

การประเมินและคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) ที่มีคุณภาพสำหรับการบริโภคที่ดีและผลผลิตสูง Evaluation and Selection of Cassava Varieties (*Manihot esculenta* Crantz) for Good Food Quality and High Yield Potential

ธีระ สมหวัง^{1*} ภัศจี คงศิลา² และ นื่องนุช ศิริวงศ์³

Teera Somwang^{1*}, Pasajee Kongsila² and Nongnuch Siri Wong³

¹ สถานีวิจัยเขาคินซอน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

³ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Khao Hin Son Research Station, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

² Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

³ Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

*E-mail: ijstrs@ku.ac.th โทรศัพท์: 0860352122

บทคัดย่อ

มันสำปะหลังเป็นพืชอุตสาหกรรมเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้ง เอทานอล และ พลาสติก การนำมันสำปะหลังมาแปรรูปเป็นอาหารและขนมจึงจำกัดที่พันธุ์ห่านาที่และพันธุ์โลกเท่านั้น เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ในเนื้อหัวต่ำ (ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่สำหรับมันสำปะหลังพันธุ์การค้าอื่น ๆ นั้นจะมีปริมาณไซยาไนด์ในเนื้อหัวสูง (ส่วนมากจะมีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทำให้เป็นพิษต่อร่างกายอาจจะถึงแก่ชีวิตหากบริโภคในปริมาณมาก และมีรสชาติขมไม่น่ารับประทาน แต่มันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที่และพันธุ์โลกนั้นจะต้องปลูกในพื้นที่เขตชลประทาน เพื่อให้มีผลผลิตที่สูง ทำให้ไม่สามารถปลูกในพื้นที่อาศัยน้ำฝนให้มีผลผลิตที่สูงได้ ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์จึงได้ปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้มีผลผลิตสูงและมีปริมาณไซยาไนด์ในเนื้อหัวต่ำ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีพันธุ์มันสำปะหลัง 10 พันธุ์ คือพันธุ์ LC097 พันธุ์ LC221 พันธุ์พิรุณ 2 พันธุ์โลก สายพันธุ์ KUKM001 สายพันธุ์ KUKM 019 สายพันธุ์ KUKM 031 และ สายพันธุ์ KUKM 045 โดยเปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์กับพันธุ์ห่านาที่ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมใช้นำมาประกอบอาหารอยู่เดิม และเปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่เป็นพันธุ์การค้าที่ได้รับความนิยมปลูกทั่วประเทศ มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 10x10 เมตร ผลการวิจัยพบว่ามันสำปะหลังสายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีปริมาณไซยาไนด์ที่ต่ำ ส่วนใหญ่จะให้ผลผลิตสูงกว่ามันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที่ และมีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งใกล้เคียงกับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 แต่ยังไม่สามารถมีปริมาณไซยาไนด์ที่ต่ำได้ในระดับที่ปลอดภัยเทียบเท่าพันธุ์ห่านาที่ตลอดทั้ง 3 อายุการเก็บเกี่ยว ดังนั้นแม้จะมีผลผลิตที่สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่ แต่ยังไม่ควรแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อการบริโภค เนื่องจากมีปริมาณไซยาไนด์ที่สูงเกินระดับ 50 ppm หรือกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดของหัว ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้นำไปบริโภคได้ โดยเฉพาะพันธุ์พิรุณ 2 นั้นได้รับการแนะนำให้มันเป็นมันสำปะหลังสำหรับการบริโภค แต่ในงานวิจัยนี้พบว่าพันธุ์พิรุณ 2 มีปริมาณไซยาไนด์ที่เกินกว่า 50 ppm และที่สำคัญเกินกว่า 100 ppm เมื่อเก็บเกี่ยวในเดือนที่ 10 และ 12 ซึ่งระดับไซยาไนด์ที่เกิน 100 ppm นั้นถือว่ามีความเสี่ยงต่อการนำไปบริโภค

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง การประเมินศักยภาพผลผลิต ความปลอดภัยอาหาร ความมั่นคงด้านอาหาร ไซยาไนด์

Abstract

Cassava is an economic industrial crop in Thailand which is used as raw materials for starch production, ethanol and plastic. In Thailand, cassava is also processed into food and desserts, Therefore, it is limited to Hanatee and Kolog varieties. Because they have low amount of cyanide content (below 50 milligrams per kilogram), but for other cultivars, there is a large amount of cyanide in the root (usually higher than 100 milligrams per kilogram) which is toxic to human and may be fatal if consumed in large quantities and it also has a bitter taste. However, Hanatee and Kolog varieties must be planted in irrigated areas only in order to produce high root yield. For this reason, they cannot be grown in rainy areas with high productivity. Therefore, breeders have improved cassava varieties for high yield and low cyanide content for consumption purpose. Randomized Complete Block Design (RCBD) experiments with 4 replications were planned with 10 cassava varieties; LC097, LC221, Phirun 2, Kolog, KUKM001, KUKM 019, KUKM 031 and KUKM 045. They were compared the amount of cyanide with Hanatee variety, which is the variety that is commonly used for cooking and were compared the root yield with Kasetsart 50 variety, which is the most popular commercial variety cultivated throughout Thailand. Each experimental unit (plot size) was 10x10 m. The results showed that cassava lines that have been bred to have low cyanide content, although most of the varieties had root yield which were higher than Hanatee variety and the production and root starch percentage was similar to Kasetsart 50, they still not be able to have a low level of cyanide in root as safe as Hanatee variety over the 3 harvest periods at 8 months, 10 months and 12 months after planting. Therefore, despite the higher yields over Hanatee variety, all breeding lines should not be suggested for farmers to grow for consumption because the amount of cyanide exceeds 50 ppm or grams per kilogram of fresh weight of root which may be intoxicate to the consumer especially Pirun 2 variety which have been suggested as cassava for consumption already. However, in this research, Pirun 2 variety has more than 50 ppm of cyanide in all harvesting times and more than 100 ppm when harvested in the 10th and 12th months. Cyanide content over 100 ppm is considered to be highly harmful for consumption.

Keywords : Cassava, Yield evaluation, Food safety, Food security, Cyanide

1. บทนำ

ประเทศในแถบอเมริกาใต้ได้พยายามพัฒนาการผลิตแป้งฟลาวร์ (flour) จากมันสำปะหลังมาผสมกับแป้งข้าวสาลีเพื่อใช้ในการผลิตขนมปัง ซึ่งจะใช้แทนแป้งสาลีได้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งที่ใช้ในการทำเบเกอรี่ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการนำเข้าแป้งข้าวสาลีจากต่างประเทศได้ (Nassar *et al.*, 2009) สำหรับการผลิตแป้งฟลาวร์จากมันสำปะหลังนั้น หากผลิตจากมันสำปะหลังพันธุ์การค้าจะยังมีไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์อยู่มากกว่ามาตรฐานที่ FAO/WHO กำหนด และถึงแม้ว่าสุนีย์ *et al.* (2549) ได้พัฒนากระบวนการผลิตแป้งฟลาวร์มันสำปะหลังไซยาโนลดต่ำจากมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยการลดขนาดของหัวมันสำปะหลัง เช่น การฝานเป็นแผ่น การสับ และการชูดฝอย และบ่มอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ก่อนการคั้นน้ำ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดว่าไม่สามารถลดปริมาณไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์ในแป้งฟลาวร์มันสำปะหลังที่มีอายุ 6 และ 8 เดือน ให้ได้ตามที่มาตรฐานกำหนด และถึงแม้จะเป็นมันสำปะหลังที่มีไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์ต่ำ ก็มีรายงานว่าอาจจะสะสมไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์ได้ในฤดูกาลที่ฝนแล้ง โดย Cardoso *et al.* (2005) รายงานว่าไซยาโนเจนิกกลูโคไซด์ในแป้งฟลาวร์ที่เคยผลิตได้ เพิ่มจาก 6 เปอร์เซ็นต์ เป็น 43-65 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูกาลที่

มีนํ้าน้อย

ประเทศบราซิลเป็นแหล่งที่มีเชื้อพันธุกรรมทางด้านโภชนาการอยู่หลายชนิดที่น่าสนใจและสามารถนำมาปรับปรุงพันธุ์เพื่อบริโภคที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะที่มหาวิทยาลัยบราซิลเลยได้รวบรวมมันสำปะหลังพันธุ์พื้นเมืองในเขตแห้งแล้งของป่าอะเมซอนเผ่าพื้นเมืองปลูกไว้เพื่อบริโภค มี 2 ชนิด ชนิดเนื้อหัวสีเหลืองซึ่งให้สารแคโรทีน (carotene) เหมือนฟักทอง มีชื่อพันธุ์ว่า UnB 400 และชนิดเนื้อหัวสีแดงซึ่งให้สารไลโคปีน (Lycopene) สูงใกล้เคียงกับมะเขือเทศ มีชื่อพันธุ์ว่า UnB 500 โดยมะเขือเทศมีสารไลโคปีน 6-20 mg/kg มันสำปะหลังชนิดหัวสีแดงเกิดจากการกลายพันธุ์ของชนิดเนื้อหัวสีเหลืองในขั้นตอนของกระบวนการสร้างสารเบต้า-แคโรทีน สารทั้งสองชนิดนี้เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ สารไลโคปีนเป็นสารที่จัดอยู่ในพวก antioxidant สรรพคุณป้องกันการเกิดโรคมะเร็งปอด กระเพาะอาหาร และต่อมลูกหมาก ส่วนวิตามินเอ ป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับตา และผิวพรรณโดยทั่วไป มันสำปะหลังชนิดเนื้อหัวสีแดงมีหัวน้อยเมื่อเทียบกับพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้ปรับปรุงพันธุ์แล้ว ดังนั้น ควรนำมันสำปะหลังชนิดเนื้อหัวสีแดงมาผสมกับพันธุ์ห่านาที่ เพื่อจะได้พันธุ์ที่มีรสชาติอร่อยผลผลิตสูง เนื้อสีแดงสวยงาม และให้สาร antioxidant ด้วย และพบว่า มีเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังพันธุ์ป่าที่ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวต่ำมี 3 ชนิด ได้แก่ *Manihot pruinosa* Pohl., *Manihot oligantha* Pax., *Manihot gracilis* Pohl. (Boonseng, 2008) ที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

เพราะฉะนั้นถ้าจะบริโภคมันสำปะหลังให้ปลอดภัยจะต้องบริโภคมันสำปะหลังที่มีกรดไซยาไนด์ต่ำ ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงพันธุ์ห่านาที่ ที่ปลูกบริโภคกันอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามพันธุ์ห่านาที่ให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าพันธุ์การค้าอื่น ๆ ในสภาพไร่แบบไม่มีการชลประทาน ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่ในประเทศไทย ดังนั้นทางโครงการฯ จึงเห็นความสำคัญในการที่จะคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อการบริโภค เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง เป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้มีผลิตภัณฑ์ของมันสำปะหลังเพื่อการบริโภคที่ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมในสภาพไร่ได้ดี ออกมาจำหน่ายในตลาด และเผยแพร่ให้เกษตรกรนำไปปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนและจำหน่ายในตลาด ซึ่งจะเพิ่มมูลค่าของมันสำปะหลังให้มีราคาที่สูงกว่าการขายให้กับโรงงาน ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกร

2. วิธีการทดลอง

ในงานวิจัยนี้เป็นการรวบรวมสายพันธุ์มันสำปะหลังจากหลายโครงการปรับปรุงพันธุ์ จาก โครงการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีไซยาไนด์ในหัวต่ำและมีผลผลิตสูง (ภายใต้การสนับสนุนของ สวทช.) ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์ LC097 และพันธุ์ LC221 พันธุ์มันสำปะหลังที่นิยมใช้บริโภคในปัจจุบัน จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์พิจิตร 2 และ พันธุ์ไกลก, พันธุ์ทดสอบที่มีไซยาไนด์ในใบต่ำอีก 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ KUKM001, KUKM 019, KUKM 031 และ สายพันธุ์ KUKM 045 โดยเปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์กับพันธุ์ห่านาที่ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมใช้นำมาประกอบอาหารอยู่เดิม และเปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่เป็นพันธุ์การค้าที่ได้รับความนิยมปลูกทั่วประเทศ (Kittipadakul, 2016) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 10 x 10 เมตร ดูแลรักษา ในแปลงที่อาศัยน้ำฝน เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต และปริมาณไซยาไนด์ในหัว เมื่ออายุ 8 เดือน 10 เดือน และ 12 เดือน ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ วัดในรูปของปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมดตามวิธีของ Bradbury *et al.* (1999) โดยนำตัวอย่างมันสำปะหลังใส่ในหลอดพลาสติกที่มีสารละลาย phosphate buffer pH 8 แล้วใส่กระดาษ picrate ลงไปเพื่อดูดซับไซยาไนด์ที่เกิดขึ้น จากนั้นปิดฝาให้แน่น ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกระดาษ picrate ออกมาแช่น้ำ 5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์กับกราฟของสารมาตรฐาน นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อการบริโภค เพื่อที่จะนำไปใช้การคัดเลือกพันธุ์ในปีต่อไป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับรับประทาน จำนวน 10 สายพันธุ์ โดยมีสายพันธุ์มันสำปะหลังจากโครงการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีใยในดินหัวต่ำและมีผลผลิตสูง (ภายใต้การสนับสนุนของ สวทช.) ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ LC097 และ LC221 พันธุ์พิจิตร 2 พันธุ์โกลก พันธุ์ทดสอบที่มีใยในดินใบต่ำอีก 4 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ KUKM001, KUKM 019, KUKM 031 และสายพันธุ์ KUKM 045 มาปลูกเปรียบเทียบกันกับพันธุ์ห่านาที่ และ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ได้ผลดังนี้

3.1 องค์ประกอบของผลผลิต

3.1.1 เก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน

ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) จากตารางที่ 1 พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์พิจิตร 2 ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 5,069 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ LC097 (4,718 กิโลกรัม/ไร่) พันธุ์ LC221 (4,418 กิโลกรัม/ไร่) ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) ที่ให้ผลผลิต 4,307 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM045 และพันธุ์ห่านาที่ ที่ให้ผลผลิต 2,582 กิโลกรัม/ไร่ และ 2,976 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ความสูงลำต้น (เซนติเมตร) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ KUKM001 ให้ความสูงลำต้นสูงที่สุดคือ 238.38 เซนติเมตร และพันธุ์ห่านาที่ (236.12 เซนติเมตร) แสดงว่าสามารถได้ท่อนพันธุ์ที่นำไปปลูกต่อสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) ที่ให้ความสูงลำต้น 204.25 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ที่ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM045 ที่ให้ความสูงลำต้น 120.37 เซนติเมตร

เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ LC221 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุดคือ 29.55% รองลงมาให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกัน คือให้เปอร์เซ็นต์แป้ง อยู่ระหว่าง 19.47-23.95% ส่วนพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM031 ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 19.47 %

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์พิจิตร 2 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุดคือ 0.62 รองลงมาคือพันธุ์ LC221 และ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.61 และ 0.60 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ พันธุ์โกลก และพันธุ์ห่านาที่ ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.47 และ 0.48 ตามลำดับ แสดงว่าพันธุ์พิจิตร 2 ให้ปริมาณน้ำหนักผลผลิตหัวสดต่อน้ำหนักสดทั้งหมดของทุกส่วนมากกว่าพันธุ์อื่น

เปอร์เซ็นต์ใยในดินหัวสด (ppm) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ KUKM001 ให้ปริมาณใยในดินหัวสดมากที่สุดคือ 220.53 ppm รองลงมาคือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ปริมาณใยในดินหัวสด 121.14 ppm ส่วนพันธุ์ที่ให้ปริมาณใยในดินหัวสดน้อยที่สุดคือ พันธุ์โกลก พันธุ์ KUKM019 และพันธุ์ห่านาที่ ให้ปริมาณใยในดินหัวสด 14.88 ppm 15.22 ppm และ 16.11 ppm ตามลำดับ แสดงว่าทั้งสามพันธุ์มีแนวโน้มจะเป็นมันสำปะหลังสำหรับใช้รับประทานได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maskhao *et al.* (2017) พบว่าใบมันสำปะหลังพันธุ์ 5 นาที่มีปริมาณใยในดินต่ำที่สุดเท่ากับ 64.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในหนอนไหมอีรีที่เพาะเลี้ยงด้วยพันธุ์ห้วยบง 80 มีค่าต่ำที่สุด (0.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด) และดักแด้พันธุ์ระยอง 72 มีค่าต่ำที่สุด 0.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด เมื่อพิจารณาจากผลผลิตจริงไหมพันธุ์ระยอง 9 มีความเหมาะสมที่สุด ขณะที่พันธุ์ 5 นาที่ มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการผลิตไข่ส่วนปริมาณใยในดินที่ตรวจพบในหนอนและดักแด้ไหมอีรีที่เพาะเลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังทุกพันธุ์นั้น จัดอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการนำไปบริโภคและใช้ประโยชน์

Table 1 Means of agronomic traits of 10 cassava varieties harvested at 8 months after planting (Mar 2020)

Variety	Plant height (cm)	Root starch content (%)	Harvest Index	Root Yield (kg/rai)	HCN (ppm)
KUKM031	203.13 AB	19.47 B	0.53 AB	3,189 BC	46.54
Ko Lok	182.13 B	22.82 B	0.47 B	3,678 ABC	14.88
Phirun 2	191.25 B	21.93 B	0.62 A	5,069 A	55.12
Ha Nathi	236.12 A	21.90 B	0.48 B	2,976 BC	16.11
LC097	208.07 AB	23.60 B	0.58 A	4,718 AB	64.44
LC221	174.00 B	29.55 A	0.61 A	4,418 AB	60.62
KUKM001	238.38 A	22.13 B	0.53 AB	3,809 ABC	220.53
KUKM019	180.50 B	23.95 B	0.55 AB	3,442 ABC	15.22
KUKM045	120.37 C	22.23 B	0.58 A	2,582 C	32.08
KU50	204.25 AB	23.68 B	0.60 A	4,307 ABC	121.14
mean	193.82	23.13	0.56	3818.71	64.666
p-value	0.000	0.000	0.000	0.001	0.057

In each column, means followed by the same letter are not significantly different at 1% level by DMRT

3.1.2 เก็บเกี่ยวที่อายุ 10 เดือน

ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) จากตารางที่ 2 พบว่าพันธุ์สำปะหลังพันธุ์ KUKM031 ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 5,705 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ KUKM019 และ พันธุ์ LC221 ให้ผลผลิต 5,027 กิโลกรัม/ไร่ และ 4,975 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้อยที่สุดคือ พันธุ์ ห่านาที่ ให้ผลผลิต 3,949 กิโลกรัม/ไร่

ความสูงลำต้น (เซนติเมตร) พบว่าให้ผลการวิจัยเหมือนกันกับเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน คือพันธุ์สำปะหลังพันธุ์ KUKM001 ให้ความสูงลำต้นสูงที่สุดคือ 240.20 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ ห่านาที่ (239.30 เซนติเมตร) ซึ่งให้ความสูงลำต้นสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) ที่ให้ความสูงลำต้น 207.95 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ที่ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM045 ที่ให้ความสูงลำต้น 124.47 เซนติเมตร

เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) พบว่าพันธุ์สำปะหลังพันธุ์ LC221 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุดคือ 27.67% รองลงมาคือพันธุ์ KUKM019 และพันธุ์ไกลก ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 25.95% และ 24.07% ส่วนพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุดคือพันธุ์ LC097 ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 19.60%

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) พบว่าพันธุ์สำปะหลังทั้ง 10 พันธุ์ ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์สำปะหลังพันธุ์พันธุ์ 2 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุดคือ 0.66 รองลงมาคือพันธุ์ LC221 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.65 ส่วนพันธุ์ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ พันธุ์ ไกลก และพันธุ์ ห่านาที่ ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.59 และ 0.59 ตามลำดับ

ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด (ppm) พบว่าพันธุ์สำปะหลังพันธุ์ พันธุ์ 2 ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสดมากที่สุดคือ 105.47 ppm รองลงมาคือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด 92.33 ppm ส่วนพันธุ์ที่ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสดน้อยที่สุดคือ พันธุ์ ห่านาที่ ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด 1.30 ppm

Table 2 Means of agronomic traits of 10 cassava varieties harvested at 10 months after planting (May 2020)

Variety	Plant height (cm)	Root starch content (%)	Harvest Index	Root Yield (kg/rai)	HCN (ppm)
KUKM031	206.63 AB	20.85 C	0.63	5,705	55.12
Ko Lok	185.53 B	24.07 ABC	0.59	4,236	47.93
Phirun 2	192.80 B	21.20 BC	0.66	4,929	105.47
Ha Nathi	239.30 A	22.82 ABC	0.59	3,949	1.30
LC097	210.17 AB	19.60 C	0.61	4,272	64.35
LC221	177.18 B	27.67 A	0.65	4,976	65.19
KUKM001	240.20 A	21.85 BC	0.63	4,254	60.46
KUKM019	185.00 B	25.95 AB	0.64	5,027	33.64
KUKM045	124.47 C	19.95 C	0.60	3,994	54.84
KU50	207.95 AB	22.28 BC	0.63	4,372	92.33
mean	196.92	22.62	0.62	4,571	58.06
p-value	0.000	0.000	0.771	0.353	0.595

In each column, means followed by the same letter are not significantly different at 1% level by DMRT

3.1.3 เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน

ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) จากตารางที่ 3 พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ KUKM001 ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 6,257 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) ที่ให้ผลผลิต 6,141 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้อยที่สุดคือ พันธุ์ ห่านาที่ ที่ให้ผลผลิต 3,611 กิโลกรัม/ไร่

ความสูงลำต้น (เซนติเมตร) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ KUKM001 ให้ความสูงลำต้นสูงที่สุดคือ 242.13 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ ห่านาที่ (241 เซนติเมตร) ซึ่งให้ความสูงลำต้นสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) ที่ให้ความสูงลำต้น 211.87 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ที่ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM045 ที่ให้ความสูงลำต้น 131 เซนติเมตร

เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ LC221 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุดคือ 28.02 % รองลงมาคือพันธุ์ KUKM019 และพันธุ์โกลก ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 25.95% และ 24.03% ส่วนพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุดคือพันธุ์ LC097 ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 20.02%

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) พบว่าพันธุ์มันสำปะหลังทั้ง 10 พันธุ์ ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน ซึ่งมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุดคือ 0.67 รองลงมาคือพันธุ์ KUKM019 และ KUKM045 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.65 และ 0.65 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ พันธุ์ โกลก และพันธุ์ ห่านาที่ ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.56 และ 0.58 ตามลำดับ

ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด (ppm) พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสดมากที่สุดคือ 120.58 ppm รองลงมาคือพันธุ์ฟิรุณ 2 ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด 115.55 ppm ส่วนพันธุ์ที่ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสดน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM031 พันธุ์ โกลก และพันธุ์ ห่านาที่ ให้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวสด 13.24 ppm 14.22 ppm และ 21.68 ppm ตามลำดับ แสดงว่าทั้งสามพันธุ์มีแนวโน้มจะเป็นมันสำปะหลังสำหรับใช้รับประทานได้

Table 3 Means of agronomic traits of 10 cassava varieties harvested at 12 months after planting (July 2020)

Variety	Plant height (cm)	Root starch content (%)	Harvest Index	Root Yield (kg/rai)	HCN (ppm)
KUKM031	209.25 AB	23.60 AB	0.61	4,109 AB	13.24
Ko Lok	190.00 B	24.03 AB	0.56	4,669 AB	14.22
Phirun 2	196.00 B	21.48 AB	0.60	4,672 AB	115.55
Ha Nathi	241.00 A	22.82 AB	0.58	3,611 B	21.68
LC097	212.50 AB	20.02 B	0.64	5,687 AB	69.10
LC221	180.00 B	28.02 A	0.63	5,483 AB	82.44
KUKM001	242.13 A	21.72 AB	0.60	6,257 A	69.07
KUKM019	188.88 B	25.95 AB	0.65	5,693 AB	77.37
KUKM045	131.00 C	22.45 AB	0.65	4,375 AB	48.77
Ku50	211.87 AB	22.40 AB	0.67	6,141 A	120.58
mean	200.26	23.25	0.62	5,070	63.20
p-value	0.000	0.017	0.055	0.003	0.210

In each column, means followed by the same letter are not significantly different at 1% level by DMRT

3.2 การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยว ที่ระยะ 8, 10 และ 12 เดือน

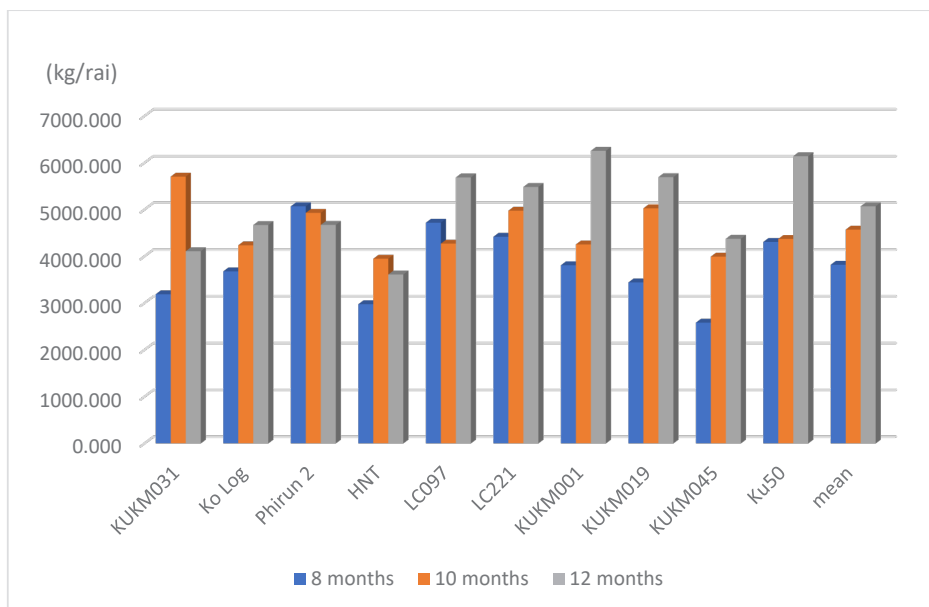


Figure 1 Means of yield of 10 varieties harvested at three periods

ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) จากภาพที่ 1 สรุปว่ามันสำปะหลังพันธุ์ LC221 ให้ผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (พันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50) รองลงมาคือพันธุ์ LC097 พันธุ์ฟิรูน 2 พันธุ์ KUKM019 และ พันธุ์ KUKM001 ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้อยที่สุดคือ พันธุ์ ห่านาที่ และ พันธุ์ KUKM045

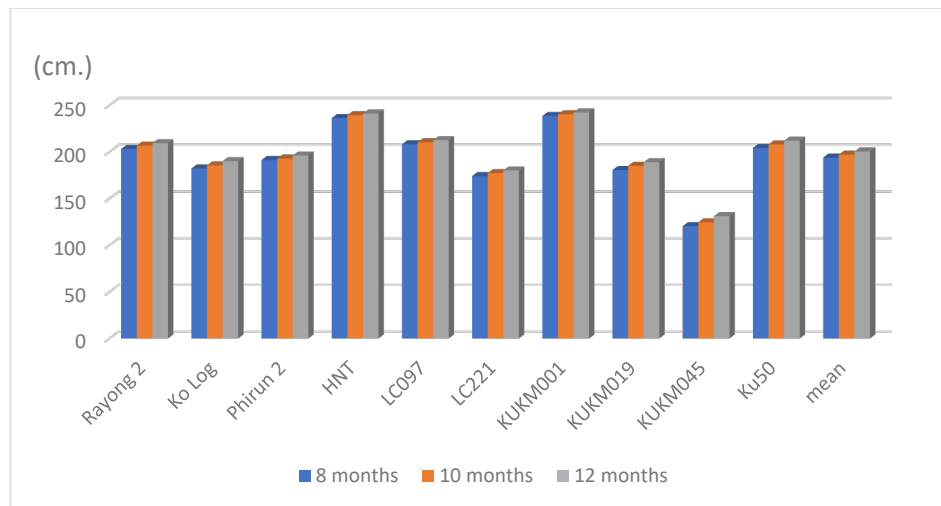


Figure 2 Means of plant height of 10 varieties harvested at three periods

ความสูงลำต้น (เซนติเมตร) จากภาพที่ 2 สรุปว่า มันสำปะหลังพันธุ์ KUKM001 ให้ความสูงลำต้นสูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์ ห้านาที่ ซึ่งให้ความสูงลำต้นสูงกว่าพันธุ์ตรวจสบ (พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50) แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์ คือ มีความสามารถในการนำท่อนพันธุ์ไปปลูกขยายพันธุ์ต่อได้มากที่สุด สอดคล้องกับบทความวิจัยของ Kittipadakul (2016) ที่บอกว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ให้ผลผลิตสูง เกษตรกรส่วนใหญ่ยังยอมรับอยู่ ส่วนพันธุ์ที่ให้ความสูงลำต้นน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM045

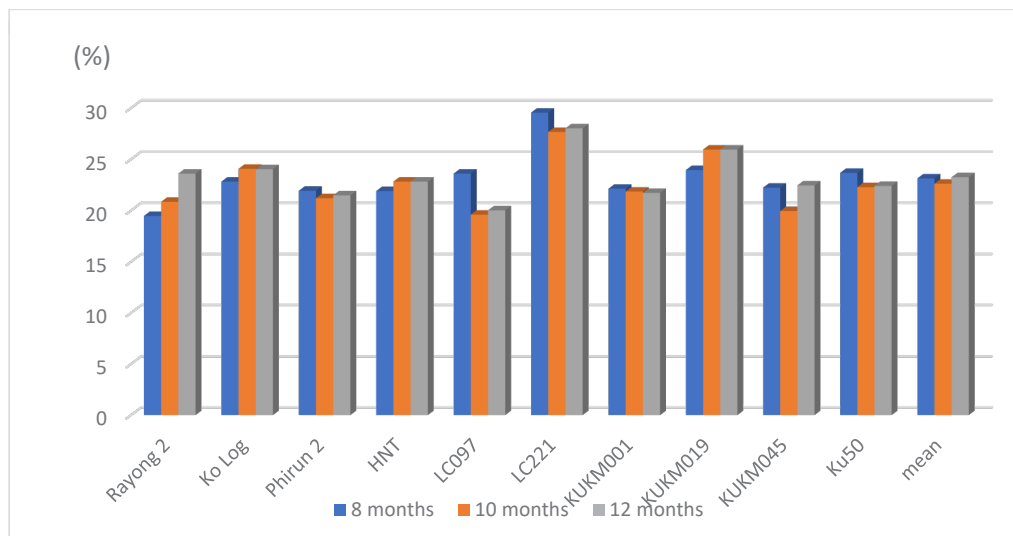


Figure 3 Means of root starch content of 10 varieties harvested at three periods

เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) จากภาพที่ 3 สรุปว่ามันสำปะหลังพันธุ์ LC221 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด แสดงว่าให้ผลตอบแทนที่เป็นแป้งสูงรองลงมาคือพันธุ์ KUKM019 และพันธุ์โกลก ส่วนพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุดคือ พันธุ์ LC097 และพันธุ์ KUKM031

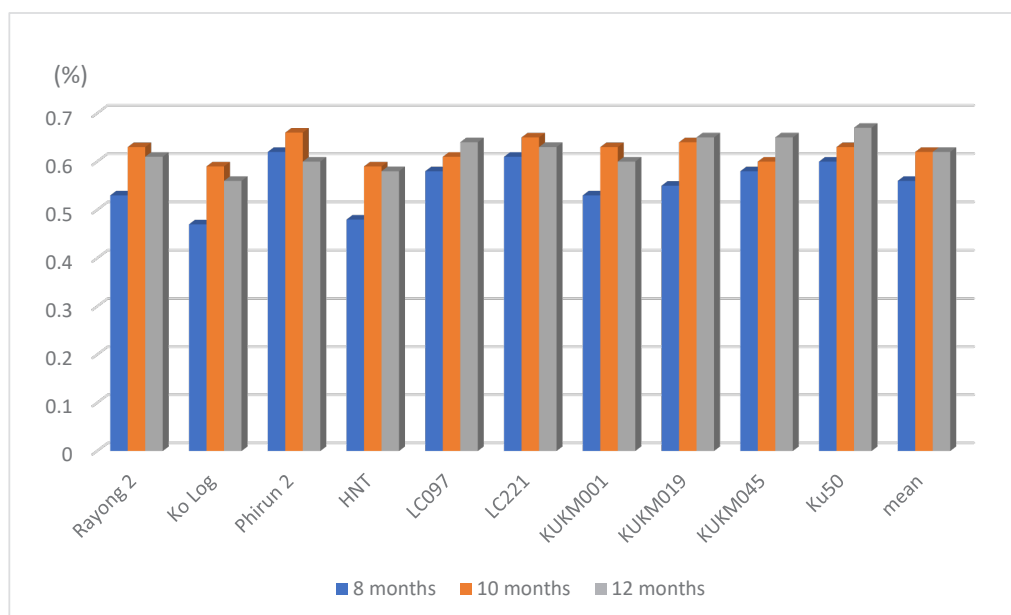


Figure 4 Means of harvest index of 10 varieties harvested at three periods

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) จากภาพที่ 4 สรุปว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์พิจิตร 2 และ LC221 จะเห็นได้ว่าพันธุ์ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงแสดงว่าพันธุ์ดังกล่าวมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ส่วนพันธุ์ที่ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ พันธุ์ โกลก และพันธุ์ ห่านาที่

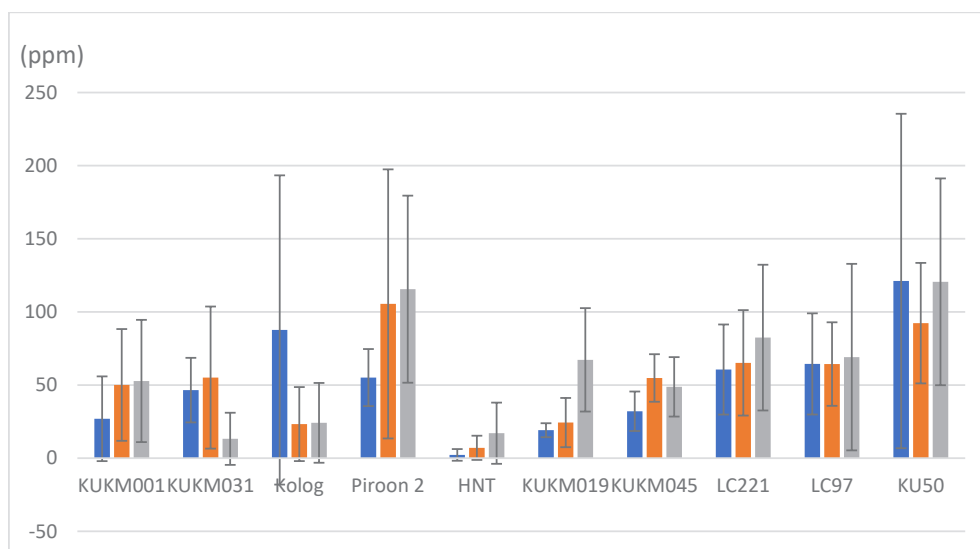


Figure 5 Means and standard deviation of hydrogen cyanide in root of 10 varieties harvested at three periods

ปริมาณไฮยาไนต์ในหัวสด (ppm) จากภาพที่ 5 สรุปว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ปริมาณไฮยาไนต์ในหัวสดมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์พิจิตร 2 ส่วนพันธุ์ที่ให้ปริมาณไฮยาไนต์ในหัวสดน้อยที่สุดคือ พันธุ์ KUKM045 KUKM031 KUKM019 พันธุ์ โกลก และพันธุ์ ห่านาที่ แสดงว่าพันธุ์ดังกล่าวมีแนวโน้มจะเป็นมันสำปะหลังสำหรับใช้รับประทานได้ สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ออกจำหน่ายต่อไปได้

4. สรุปผล

จากการทดสอบศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังเพื่อการบริโภค หากพิจารณาถึงความปลอดภัยในการบริโภคเป็นหลัก พันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า 50 ppm ที่ถือว่าเป็นพันธุ์ที่ไม่มีพิษจากไซยาไนด์นั้นได้แก่พันธุ์ห่านาที่ที่สามารถเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 8 เดือนจนถึง 12 เดือน พันธุ์ไกลกเก็บเกี่ยวที่ 10 ถึง 12 เดือน พันธุ์ KUKM019 เก็บเกี่ยวที่อายุ 8 ถึง 10 เดือน พันธุ์ KUKM031 เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน พันธุ์ KUKM045 เก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน ดังนั้นพันธุ์ที่มีความปลอดภัยและมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยคือพันธุ์ห่านาที่ ซึ่งเหมาะสมที่จะแนะนำให้เกษตรกรนำไปปลูกเพื่อการบริโภค อย่างไรก็ตามพันธุ์ห่านาที่ ให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์การค้า อีกทั้งมีเปอร์เซ็นต์แป้งที่ต่ำ จึงไม่เหมาะสมต่อการปลูกเพื่อการขายส่งโรงงาน แต่ควรเน้นปลูกเพื่อการบริโภคและแปรรูปเป็นอาหารเท่านั้น

สำหรับพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีปริมาณไซยาไนด์ที่ต่ำทั้งหมดนั้น ยังไม่สามารถมีปริมาณไซยาไนด์ที่ต่ำได้ในระดับที่ปลอดภัยเทียบเท่าพันธุ์ห่านาที่ตลอดทั้ง 3 อายุการเก็บเกี่ยว ดังนั้นแม้จะมีผลผลิตที่สูงกว่าพันธุ์ห่านาที่ แต่ยังไม่ควรแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อการบริโภค เนื่องจากมีปริมาณไซยาไนด์ที่สูงเกินระดับ 50 ppm หรือมิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม น้ำหนักสดของหัว ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้นำไปบริโภคได้ ถึงแม้ว่าพันธุ์พิจูณ 2 เป็นพันธุ์ที่ได้รับการแนะนำให้ใช้เป็นมันสำปะหลังสำหรับการบริโภค แต่ในงานวิจัยนี้พบว่าพันธุ์พิจูณ 2 มีปริมาณไซยาไนด์ที่เกินกว่า 50 ppm และที่สำคัญเกินกว่า 100 ppm เมื่อเก็บเกี่ยวในเดือนที่ 10 และ 12 ซึ่งระดับไซยาไนด์ที่เกิน 100 ppm นั้นถือว่ามีอันตรายอย่างยิ่งต่อการนำไปบริโภค เพราะฉะนั้นเราควรจะต้องมีการศึกษาต่อไปว่าการที่ไซยาไนด์สูงเป็นเพราะอะไร สภาพแวดล้อมหรือเปล่า หรือว่าเราอาจจะต้องให้น้ำเพื่อลดปริมาณไซยาไนด์ในขั้นตอนปลูกดูแลรักษา เพราะงานวิจัยนี้เป็นการปลูกแบบอาศัยน้ำฝน

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และสถานีวิจัยเขาหินซ้อน ภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนปัจจัยพื้นฐานในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- Boonseng, O. 2008. **The World's Second Cassava Seed Bank**. Kasikorn Journal, Vol. 81, No. 1. January-February 2008. P. 12-22 (in Thai)
- Bradbury, M. G., S.V. Egan and J.H. Bradbury. 1999. **Picrate paper kits for determination of total Cyanogens in cassava roots and all forms cyanogens in cassava products**. Journal of the Science of Food and Agriculture 79, 593-601.
- Cardoso, A.P., E. Mirione, M. Ernesto, F. Massaza, J. Cliff, M.R. Haque and J.H. Bradbury. 2005. **Processing of cassava roots to remove cyanogens**. Journal of Food Composition and Analysis. 18, 451-460
- Chotineeranat, S. 2006. **Process development of cyanide cassava flour from Kasetsart 50 variety and its utilization in food products**. Ph.D. (Agro-Industrial Product Development). Kasetsart University. Library Office: Kasetsart University (in Thai)
- Kittipadukul, P. 2016. **Breeding of cassava to increase productivity and starch content for industrial use**. National Research Council of Thailand (NRCT), National Research Organization Network (NRCT), Kasetsart University. 17 June 2016. https://oer.learn.in.th/search_detail/result/25823 (in Thai)

- Maskhao, S., Civilaisirimankararat, D. Wongsorn and W. Saksirirat. 2017. **Effect of Cassava Varieties with Different Cyanide Contents on Food Consumption, Growth and Yields of Eri Silkworm in Cool Season.** KKU Science Journal Vol. 45 No. 2. 2017 p. 379-391(in Thai)
- Nassar, N.M.A., O.P. Junior, M.V. Sousa and R. Ortiz. 2009. **Improving carotenoids and amino-acids in cassava.** *Recent Pat Nutr&Agr* 1: 32-38.

(Received: 9/Feb/2023, Revised: 14/Jun/2023, Accepted: 19/Jun/2023)