผลผลิตหัวสดของพันธุ์/สายพันธุ์มันสำปะหลังบริเวณในแต่ละสภาพแวดล้อมจากกราฟ GGE biplot (which won where/what) พบว่า สามารถแบ่งสภาพแวดล้อมทั้ง 6 ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ RY KK LRI KRI และ SKA กลุ่มที่ 2 ได้แก่ STI (Figure 3) โดยมันสำปะหลังบริเวณสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตดีที่สุดในสภาพแวดล้อมกลุ่มที่ 1 และสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตดีที่สุดในสภาพแวดล้อมกลุ่มที่ 2 อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ OMRE60-01-02 และ CMRE60-03-02 ทุกสภาพแวดล้อม (Table 4)

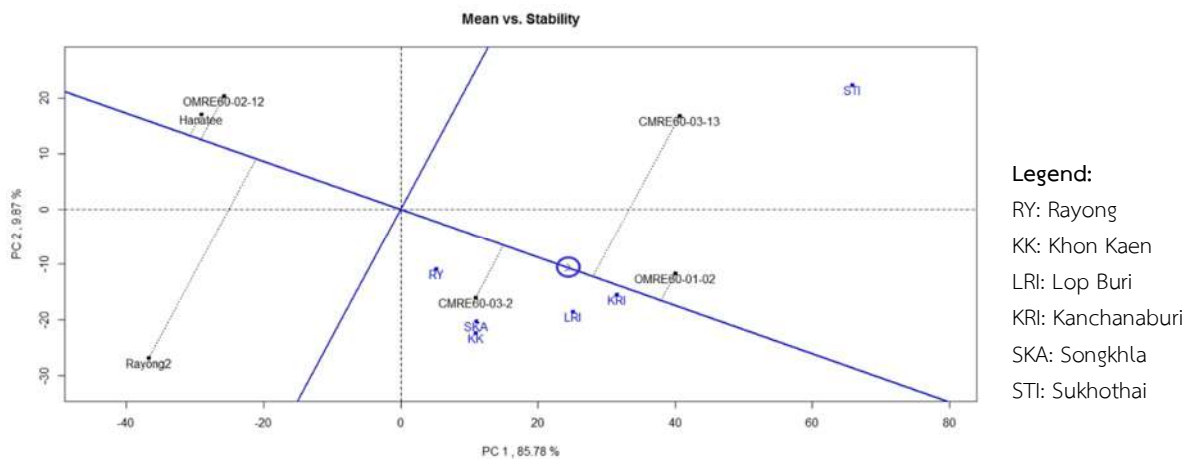


Figure 2 Evaluation of six edible cassava hybrids base mean on stability performance for fresh root yield across six environments by GGE biplot method

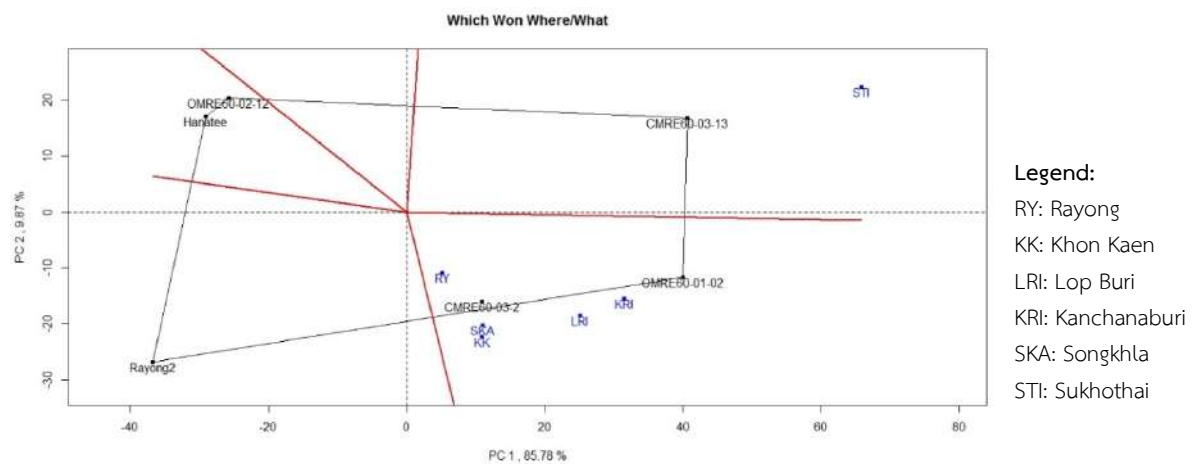


Figure 3 The which-won-where/what of the GGE biplot for fresh root yield showed six edible cassava hybrids genotypes for fresh root yield across six environments

เมื่อพิจารณาผลผลิต และคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เมื่อแปรรูปเป็นมันสำปะหลังหนึ่งของมันสำปะหลัง บริโภคลูกผสมปี 2560 ทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดสูง และมีเสถียรภาพ การให้ผลผลิตปานกลาง มีคุณภาพเนื้อสัมผัสของ มันสำปะหลังนี้ดีกว่าพันธุ์ห่านาที่ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ เกษตรกรนิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ส่วน สายพันธุ์ OMRE60-01-02 แม้จะให้ผลผลิตหัวสด เฉลี่ยสูงสุด และมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตสูง แต่มี คุณภาพเนื้อสัมผัสด้อยกว่าสายพันธุ์ CMRE60-03-13 และพันธุ์ห่านาที่

สรุปผลการทดลอง

การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิต ของ มันสำปะหลังบริโภคลูกผสมปี 2560 จาก 6 สภาพแวดล้อม และคุณภาพเนื้อสัมผัส พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูง 4,538 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่ 61% มีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ย 19.9% ใกล้เคียงกับ พันธุ์ห่านาที่ และมีดัชนีเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 0.48 สูงกว่าพันธุ์ ห่านาที่ เมื่อแปรรูปเป็นมันสำปะหลังนี้มีคุณภาพด้าน เนื้อสัมผัสดีกว่าพันธุ์ห่านาที่ จึงมีความเหมาะสมใน การแปรรูปเป็นมันสำปะหลังและแนะนำเป็นมันสำปะหลัง บริโภคสายพันธุ์ใหม่ให้แก่เกษตรกรในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- กุสุมา รอดแผ้วพาล อติศักดิ์ สายนา และจินณจาร์ หาญเศรษฐสุข. 2561. การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การคัดเลือกปีที่ 2 (ลูกผสมปี 2560). แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/plan/wpcontent/uploads/2021/05/142.3การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค-การคัดเลือกปีที่-2-ลูกผสม ปี-2560.pdf>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- กุสุมา รอดแผ้วพาล จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข และอติศักดิ์ สายนา. 2563ก. การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบเบื้องต้น (ลูกผสมปี 2560) แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/05/142.4การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค-เปรียบเทียบเบื้องต้น-ลูกผสมปี-2560.pdf>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- กุสุมา รอดแผ้วพาล รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ ทนุธรรม บุญนิม วารีย์ ทองมี สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ ธนาวดี คำชู ศุภาคุปต์ เคน นากาซึมา จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข และอติศักดิ์ สายนา. 2563ข. การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบมาตรฐาน (ลูกผสมปี 2560) แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2023/07/1525.pdf>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- กุสุมา รอดแผ้วพาล ขวภาพร อินเปลี่ยน สุวลักษณ์ ศันสนีย์ และธนาวดี คำชู. 2567. การเปรียบเทียบสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังบริโภคและอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนช์ฟรายส์. วารสารวิชาการเกษตร. 42(2): 131 -144.
- จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข. 2552. คุณสมบัติและประโยชน์ของหัวและแป้งมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร. 80 หน้า.
- จำลอง ศรีปัญญา วิจารณ์ วิชชุกิจ เจริญศักดิ์ ไรจนฤทธิ์ พิเชษฐ์ วัชร เลิศมงคล เอ็ง สโรบล ประภาส ช่างเหล็ก และสุภาวดี บุญมา. 2550. เสถียรภาพการให้ผลผลิตของ มันสำปะหลังสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. แหล่งข้อมูล: https://agkb.lib.ku.ac.th/ku/search_detail/result/10151. สืบค้น: 28 เมษายน 2568.
- เจริญศักดิ์ ไรจนฤทธิ์ พิเชษฐ์ ปิยะภูมิ พูลสงวน สมยศ พุทธเจริญ จำลอง เขียมจันรรจา และวิทยา แสงแก้วสุข. 2530.การศึกษาฤดูปลูกมันสำปะหลัง. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.). 21(2): 119-125.
- ชูศักดิ์ จอมพุท. 2562. วิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ปริมาณในการปรับปรุงพันธุ์พืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 507 หน้า.
- ชัยวัช โขวเจริญสุข. 2566. มันสำปะหลัง. แหล่งข้อมูล: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry/outlook/agriculture/cassava/io/cassava-2023-2025>. สืบค้น: 1 พฤษภาคม 2568.
- ธัญญารณ ศิริเลิศ. 2550. การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1): 6-13.
- นงนุช สิริวงศ์. 2006. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของ มันสำปะหลังต้มสุกในมันสำปะหลังชนิดไซยาไนด์ต่ำ. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.
- นิรนาม. 2561. เฟรนช์ฟรายส์จากมันสำปะหลังทำนาที่! อัปเดตค่าขนมขบเคี้ยวมีแคลเซียมไร้สาร. แหล่งข้อมูล: <https://www.naewna.com/likesara/342432>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2558. แบบบันทึก ข้อมูลงานวิจัยมันสำปะหลัง. หน้า 15-28. ใน: คู่มือการ บันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2558. มันสำปะหลัง: การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง แหล่งข้อมูล: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=17866>. สืบค้น: 1 พฤษภาคม 2568.
- สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข และอติศักดิ์ สายนา. 2560ก. การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค: การผสมพันธุ์ (ลูกผสมชุดปี 2560) แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/plan/wpcontent/uploads/2021/05/182.1การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค-การผสมพันธุ์-ลูกผสมชุดปี-2560-.pdf>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข กุลชาต นาคจันทิก กุสุมา รอดแผ้วพาล และวันปิติ บัวขาว. 2560ข. การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค: การคัดเลือกปีที่ 1 (ลูกผสมชุดปี 2560) รายงานผลงาน เรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/05/182.2การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค-การคัดเลือกปีที่-1-ลูกผสมปี-2560.pdf>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.

- สุวลักษณ์ อะมะวัลย์. 2564. โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต. แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/research/research-detail.php?id=3097>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- อาทิตย์ ลมูลปลั่ง. 2561. มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ 'พิรุณ 4' 'ปลอดกลูเตน'สู่เมนูขนมเลิศรส. แหล่งข้อมูล: <https://www.posttoday.com/business/575452>. สืบค้น: 11 ตุลาคม 2567.
- โอภาส บุญเส็ง. 2563. มันสำปะหลังไทย ชีววิทยา การผลิต และการแปรรูป. ม.ป.พ. 425 หน้า.
- Amarullah. 2020. Evaluation of quality and variety of Indonesian cassava (*Manihot esculenta* Crantz). International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. 10(1): 108-116.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 6(1): 36-40.
- Eggleston, G. and R. Asiedu. 1994. Effects of boiling on texture of cassava clones: A comparison of compressive strength, intercellular adhesion and physicochemical composition of the tuberous roots. Tropical Science. 34: 259-273.
- Lawal O.O., J.O. Yusuf, O.L. Abdulrahman, I.F. Ayanda, Y.O. Ambali and U.Y. Ibrahim. 2021. On-farm phenotypic evaluation and stability analysis of provitamin A cassava (*Manihot esculenta*) varieties for agronomic traits, stress tolerance and tuber yield across Kwara state, Nigeria. Tropical Agriculture (Trinidad). 98(1): 1-15.
- Ndubuisi, N.D. and A.C.U. Chidiebere. 2018. Cyanide in cassava: A review. International Journal of Genomics and Data Mining. 02: 1-10.
- Ngeve, J.M. 2003. Cassava root yields and culinary qualities as affected by harvest age and test environment. Journal of the Science of Food and Agriculture. 83(4): 249-257.
- Noerwijati, K., Nasrullah, T. Taryono and D. Prajitno. 2014. Fresh tuber yield stability analysis of fifteen cassava genotypes across five environments in East Java (Indonesia) using GGE biplot. Energy Procedia. 47: 156-165.
- Maieves, H.A., D.C.D. Oliveira, C. Bernardo, C.M.D.O. Müller and E.R. Amante. 2012. Microscopy and texture of raw and cooked cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) roots. Journal of Texture Studies. 43(2): 164-173.
- Mtunguja, M.K., H.S. Laswai, E. Kanju, J. Ndunguru and Y.C. Muzanila. 2016. Effect of genotype and genotype by environment interaction on total cyanide content, fresh root, and starch yield in farmer-preferred cassava landraces in Tanzania. Food Science & Nutrition. 4(6): 791-801.
- Ogbonna, A.C., L.R. Braatz de Andrade, I.Y. Rabbi, L.A. Mueller, E.J. de Oliveira and G.J. Bauchet. 2021. Large-scale genome-wide association study, using historical data, identifies conserved genetic architecture of cyanogenic glucoside content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root. The Plant Journal. 105(3): 754-770.
- Sundaresan, S., B. Nambisan and A. Eswari. 1987. Bitterness in cassava in relation to cyanoglucoside content. Indian Journal Agricultural Science. 57(1): 37-40.
- Williams, H.J. and T.G. Edwards. 1980. Estimation of cyanide with alkaline picrate. Journal of the Science of Food and Agriculture. 31(1): 15-22.
- Yan, W., L.A. Hunt, Q. Sheng and Z. Szlavnic. 2000. Cultivar evaluation and mega environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science. 40(3): 597-605.