

แนวทางการผลิตมันสำปะหลังหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์* และ พิระยศ แข็งขัน

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150

บทคัดย่อ

มันสำปะหลังปรางเป็นการปลูกมันสำปะหลังในนาข้าวหลังฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวนาปี นิยมปลูกปลายเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน (ปลายฤดูฝน) เก็บเกี่ยวเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน รวมระยะเวลาปลูกประมาณ 5 - 6 เดือน พันธุ์ที่ปลูก ได้แก่ ระยะเวลา 7 ระยะ 72 และเกษตรศาสตร์ 50 การเตรียมท่อนพันธุ์ด้วยวิธีการซุบหรือแช่ท่อนพันธุ์ด้วยวิธีการใช้สารเคมี (ไทอะมีโทแรม (25%WG) หรือไดโนทีฟูแรน (10%WG)) เพื่อป้องกันปัญหาเพลี้ยแป้งสีชมพู หรือแช่ด้วยสารอินทรีย์ในธรรมชาติก่อนปลูก เช่น น้ำสกัดมูลสุกร น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน สารละลายธาตุอาหาร สารพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ช่วยเร่งการเกิดรากและการเกิดตาข้างของมันสำปะหลังได้ตั้งแต่ระยะเวลา 7-21 วันหลังปลูก ทำให้ได้ท่อนพันธุ์ที่สะอาดปราศจากโรคและแมลง วิธีการปลูกแบบแนวตั้งให้ผลผลิตหัวสดดีกว่าการปลูกแบบแนวนอน การเตรียมดินโดยไถพรวนด้วยพาน 3 หรือพาน 7 เพียง 1 ครั้ง ตามด้วยการยกร่องจะทำให้ดินไม่อัดแน่นเกินไปและปลูกตามทันทีขณะที่ดินยังมีความชื้นอยู่ ระยะปลูกที่แนะนำคือ ระยะ 0.8 x 0.8 ม. หรือ 0.8 x 1.0 ม. ยกร่องสูง 0.25-0.3 ม. การใส่ปุ๋ยแนะนำให้ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีอัตราส่วนของ $N:P_2O_5:K_2O$ เป็น 2:1:2 หรือ 2:1:3 หรือ 3:1:2 หรือปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มธาตุอาหารในดิน ผลผลิตของมันสำปะหลังเท่ากับ 3-4 ตัน/ไร่ มันสำปะหลังมีจำนวนรากสะสมอาหารและการสะสมแป้งใกล้เคียงกับระยะการเก็บเกี่ยวปกติ ปริมาณการสะสมไซยาไนด์ในใบและในรากสะสมอาหารมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยว 5-6 เดือนหลังปลูก หากใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น paclobutrazol (PBZ) ทำให้คุณภาพแป้งดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกมันสำปะหลังหลังนาสามารถลดการระบาดของโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอย (*Meloidogyne incognita*) ที่มีพืชอาศัยต่างชนิดกัน

คำสำคัญ: มันสำปะหลังปราง ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และ ผลผลิต

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: taweasab.chaiyarak@gmail.com

Approaches to Cassava Production of Cassava after the Harvest of Rice

Taweessab Chaiyarak* and Phirayot Khaengkhan

*Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology,
Maha Sarakham university, Kantarawichai District,
Maha Sarakham Province, 44150, Thailand*

Abstract

Prang cassava; cassava is grown in paddy fields after the harvest of rice, usually starts from late October to November (late rainy season), harvested from May to June and has a duration of approximately 5 - 6 months after planting. The cassavas cultivated are Rayong 7, Rayong 72 and Kasetsart 50. Preparation of planting materials is to soak the cassava stakes with chemicals; thiamethoxam (25% WG) or dinotefuran (10% WG)) to prevent pinkish mealy bug (*Phenacoccus manihoti*), or soaked with organic substances before planting, such as pig manure extract, vermicompost tea, nutrient solution and polysaccharide produced from microorganisms to accelerate root formation and lateral cassava bud emergence during 7-21 days after planting, resulting in clean and pest free seedlings. Vertical planting method produces better root yield than horizontal planting. Soil preparation is done ray plowing the field once using a tractor equipped with 3 or 7 disks and fallowed by making ridges (0.25-0.30 m high), so that the soil become loosened and suitable for cassava planning. Cassava is planted immediately on the ridges while the soil moisture content is suitable with the spacing of 0.8 x 0.8 or 0.8 x 1.0 m and cassava yield of 3-4 tons/rai has been reported. The application of inorganic fertilizer having N : P₂O₅ : K₂O rates of 2 : 1 : 2 or 2 : 1 : 3 or 3: 1: 2. This short duration cassava has similar number of storage roots and starch content to the normal harvest one (12 months). The contents of cyanide in leaf and root of this cassava was found to decrease after 5-6 months after planting. Plant growth regulator such as paclobutrazol (PBZ) has been reported to increase the quality of the starch. Decides, growing cassava after rice harvest can reduce the incidence of root host nematodes, *Meloidogyne incognita*.

Keywords: Off-season cassava, Harvesting time and Yield

* Corresponding author: E-mail: taweessab.chaiyarak@gmail.com

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย รองจากข้าว ยางพารา และอ้อย ฤดูกาลผลิตปี 2561/62 มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 8.40 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 3.56 ตัน/ไร่ (Thai Tapioca Development Institute, 2017) มีปริมาณการผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย แต่ผลผลิตของไนจีเรียส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศ (ร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมด) ไทยจึงเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยมีประเทศเวียดนาม กัมพูชา ไนจีเรีย อินโดนีเซีย และบราซิล เป็นประเทศผู้ส่งออกรองลงมา มันสำปะหลังไม่ใช่อาหารหลักของคนไทย จึงใช้บริโภคในประเทศน้อย เพียงร้อยละ 25-30 ของปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้เท่านั้น ผลผลิตส่วนใหญ่ร้อยละ 70-75 จะส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์แปรรูปขั้นพื้นฐาน ได้แก่ มันเส้น มันอัดเม็ด และ แป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ (Kasetsart University Research and Development Institute, 2015; Dhanabordeeaphat, 2018)

ในประเทศไทยเกษตรกรนิยมปลูกมันสำปะหลังต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน โดยมีการปลูกต้นฤดูฝนมากกว่าปลายฤดูฝน ปัจจุบันมีแนวโน้มการปลูกมันสำปะหลังปลายฤดูฝน (กันยายน-พฤศจิกายน) โดยใช้พื้นที่ทำนาปีมาปลูกมันสำปะหลังทดแทนเพิ่มมากขึ้นคิดเป็นเนื้อที่ร้อยละ 30 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด มันสำปะหลังที่ปลูกในพื้นที่นาหลังเก็บเกี่ยวข้าวซึ่งใช้ระยะเวลาในการปลูกและเก็บเกี่ยวสั้นกว่าการปลูกมันสำปะหลังในสภาพไร่ทั่วไป เกษตรกรจึงเรียกว่ามันสำปะหลังปรัง โดยได้รับความชื้นในดินและธาตุอาหารจากการย่อยสลายของฟางข้าวและปุ๋ยที่เหลืออยู่ที่ค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างช้าๆ (Bhandari *et al.*, 2000; Ogbodo, 2010; Keopila *et al.*, 2013) นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาการเกิดโรคในนาข้าว ดังรายงานของ Ruanpanan (2017) ได้ศึกษาการควบคุมโรครากปมของมันสำปะหลังที่เกิดจากไส้เดือนฝอย (*Meloidosyne*

incognita) พบว่า ไส้เดือนฝอยที่แยกได้จากดินปลูกข้าวไม่สามารรถเข้าทำลายมันสำปะหลังได้ทั้งที่มันสำปะหลังที่ปลูกนั้นเป็นพันธุ์พืชที่อ่อนแอต่อไส้เดือนฝอยชนิดดังกล่าว แต่เกษตรกรอาจต้องเสี่ยงต่อการขาดแคลนท่อนพันธุ์สภาวะอากาศที่อาจมีฝนตกจนท่วมขังได้ ที่ผ่านมายังไม่มีการพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้เหมาะกับการปลูกปลายฤดูฝน เกษตรกรจึงเลือกพันธุ์ปลูกจากลักษณะพันธุ์ที่งอกเร็วมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง และอัตราการรอดสูง เจริญเติบโตได้ดีในช่วงอายุ 1-2 เดือนหลังปลูก และสามารถฟื้นตัวได้เร็วเมื่อได้รับน้ำฝนอีกครั้งหลังจากผ่านช่วงฤดูแล้งอันยาวนาน พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะงอก 7 ระยะงอก 72 ระยะงอก 90 และห้วยบง 80 เป็นต้น (Panyangnoi *et al.*, 2013; Boonseng *et al.*, 1998; Sinworn and Duangpatra, 2014) เนื่องจากมันสำปะหลังปรังมีการปลูกและอายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลผลิตและคุณภาพแป้งจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเช่นเดียวกับการปลูกมันสำปะหลังในฤดูต้นฝน ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการสะสมปริมาณแป้งในมันสำปะหลังคือ พันธุ์ และอายุเก็บเกี่ยว หากเก็บเกี่ยวในช่วง 8-12 เดือนจะมีเปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ถ้าต้นมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้น 16-18 เดือน หัวจะมีขนาดใหญ่ บริเวณตรงกลางของหัวจะฝ่อหรือมีน้ำมากเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวจึงต่ำ (Samuththong *et al.*, 2011) สำหรับอัตราการลงหัวส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นทั้งการปลูกต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน แต่การปลูกปลายฤดูฝนพบว่า น้ำหนักแห้งของหัวจะเริ่มสะสมที่อายุ 4 เดือนและเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงอายุ 24 เดือนหลังปลูก โดยน้ำหนักแห้งของหัวจะไม่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้งคือในช่วง 18-21 เดือน ดังนั้นแนวทางการเพิ่มผลผลิตจึงให้ความสำคัญที่การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เป็นหลัก ระบบการปลูกพืชโดยอาศัยน้ำฝนส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้าวเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันมันสำปะหลังเริ่มมีราคาสูง ทำให้เกษตรกรหันมาปลูกมันสำปะหลังหลังเก็บเกี่ยวข้าวกันเพิ่มมากขึ้น และเมื่อถึงฤดูทำนาในฤดูถัดไปจึงเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยวสั้นไม่ถึง 12 เดือนซึ่งทำให้ได้ผลผลิตต่ำ การผลิตมันสำปะหลังจะมีคุณภาพของผลผลิตดีหรือไม่อย่างไรนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพดินที่ปลูก (Boonseng,

2006; Salami and Sangoyomi, 2013) เกษตรกรจึงควร มีการจัดการที่ดี ใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับดินและพื้นที่ ร่วมกับการปฏิบัติดูแลรักษาในระยะเวลาเก็บเกี่ยว สั้น ดังนั้น หากมีการศึกษาพันธุ์ที่ร่วมกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม ย่อมน่าจะเป็นแนวทางในการปลูกมันสำปะหลังปรางค์หางนา ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นแต่ยังคงคุณภาพผลผลิตและปริมาณ ผลผลิตที่ดีได้

มันสำปะหลังปรางหรือมันปราง

มันสำปะหลังปราง หรือมันปราง หมายถึง มัน สำปะหลังที่เกษตรกรปลูกในพื้นที่นาข้าวหลังจากการเก็บ เกี่ยวข้าวนาปี โดยปกติจะปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานที่ เกษตรกรเคยปลูกข้าวนาปีมาก่อน แต่เนื่องจากในพื้นที่ ดังกล่าวมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการทำนาปราง เกษตรกร จึงหันมาปลูกมันสำปะหลังทดแทนในพื้นที่ดังกล่าว ทำให้มี การเรียกมันสำปะหลังที่ปลูกในพื้นที่นาหลังจากการปลูก ข้าวนาปีว่า “มันสำปะหลังปรางหรือมันปราง” โดยเกษตรกร จะเริ่มปลูกประมาณปลายเดือนพฤศจิกายน (ปลายฤดูฝน) และปลูกมากที่สุดในช่วงเดือนมกราคม โดยสามารถเก็บ เกี่ยวได้ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน รวม ระยะเวลาประมาณ 5-6 เดือน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3-4 ตันต่อไร่ (Sittidet, 2008; Prachyasiri, 2012)

การเลือกพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับปลูกหลังนา

ดินที่ใช้ปลูกข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินเป็นดินทรายปนดิน ร่วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ การเลือกพันธุ์ปลูกต้อง เลือกพันธุ์ให้เหมาะสมตามชนิดของเนื้อดิน ดังนั้นการปลูก มันสำปะหลังหลังนาเป็นการปลูกหลังเก็บเกี่ยวข้าวจึงไม่ กระทบต่อช่วงเวลาที่มีการท่วมขังของน้ำ ทำให้สามารถ ปลูกมันสำปะหลังในปลายฤดูฝนได้ Kittipadukul *et al.* (2013) รายงานว่า พันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมแก่การปลูก

ปลายฝน ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 และ เกษตรศาสตร์ 50 สำหรับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ปลูกได้ทั้ง 2 ฤดู แต่หาก ปลูกปลายฤดูฝนจะได้ผลผลิตดีกว่า เนื่องจากพันธุ์ของมัน สำปะหลังเหล่านี้เมื่อนำมาปลูกในนาข้าวจะให้ผลผลิตดี และมีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 6-8 เดือน เท่านั้น แต่เปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลังจะน้อยกว่ามัน สำปะหลังที่ปลูกในสภาพไร่ทั่วไป ซึ่งส่วนใหญ่มันสำปะหลัง ที่ปลูกในนาข้าวจะส่งโรงงานมันเส้นเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับงานของ Boonseng *et al.* (1998) ที่ได้ศึกษา เติบโตของพันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกปลายฤดูฝน จำนวน 5 สายพันธุ์คือ เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 90 ระยอง 60 ระยอง 1 และศรีราชา 1 พบว่า มันสำปะหลังทุกพันธุ์ ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 625 กก./ เฮกตาร์ แต่พันธุ์ระยอง 90 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยและมี เติบโตสูง อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังพบว่า พันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 ยังคงให้ผลผลิตสูงสุดในสภาพแวดล้อมที่ ให้ผลผลิตต่ำหรือปรับตัวได้นั่นเอง และรายงานของ Panyangnoi *et al.* (2013) ได้ทำการทดสอบระบบปลูกพืช แบบระบบข้าว-มันสำปะหลังในพื้นที่เกษตรกรเป็นการปลูก มันสำปะหลังหลังนา โดยปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ ทดสอบเพิ่มทางเลือกให้เกษตรกรโดยปลูกพันธุ์ระยอง 72 ในช่วงหลังเก็บเกี่ยวข้าวพบว่า กรรมวิธีการทดสอบใช้พันธุ์ ระยอง 72 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ได้ผลผลิตเฉลี่ย 2,204 และ 2,178 กก./ไร่ ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยร้อยละ 21.0 และ 20.5 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณแป้งอยู่ในช่วงที่ ใกล้เคียงกับรายงานของ Polthane *et al.* (2014) ที่ได้ ศึกษาการปลูกมันสำปะหลังจำนวน 5 พันธุ์ในพื้นที่นา เพื่อ ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณแป้ง เก็บเกี่ยวที่ อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่ามันสำปะหลังทุกพันธุ์มีจำนวน หัวต่อต้นและเปอร์เซ็นต์แป้งที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อ ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 156 กก./เฮกตาร์ พันธุ์ระยอง 72 มีผลผลิตน้ำหนักสดสูงสุดเท่ากับพันธุ์ระยอง 72 ที่มี ผลผลิตน้ำหนักแห้งและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวมากที่สุด (Table 1)

Table 1 Tuber roots number, yield, starch content and harvest index (HI) of cassava following rice as affected by cultivars at harvest

Cassava cultivars	Tuber roots number	Fresh root yield (t ha ⁻¹)	Dry root yield (kg ha ⁻¹)	starch content (%)	HI
Rayong 7	7.0	28.2 ^a	723.8 ^{ab}	19.6	0.43 ^b
Rayong 11	6.3	21.3 ^{ab}	720.6 ^{ab}	23.7	0.38 ^c
Rayong 72	5.3	27.8 ^a	955.1 ^a	19.1	0.50 ^a
Kasetsart 50	4.8	23.2 ^{ab}	642.9 ^{ab}	25.9	0.38 ^c
Huaybong 80	6.8	19.2 ^b	613.4 ^b	25.7	0.40 ^{bc}
F-test	ns	*	*	ns	**
CV (%)	26.4	17.1	17.2	16.9	13.70

Remarks: ns, *, ** = Not significant, significantly different at $p \leq 0.05$, 0.01 , respectively. Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ by LSD

Source: Polthanee *et al.* (2014)

งานวิจัยต่างประเทศได้ศึกษาการปลูกมันสำปะหลังเพื่อเก็บเกี่ยวอายุสั้น ดังงานของ Chipeta *et al.* (2016) ศึกษาผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก เพื่อลดการเกิดโรคแผลขีดสีน้ำตาลของมันสำปะหลัง (cassava brown streak disease: CBSD) ในสาธารณรัฐมาลาวี พบว่า พันธุ์ Phoso เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 6 และ 9 เดือนหลังปลูก ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดคือ 9.5 และ 17.8 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ และงานของ Akpan and

Udoh (2017) ได้ศึกษาผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินลุ่มในประเทศไนจีเรีย พบว่า พันธุ์ TMS 01/1412 ให้ผลผลิตสูงสุดทุกระยะการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บเกี่ยวที่อายุ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก แสดงให้เห็นว่ามันสำปะหลังเริ่มมีการสร้างหัวและให้ผลผลิตได้ที่อายุเก็บเกี่ยว 4 เดือน มีการเจริญเติบโตของผลผลิตหัวสดอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก และมีผลผลิตหัวสดคงที่อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก (Table 2)

Table 2 Weight of tuber yield (t/ha) of cassava genotypes in cross river basin flood plain, Itu Project, Akwa State

Cassava genotypes	Months after planting (MAP)									
	4		6		8		10		12	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
NR8082	6.94	7.10	21.60	23.80	39.70	40.10	41.40	41.80	44.75	44.60
TMS 01/1168	7.78	7.61	27.30	26.90	40.40	39.90	45.10	44.18	46.70	45.20
TMS 01/1412	8.32	8.00	28.66	27.94	42.60	46.30	46.30	46.40	48.10	48.30
TME 419	6.15	6.00	21.32	21.00	36.10	42.00	42.00	40.80	45.80	45.00
Local (check)	4.00	4.20	18.30	17.65	24.60	24.10	26.60	26.90	28.01	28.40
LSD ($P \leq 0.05$)	4.20	2.24	ns	ns	1.24	2.56	2.02	1.86	ns	ns

Remarks: ns = Not significantly different, Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD

Source: Akpan and Udoh (2017)

การเตรียมดินปลูกมันสำปะหลังหลังนา

การเตรียมดินมีผลต่อผลผลิตของมันสำปะหลังหลังนา เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จแล้วให้ไถกลบตอซังข้าวทันที และควรรไดให้ลึกที่ระดับ 20-30 ซม. พรวันดินให้ร่วนซุย ทำให้หัวมันสำปะหลังเกิดการขยายตัวของรากใต้ดินลงหัวได้ดี ผลผลิตจึงสูงขึ้น เนื่องจากการไถกลบตอซัง เป็นการทำลายวัชพืช ปรับปรุงโครงสร้างดินให้ระบายน้ำได้ดี ส่งผลให้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังมีพื้นที่สัมผัสกับดินได้มาก มีผลให้การตั้งตัวและจำนวนต้นอยู่รอดของมันสำปะหลังสูง ได้อาศัยความชื้นที่เหลืออยู่ในดินนาสำหรับการแตกรากในระยะออกราก เมื่อปลูกมันสำปะหลังลงดินประมาณ 2 สัปดาห์ จะเริ่มมีการแตกใบอ่อนและราก ช่วง 3-4 สัปดาห์ รากฝอย (fibrous roots) จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น และแผ่กระจายลงในดินลึกประมาณ 50 ซม. และในช่วง 6-8 สัปดาห์ จะพบรากพิเศษ (adventurous roots) ประมาณ 3-14 ราก จะพัฒนาและเพิ่มขยายใหญ่เพื่อทำหน้าที่สะสมแป้ง (storage roots) เมื่ออายุประมาณ 6-12 สัปดาห์ (Teerawanichpan *et al.*, 2008) ปริมาณคงอยู่ของความชื้นดินที่ระดับความลึกหน้าตัดดินต่างๆ ตลอดระยะเวลาปลูกมันสำปะหลังหลังนาจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะพัฒนาการของรากดังกล่าว (Fig. 1 และ Fig. 2)

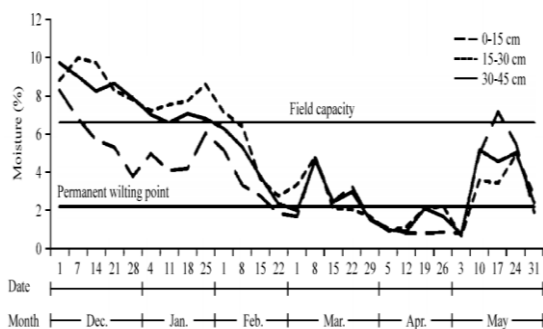


Fig. 1 Soil moisture content (%) at depth during the growing period

Source: Polthanee *et al.* (2014)

จากงานของ Polthanee *et al.* (2014) ได้ศึกษาความชื้นดินหลังนาที่ระดับความลึกดิน 0-15, 15-30 และ 30-45 ซม. จากผิวดิน (Fig. 1) บันทึกปริมาณน้ำฝนในปี ค.ศ. 2013/2014 ในพื้นที่นาข้าว จังหวัดขอนแก่น พบว่า ดินมีความชื้นร้อยละ 8-10 ทุกระดับความลึกจากผิวดินมากกว่าระดับความจุความชื้นภาคสนาม (field capacity) จากนั้นความชื้นดินเริ่มมีแนวโน้มลดลงทุกระยะเนื่องจากไม่มีฝนตกในเดือนกุมภาพันธ์แต่ก็ยังมีค่าความชื้นสะสมที่ระดับ 30-45 ซม. จากผิวดิน ซึ่งเป็นระยะที่รากมันสำปะหลังแผ่กระจายลงไป ในขณะที่งานของ Polthanee and Wongpichet (2017) ได้ศึกษาในพื้นที่เดิมในปีถัดมาซึ่งมีปริมาณฝนแตกต่างกันทำให้ดินมีความชื้นที่แตกต่างกันด้วย แต่ก็ยังพบว่าดินหลังนามีความชื้นในระดับเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกันกับปีที่เคยศึกษาก่อนนั้น เป็นที่น่าสังเกตว่าเดือนมีนาคม (4 เดือนหลังปลูก) เริ่มมีปริมาณฝนอีกครั้ง ความชื้นในดินจึงเพิ่มขึ้น (Fig. 2) เมื่อมันสำปะหลังได้รับน้ำจะเข้าสู่ระยะพัฒนาทรงพุ่มเพื่อสร้างใบในการรับแสงและการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตของใบและลำต้นสูงสุดด้วย และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสะสมน้ำหนักแห้งของใบและลำต้น (Boonseng *et al.*, 1998) ทำให้น้ำหนักแห้งที่สร้างที่ใบเพื่อผลิตแป้งถูกเคลื่อนย้ายมาเก็บสะสมที่ส่วนหัวมันสำปะหลัง

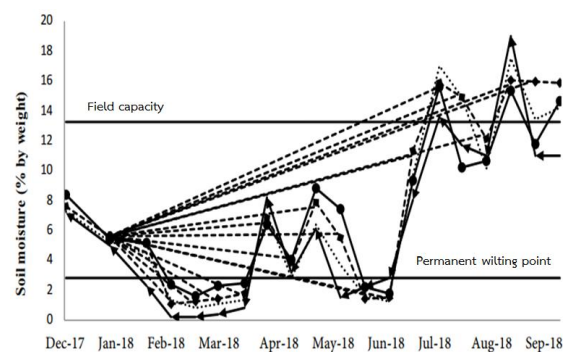


Fig. 2 Soil moisture content (%) at soil depth 0-15 cm (←), 15-30 cm (—), 30-45 cm (●●) and 45-60 cm (◆◆) entire growing periods

Source: Polthanee and Wongpichet (2017)

แม้ว่ามันสำปะหลังที่ปลูกปลายฤดูฝนใช้น้ำในการเจริญเติบโตน้อย หากดินที่ปลูกมันสำปะหลังหลังนากระทบแล้งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ส่งผลทำให้มันสำปะหลังมีการสร้างฮอร์โมน ABA (abscisic acid accumulation) สูงในสภาวะที่ขาดน้ำ ซึ่งฮอร์โมนนี้มีผลทำให้พืชเพิ่มแรงต้านทานของปากใบ การเจริญเติบโตของลำต้นหยุดชะงัก ส่งผลให้อัตราการสร้างใบลดลง ทำให้ใบร่วงเพื่อลดการคายน้ำจึงทำให้มันสำปะหลังทนทานต่อการขาดน้ำ ดังนั้น มันสำปะหลังที่มีความทนแล้งสูง จะทำให้มีปริมาณของกรด ABA สูงขึ้นเมื่อเกิดสภาวะขาดน้ำ (Alves, 2000) การลดลงของผลผลิตขึ้นอยู่กับความยาวนานในการขาดน้ำและช่วงระยะเวลาเจริญเติบโต ช่วงวิกฤตการขาดน้ำของมันสำปะหลังคือ 1-5 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นระยะออกรากและสร้างหัว การขาดน้ำในระยะนี้อย่างน้อยที่สุด 2 เดือนมีผลให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 32-60 (Connor *et al.*, 1981) การขาดน้ำช่วงนี้จึงมีผลต่อการพัฒนาพื้นที่ใบและการสร้างหัวสะสมอาหาร ซึ่งจะมีผลต่อการลงหัวในระยะต่อไป อย่างไรก็ตาม การเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดินน่าจะส่งผลให้ดินมีความชื้นคงอยู่เหมาะสมตลอดระยะเวลาการปลูกมันสำปะหลังหลังนาได้ ดังงานของ Intanon (2006) ได้ใช้ผัดตบขาสับ ขุยมะพร้าว โกลบลองแปลงก่อนปลูกพืช 2 เดือน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดินพบว่า ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 1.3 เท่า ความพรุนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 44.6 เป็น 52.1 หรือการใช้วัสดุปรับปรุงทางกายภาพของดินเพื่อให้ดินมีโครงสร้างที่ดีขึ้นมีความสามารถในการอุ้มน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี

การเตรียมดินจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อผลผลิตของมันสำปะหลังหลังนา โดยทั่วไปการเตรียมดินสำหรับการปลูกมันสำปะหลังจะประกอบด้วยการไถ 2 หรือ 3 ครั้ง คือการไถครั้งที่ 1 หรือเรียกว่า “ไถตะ” การไถครั้งที่ 2 เรียกว่า “ไถพรวน” หรือ “ไถแปร” และการไถครั้งที่ 3 เป็นการไถยกร่อง ในบางพื้นที่ปลูกแบบไม่ยกร่องก็จะมีไถเพียง 2 ครั้ง สำหรับพื้นที่นาดอนที่เปลี่ยนจากการปลูกข้าวมาปลูกมันสำปะหลังในฤดูปลายฝน ควรไถทันทีที่ดินมีความชื้นเหมาะสม ควรไถด้วยผาน 3 หรือผาน 7 เพียง 1 ครั้ง ก่อนยกร่อง 2-3 วันหรือในวันเดียวกับวันยกร่องปลูก เพื่อรักษา

ความชื้นในดินและความหนาแน่นของดิน แนะนำให้ยกร่องความสูงประมาณ 25-30 ซม. เพื่อช่วยระบายน้ำในฤดูฝน เมื่อยกร่องควรปลูกมันสำปะหลังตามทันที เนื่องจากความชื้นในดินจะสูญเสียเร็วกว่าในฤดูปลูกต้นฝน ซึ่งจะทำให้มันสำปะหลังมีความงอกต่ำ (Kittipadakul *et al.*, 2013) เนื่องจากดินหลังนาเป็นดินที่ยังคงมีความชื้นอยู่ การนำเครื่องจักรกลเข้าไปไถพรวนในพื้นที่บ่อยครั้งที่ระดับความลึกเดียวกันเป็นเวลานานอาจส่งเสริมให้ดินมีความหนาแน่นรวมสูงจนเกิดชั้นดินที่อัดตัวกันแน่นทึบ (Abu-Hamdeh, 2004; Fasinmirin and Reichert, 2011) เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตและการงอกของรากมันสำปะหลังและการปลูกข้าวในฤดูถัดไปได้

การเตรียมท่อนพันธุ์และวิธีการปลูก

ท่อนพันธุ์ที่ดีควรมาจากต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์คุณภาพดี มีความบริสุทธิ์ มีอายุ 8-14 เดือน เลือกลูกโดยใช้ส่วนกลางก่อนมาทางโคนของต้น โดยพิจารณาเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 1.5-2.5 ซม. การปลูกลูกต้นฤดูฝนใช้ท่อนพันธุ์ยาว 20-25 ซม. แต่หากปลูกลูกปลายฤดูฝนควรใช้ท่อนพันธุ์ยาว 30-40 ซม. เพราะท่อนพันธุ์ที่ยาว 20 ซม. จะมีความงอกประมาณร้อยละ 70 (Lartmongkol, 2003) ข้อดีของท่อนพันธุ์ที่ยาวคือ มีจำนวนมากกว่าจึงให้ร้อยละความงอกและความอยู่รอดสูงกว่า การเตรียมท่อนพันธุ์โดยวิธีการชุบหรือแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีหรือสารอินทรีย์ที่มีในธรรมชาติก่อนการปลูกเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพเพื่อให้ท่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีคุณภาพดีขึ้น สามารถเพิ่มการงอกของท่อนพันธุ์ เจริญเติบโตได้เร็ว เนื่องจากการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังใน 3 สัปดาห์แรกหลังปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในท่อนพันธุ์และการงอกของท่อนพันธุ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณโพแทสเซียมที่อยู่ในท่อนพันธุ์ (Khanthavong, 2009) สอดคล้องกับงานทดลองของ Polthanee and Manuta (2015) ศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายธาตุอาหารหลัก (N P K) มีผลทำให้มี

จำนวนผลผลิตหัวสดสูงสุด และจากงานทดลองของ Kanto *et al.* (2011) พบว่า การแช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ในน้ำสัคตมูลสูก่อนปลูก 1 คืนร่วมกับระบบการให้น้ำหมักมูลหลังปลูก จะทำให้มันสำปะหลังออกรากมากกว่า 20 ราก และพัฒนาเป็นหัวซึ่งจะเพิ่มผลผลิตได้มาก เนื่องจากในน้ำหมักมูลสูกมีปริมาณของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จึงช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังจึงมีอัตราการงอกของต้นดีและเร็วขึ้น การออกรากดี ในทำนองเดียวกันจากการศึกษาของ Choeichit *et al.* (2013) พบว่าการแช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินช่วยเร่งการเกิดรากและการเกิดตาข้างของมันสำปะหลังได้ตั้งแต่ระยะเวลา 7-21 วันหลังปลูก เนื่องจากน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืชที่ช่วยกระตุ้นการเกิดรากได้ภายใน 7 วันหลังปลูก สามารถกระตุ้นการแตกตาของมันสำปะหลังเร็วกว่าการไม่แช่ท่อนพันธุ์ นอกจากนี้ในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินยังมีกรดฮิวมิก และกรดฟุลวิกที่ช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ จึงเป็นตัวช่วยเร่งการแตกตามันสำปะหลังให้เร็วขึ้น (Arancon *et al.*, 2005)

การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรมีหลายวิธี เช่น การปลูกแบบวางนอน (ฝัง) การปลูกแบบปักตั้งตรง และปักแบบเอียง การปลูกฤดูปลูกฤดูฝนควรปักแบบตั้งตรงให้มีความลึกกว่าการปลูกในฤดูแล้งคือ 10-15 ซม. ซึ่งสอดคล้องกับความชื้นในดินใน Fig 1. และ Fig 2. การตัดท่อนพันธุ์ให้ตรง หรือเฉียงให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่เพื่อง่ายสำหรับการปลูก โดยทั่วไปควรตัดท่อนพันธุ์ให้เฉียงเล็กน้อยเพื่อสะดวกต่อการปักและไม่ควรปักให้ลึกกว่านี้ เพราะจะทำให้เก็บเกี่ยวยาก วิธีการปลูกดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Polthanee and Wongpichet (2017) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการปลูกต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ที่ปลูกปลายฤดูฝน พบว่า การปลูกมันสำปะหลังแบบแนวตั้งส่งผลทำให้มันสำปะหลังมีจำนวนรากต่อต้น และผลผลิตหัวสดมากกว่าการปลูกแบบแนวนอน เนื่องจากการปลูกแบบแนวนอนเป็นวิธีการปลูกแบบเก่า

ปัจจุบันไม่นิยมปลูกด้วยวิธีนี้ เพราะต้นมันสำปะหลังจะงอกโผล่พื้นดินช้ากว่าวิธีทำให้การกำจัดวัชพืชลำบากมากขึ้น แต่มีข้อดีคือถ้าดินมีความชื้นน้อยการปลูกด้วยวิธีนี้จะทำให้มีจำนวนต้นอยู่รอดมากและไม่ต้องระวังว่าจะปลูกโดยเอายอดลงดิน สำหรับการปลูกมันสำปะหลังทั้งสองวิธีไม่มีผลต่อน้ำหนักหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้งและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกแบบแนวตั้งให้ผลที่ดีกว่า ข้อดีของการปลูกแบบนี้คือมันสำปะหลังจะงอกเร็ว สะดวกต่อการกำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมและลงหัวด้านเดียวเป็นกลุ่ม ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวและให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกแบบฝังร้อยละ 10-15 (Table 3)

การใช้ระยะปลูกในแปลงมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ โดยระยะปลูก 0.8 x 0.8 ม. ควรปลูกพันธุ์ห้วยบง 80 ระยะยอ 5 และระยะยอ 72 ระยะ 1.2 x 0.8 ม. หรือ 1.0 x 1.0 ม. สามารถใช้ได้กับทุกพันธุ์ ควรมีจำนวนท่อนพันธุ์ คือ 1,600-2,500 ต้น/ไร่ แต่จากรายงานของ Hinthong and Banerng (2012) ได้ศึกษาเพื่อประเมินอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยะยอ 9 เกษตรศาสตร์ 50 และห้วยบง 80 ในวันปลูกต่างกันคือ ต้นฝน กลางฝน และปลายฝน พบว่า วันปลูกที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยการปลูกปลายฝนในระยะปลูก 1.0 x 1.0 ม. ทำให้มีค่าอัตราการเจริญเติบโตรวมของมันสำปะหลัง (crop growth rate; CGR) ต้น (stem growth rate; SGR) ใบ (leaf growth rate; LGR) และหัว (tuber growth rate; TGR) ต่ำ และมีผลต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) ด้วย แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของพืช อัตราการเจริญเติบโตของต้น อัตราการเจริญเติบโตของราก และดัชนีพื้นที่ใบลดลงเมื่อระยะปลูกเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้การปลูกปลายฝนซึ่งเป็นช่วงระยะเวลานิยมปลูกมันสำปะหลังปรังหลังนาจึงควรใช้ระยะการปลูกถี่กว่าระยะปลูก 1.0 x 1.0 ม. โดยระยะปลูกที่แนะนำคือระยะ 0.8 x 0.8 ม. หรือ 0.8 x 1.0 ม. เพื่อให้พืชได้มีการสร้างใบส่งผลให้มีดัชนีพื้นที่ใบเร็วขึ้นและมากขึ้น

Table 3 Effect of planting methods on number of storage root per plant, weight of storage root per plant, fresh storage root yield, harvest index and starch content of five cassava cultivars at harvest

Cassava cultivars	Number of storage root per plant	Weight of storage root per plant (kg)	fresh storage root yield (t ha ⁻¹)	starch content (%)	Harvest index
Planting methods (M)					
Vertical	10.7 ^a	6.1	60.6 ^a	28.1	0.74
Horizontal	8.9 ^b	5.3	54.3 ^b	27.8	0.77
Cultivars (C)					
Rayong 7	10.3 ^a	6.7 ^a	67.4 ^a	28.5 ^{ab}	0.78 ^{ab}
Rayong 11	10.8 ^a	5.4 ^{ab}	54.6 ^{ab}	28.9 ^a	0.76 ^{bc}
Rayong 72	7.7 ^b	5.3 ^{ab}	49.7 ^b	26.4 ^b	0.81 ^a
Huaybong 80	10.1 ^{ab}	4.8 ^b	55.0 ^{ab}	29.4 ^a	0.70 ^c
E-dum	10.2 ^a	6.1 ^{ab}	60.4 ^{ab}	26.6 ^b	0.72 ^c
F-test					
M	*	ns	*	ns	ns
C	*	*	*	*	**
M x C	ns	ns	ns	*	ns

Remarks: *, ** and ns = significantly at 0.05, 0.01 and not significant, respectively. Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ by LSD

Source: Polthanee and Wongpichet (2017)

การดูแลรักษา

1. การใส่ปุ๋ยและการปรับปรุงดิน

โดยทั่วไปมันสำปะหลังปลูกได้ในดินทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนปนทรายเพราะจะลงหัวและเก็บเกี่ยวง่าย มันสำปะหลังเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ระหว่าง 5.5-8.0 ต้องการธาตุปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สัดส่วนของธาตุปุ๋ยหลักจะขึ้นอยู่กับสมบัติของดินและผลวิเคราะห์ดิน ชนิดของปุ๋ยเคมีที่แนะนำประกอบด้วย ปุ๋ยสูตร 15-7-18 หรือ 16-8-16 (ratio 2:1:2 หรือ 2:1:3 หรือ 3:1:2) ขึ้นอยู่กับราคาต่อหน่วยของปุ๋ย (Wilson and Ovid, 1994) ใช้กับดินทั่วไปที่มี

ปริมาณธาตุอาหารต่ำ หรือดินที่มีการปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ปุ๋ยสูตรดังกล่าวเหมาะสำหรับดินทราย ดินร่วนทราย และดินร่วนเหนียวสำหรับปุ๋ยสูตร 15-15-15 แนะนำให้ใช้ดินเหนียวปานกลาง เพราะดินมีคุณสมบัติในการตรึงธาตุฟอสฟอรัสสูงพืชดูดใช้ได้ยาก จึงต้องใส่ธาตุฟอสฟอรัสมาก จากการศึกษาของ Srihawong *et al.* (2015) และ Polthanee and Wongpichet (2017) พบว่า การปลูกมันสำปะหลังในดินกลุ่มเนื้อหยาบ (ดินร่วนปนทราย และดินทรายปนดินร่วน) ควรใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กก./ไร่ ในช่วงที่มันสำปะหลังอายุ 1-2 เดือน และควรใส่ในช่วงที่ดินมีความชื้นเพื่อให้ปุ๋ยที่ใส่อยู่ในรูปสารละลายที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้ และการดูแลใช้ธาตุอาหารของมัน

สำปะหลังยังมีความสัมพันธ์กับวิธีการปลูก โดยวิธีการปลูกมันสำปะหลังแบบแนวตั้งมีผลต่อการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในบริเวณรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งมีค่ามากกว่าวิธีการปลูกแบบแนวนอน ทั้งนี้การปลูกมันสำปะหลังควรปักแนวตั้งมันสำปะหลังแนวตั้งให้อยู่ใต้ดินประมาณ 1/3 ของท่อนพันธุ์ โดยให้ตาที่อยู่ผิวดินควรมีตาไว้ให้มันสำปะหลังงอกอย่างน้อย 4-5 ตาขึ้นไป สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังมีผลต่อการ

ดูดใช้ธาตุไนโตรเจนที่รากอย่างมีนัยสำคัญ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนที่รากมากที่สุด การดูดใช้ในโตรเจนในลำต้นและใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการดูดใช้ในโตรเจนที่ใบมีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์ด้วยแสงและส่งผลทำให้เกิดการสะสมอาหาร และมีปริมาณโพแทสเซียมที่บริเวณรากค่อนข้างมากซึ่งมีผลต่อการสร้างแป้งและคุณภาพผลผลิต (Table 4)

Table 4 Effect of planting methods on nitrogen, phosphorus and potassium uptake by storage root, stem and leaf of five cassava cultivars at harvest

Cassava cultivars	Nitrogen (kg ha ⁻¹)			Phosphorus (kg ha ⁻¹)			Potassium (kg ha ⁻¹)		
	Root	Stem	Leaf	Root	Stem	Leaf	Root	Stem	Leaf
Planting methods (M)									
Vertical	60.1 ^a	47.0	88.8	25.3 ^a	28.3	7.9	273.8 ^a	73.8	30.1
Horizontal	54.3 ^b	38.9	80.2	22.6 ^b	24.2	7.1	249.6 ^b	73.6	28.2
Cultivars (C)									
Rayong 7	74.7 ^a	45.3	85.5	27.9	35.8 ^a	6.9 ^{ab}	316.0	54.7 ^b	35.7 ^a
Rayong 11	59.9 ^{ab}	38.8	95.9	25.4	37.1 ^a	9.2 ^a	283.8	111.1 ^a	33.9 ^{ab}
Rayong 72	45.9 ^b	38.8	74.1	20.7	19.0 ^b	6.5 ^b	223.4	58.8 ^a	24.3 ^c
Huaybong 80	55.6 ^b	48.5	72.1	22.1	21.0 ^b	5.6 ^b	227.0	96.2 ^a	25.3 ^{bc}
E-dum	49.9 ^b	41.1	94.8	23.4	18.4 ^b	9.0 ^a	258.1	48.2 ^b	26.2 ^{bc}
F-test									
M	*	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns
C	*	ns	ns	ns	**	*	ns	**	*
M x C	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	**

Remarks: *, ** and ns = significantly at 0.05, 0.01 and not significant, respectively. Means in the same column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ by LSD

Source : Polthanee and Wongpichet (2017)

จาก Table 4 แสดงให้เห็นว่ามันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและนำธาตุอาหารพืชไปสะสมแต่ละส่วนของพืชปริมาณที่แตกต่างกัน โดยพบว่าปริมาณโพแทสเซียมสะสมที่บริเวณรากค่อนข้างมากซึ่งมีผลต่อการสร้างแป้งและคุณภาพผลผลิต และเพื่อให้ธาตุอาหาร

เหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช การปรับปรุงบำรุงดินจึงเป็นสิ่งสำคัญ เกษตรกรควรมีการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ซึ่งระดับ pH ที่เหมาะสมเท่ากับ 6.5 (Anikwe *et al.*, 2016)

หากดินมีค่า pH ต่ำกว่านี้อาจส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร การดูดใช้ธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตมันสำปะหลังได้ จากการศึกษาของ Panyangnoi *et al.* (2013) ได้วิเคราะห์ดินหลังนาที่ปลูกมันสำปะหลังพบว่า ดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.95 -5.67 ค่าอินทรีย์วัตถุต่ำ (0.20-0.60%) ค่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Extractable P และ K) เท่ากับ 2.95 -28.98 และ 12-30 มก./กก. ตามลำดับ ทำให้มีระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียม (Ca) ในดินย่อมเป็นการยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้น อีกทั้ง Ca ยังมีบทบาทในการทำหน้าที่เกี่ยวกับการยึดตัวของรากพืชอีกด้วย ดังงานทดลองของ Anikwe *et al.* (2016) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยขาวและยิปซัมเป็นวัสดุปรับปรุงดินมีผลต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวระยะเวลาสั้นเพียง 180 วันหลังปลูกให้ผลผลิตทั้งสองฤดูกาลปลูกสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (Table 5) เนื่องจากการปรับปรุงดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และร่วนซุยยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหารในดินและวัสดุปรับปรุงดินแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์ก็ยังมียบทบาทในการปรับสภาพดิน (Ayoola and Makinde, 2007) หากมีการปลูกพืชต่อเนื่องกันในพื้นที่เดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกพืชในพื้นที่ดินทรายและดินเสื่อมโทรมที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ จึงอาจต้องมีการใช้ร่วมกับสารปรับปรุงบำรุงดินชนิดอื่นด้วย (Chaiyarak *et al.*, 2013)

2. การจัดการโรคและแมลง

การปลูกมันสำปะหลังปลายฤดูพบว่ามีการระบาดของโรคแมลง (Fig. 3) การจัดการโรคแมลงศัตรูพืช ทำได้ด้วยวิธีการป้องกันตั้งแต่กระบวนการเตรียมท่อนพันธุ์ก่อนปลูก ใช้ท่อนพันธุ์ที่ต้านทานโรคแมลง อีกทั้งการแช่ท่อนพันธุ์ยังทำให้ได้ท่อนพันธุ์ที่สะอาด ปราศจากโรคแมลง และยังสามารถป้องกันโรคและแมลงที่อาจเกิดในมันสำปะหลังได้อีกด้วย ดังรายงานของ Panyangnoi *et al.* (2013) ศึกษาการปลูกมันสำปะหลังในระบบหลังทำนา เตรียมท่อน

พันธุ์โดยวิธีแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีไทอะมีโทแซม (25%WG) อัตรา 4 ก./น้ำ 20 ลิตรหรือไดโนทีฟูแรน (10%WG) อัตรา 40 ก./น้ำ 20 ลิตรก่อนปลูกเพื่อป้องกันปัญหาเพลี้ยแป้งสีชมพู พบว่า สามารถฆ่าเพลี้ยแป้งที่ติดมากับท่อนพันธุ์และยังป้องกันการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งหลังปลูกได้อีกประมาณ 1 เดือน หรือการแช่มันสำปะหลังด้วยสารพอลิแซคคาไรด์ที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* ส่งเสริมให้มันสำปะหลังต้นมันสำปะหลัง อายุ 1 เดือน มีความสูงต้น ความยาวราก และจำนวนรากสูงสุด 5.83 ซม. 13.9 ซม. และ 49.53 ราก และ 28.3 ซม., 15.27 ซม. และ 52.52 ราก ในสภาพเรือนปลูกพืชทดลองและสภาพไร่ ตามลำดับ ยังสามารถกระตุ้นให้มันสำปะหลังสะสมฮอร์โมนพืช indole-3-acetic acid (IAA) อย่างรวดเร็วภายใน 4 วัน หลังพ่นใบเมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ ส่งผลให้มันสำปะหลังต้านทานโรครากและหัวเน่าได้ดี (Chaisue *et al.*, 2016) นอกจากนี้ หลังปลูกควรหมั่นสำรวจแปลงอยู่เสมอหากยังพบการระบาดของศัตรูพืชในมันสำปะหลังควรถอนต้นเป็นโรคไปเผาทิ้งนอกแปลงหรือปล่อยเตนเบียนหรือแมลงช้างปีกใสเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีในแปลง ก่อนการตัดสินใจใช้สารเคมีกำจัดแมลงซึ่งอาจส่งผลกระทบตกค้างในดินปลูกข้าวในฤดูถัดไปได้

Table 5 Effect of lime and gypsum on fresh tuber yield (mg ha⁻¹) of cassava at 180 day after planting (DAP)

Treatments	180 DAP	
	2013	2014
No amendments	6.0	6.2
Lime 5,000 kg ha ⁻¹	6.7	7.0
Gypsum 2,500 kg ha ⁻¹	7.4	7.1
Lime 5,000 kg ha ⁻¹ + Gypsum 2,500 kg ha ⁻¹	9.3	9.7
F-LSD (p=0.05)	0.6	0.5

Source: Anikwe *et al.* (2016)

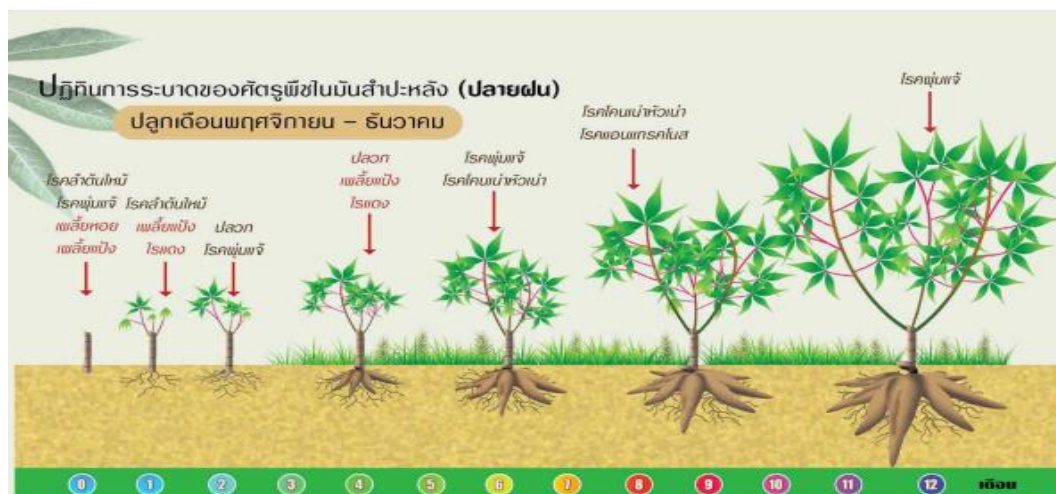


Fig. 3 Calendar of pest epidemics in cassava (late rainy season)

Source: Maneechot *et al.* (2016)

การเก็บเกี่ยว

มันสำปะหลังเป็นพืชอายุยาวโดยปกติอายุของมันสำปะหลังที่เกษตรกรจะมีการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9-12 เดือน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่หลังฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวมาปลูกมันสำปะหลัง ทำให้ช่วงเวลาในการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังมีอายุสั้น เพียง 5-6 เดือนเพื่อให้ทันฤดูกาลปลูกข้าวปีถัดไป

ปัจจัยที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นมีหลายปัจจัย เช่น ราคาหัวมันสำปะหลัง ฐานะทางเศรษฐกิจ ฤดูกาล และแรงงาน วิธีเก็บเกี่ยวที่เกษตรกรนิยมใช้คือการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน สอดคล้องกับลักษณะการปลูกแบบปักตรงที่มันสำปะหลังสร้างหัวได้ดีกว่าการปลูกด้วยวิธีการวางแนวนอนหรือการปักเฉียงทำให้เก็บเกี่ยวง่าย นอกจากนี้เกษตรกรผู้ทดสอบปลูกมันสำปะหลังหลังนาและเก็บเกี่ยวในช่วง 4-5 เดือน ให้ความเห็นว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยะ 72 นั้นเก็บเกี่ยวยากเนื่องจากขณะถอนหัวจะขาดง่ายซึ่งต้องเสียแรงงานในการขุด และหัวมันสำปะหลังพันธุ์นี้มีสีขาวไม่เป็นที่ต้องการของโรงงาน

รับซื้อ (Panyangnoi *et al.*, 2013) ผลผลิตของมันสำปะหลังที่ได้เพื่อใช้ในการแปรรูปในอุตสาหกรรมแป้งและการผลิตอาหารสัตว์ ปริมาณสารไซยาไนด์ที่อยู่ในมันสำปะหลังจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากการสะสมปริมาณไซยาไนด์มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใส่ไนโตรเจนและส่งผลต่อการดูดใช้ในไนโตรเจนที่ใบ แสดงให้เห็นว่า ความเขียวของใบ (Leaf greenness) ที่วัดได้จากค่า SPAD มีความสัมพันธ์กับปริมาณไซยาไนด์ที่สะสมในใบ (LHC = Leaf hydrogen cyanide content) และปริมาณไซยาไนด์ที่สะสมที่ราก (RHC = Root hydrogen cyanide content) และความสัมพันธ์ดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก (Table 6) ความสัมพันธ์ระหว่างอายุมันสำปะหลังกับผลผลิตและการสะสมแป้งเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเช่นกัน เนื่องจากเมื่อปลูกมันสำปะหลังต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) ซึ่งการสะสมแป้งในหัวของทุกพันธุ์จะเพิ่มขึ้นจนถึงเดือนที่ 6 และการสะสมแป้งจะค่อนข้างคงที่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ที่เป็นช่วงฤดูแล้ง แต่เมื่อถึงเดือนมีนาคมเริ่มมีฝนตกจะทำให้การสะสมแป้งในหัวมันลดลง และกลับมาเพิ่มอีกครั้งในเดือนพฤษภาคม การสะสมแป้งใน

หัวมันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นตามอายุจนถึง 6 เดือนหลังปลูก แต่หลังจากนั้นการขึ้นลงของการสะสมแป้งขึ้นอยู่กับฤดูเก็บเกี่ยว (Kittipadukul *et al.* 2013) แม้ว่ามันสำปะหลังหลังนาให้ผลผลิตเพียง 3-4 ตัน/ไร่ (Panyangnoi *et al.* 2013; Polthanee *et al.* 2014; Akpan and Udoh, 2017) แต่ยังมี การสะสมแป้งอยู่ระหว่างร้อยละ 19.6-25.9 สอดคล้องกับรายงานของ Olsanmi *et al.* (2017) ก็ได้ศึกษาการให้ผลผลิตของหัวมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยวต่างกัน พบว่า จากการศึกษาเริ่มมีการสร้างรากที่ระยะ 2 เดือนหลังปลูก ทำให้ผลผลิตที่ระยะเก็บเกี่ยว 7 และ 12 เดือนหลังปลูกมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าหัวมันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุอาหารและสะสมแป้งเป็นเวลา 5 และ 10 เดือนตามลำดับ และรายงานของ Panyapruet *et al.* (2016) ได้ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหัวมันสำปะหลัง โดยทดลองใส่สาร paclobutrazol (PBZ) เมื่อหัวมันสำปะหลังอายุ 90 วันหลังปลูก สาร PBZ สามารถยับยั้งความสูงของหัวมันสำปะหลังทุกช่วงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และศึกษาคุณภาพแป้งจากการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังที่อายุแตกต่างกัน พบว่า คุณภาพแป้งของหัวมันสำปะหลังที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ ทำให้ค่าการละลายของแป้ง (solubility) สูงสุด และส่งผลให้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืดของแป้งต่ำสุด ในระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การนำ PBZ ไปใช้กับหัวมันสำปะหลังที่อายุ 210 วันหลังปลูก ทำให้หัวมันสำปะหลังมีผลผลิตหัวมันสำปะหลังและคุณภาพแป้งดีกว่าการใช้ที่ระยะเวลาปลูก 90 และ 150 วันหลังปลูก อย่างไรก็ตาม การใส่สาร PBZ ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม Triazole จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของพืชลดลง โดยเฉพาะทางด้านความสูงของต้น ความยาวของข้อ จำนวนใบและพื้นที่ใบ (Gomathinayagam *et al.*, 2007; Asami *et al.*, 2000) ผลผลิตของพืชหัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับ

Triazole อาจเป็นผลมาจาก Triazole มีผลในการเพิ่มปริมาณ cytokinin ในพืช จึงมีผลทำให้เนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งเซลล์เพิ่มมากขึ้น โดยคุณสมบัติการยับยั้งการเจริญเติบโตจะทำให้ปริมาณน้ำตาลหรือการเคลื่อนย้ายแป้งลงสู่หัวเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานของ Quing-Song and Xiao-Hui (2011) ที่ได้ศึกษาการใช้สาร CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-urea และสาร paclobutrazol (PP333) พบว่า มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแป้ง จึงเป็นประเด็นการศึกษาต่อไปที่น่าสนใจในการนำ PBZ ไปใช้ในการปลูกหัวมันสำปะหลังปรางค์หลังนาที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิต

สรุป

การใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดหลังฤดูทำนาโดยปลูกหัวมันสำปะหลังในนาข้าวหรือปลูกหัวมันสำปะหลังปรางค์ นิยมปลูกปลายฤดูฝนโดยเกษตรกรจะเริ่มปลูกประมาณปลายเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน (ปลายฤดูฝน) พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ ระยะเวลา 7 ระยะ 72 และเกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ราชการส่งเสริม การเตรียมดินโดยไถด้วยผาน 3 หรือผาน 7 เพียง 1 ครั้งและยกร่องสูง 25-30 ซม. ปลูกหัวมันสำปะหลังตามทันที ใช้ระยะ 0.8 x 0.8 หรือ 0.8 x 1.0 ม. ซึ่งดินยังคงมีความชื้นหลงเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 8-10 การเตรียมก่อนพันธุ์ควรแช่ก่อนพันธุ์ก่อนปลูกเพื่อให้เพิ่มความงอกการเจริญเติบโตและปราศจากโรคแมลงได้ดีกว่าการไม่ใช้สาร การปลูกแบบแนวตั้ง การใส่ปุ๋ยสูตร 15-7-18 หรือ 16-8-16 (ratio 2:1:2 หรือ 2:1:3 หรือ 3:1:2) โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน รวมระยะเวลาประมาณ 5-6 เดือน มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3-4 ตันต่อไร่ ทั้งนี้ ผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยวในระยะเวลา 6 เดือนมีเปอร์เซ็นต์แป้งอยู่ระหว่างร้อยละ 19.6-25.9

Table 6 Effect of cassava age, variety and soil moisture on cassava agronomic traits

Parameter (Unit)	SPAD	PH (cm)	RW (g plant ⁻¹)	SW (g plant ⁻¹)	HI	SM (%)	LWC (%)	RHC	LHC (mg kg ⁻¹)
Age (F1)									
4 MAP	41.3 ^a	127	389 ^b	581	0.36 ^b	9.7 ^b	93 ^b	127	501
5 MAP	38.1 ^b	148	683 ^{ab}	743	0.44 ^{ab}	20.0 ^a	97 ^a	113	507
6 MAP	37.3 ^b	147	960 ^a	800	0.46 ^a	14.5 ^b	93 ^b	104	491
F-test	**	ns	**	ns	*	**	**	ns	ns
Variety (F2)									
HNT	34.9 ^b	145	478 ^b	731	0.34 ^b	13.2	94	46 ^b	315 ^b
KU 50	42.9 ^a	137	877 ^a	685	0.51 ^a	16.2	95	184 ^a	685 ^a
F-test	**	ns	**	ns	**	ns	ns	**	**
Water (F3)									
0 mm	41.2 ^a	121 ^b	204 ^b	344 ^b	0.36 ^b	8.7 ^b	92 ^b	142 ^a	509
5 mm	36.6 ^b	161 ^a	1150 ^a	1072 ^a	0.49 ^a	20.8 ^a	97 ^a	87 ^b	491
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
F-test									
Replication	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
F1 x F2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F1 x F3	ns	ns	**	ns	ns	**	*	ns	ns
F2 x F3	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
F1 x F2 x F3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: SPAD = Leaf greenness; PH = Plant height; RW = Root weight; SW = Stem and leaf weight; HI = Harvest index; SM = Soil moisture;

LWC = Relative water content; RHC = Root hydrogen cyanide content; LHC = Leaf hydrogen cyanide content; MAP = Months after planting.

* = Significantly different at 95% confident level. ** = Significantly different at 99% confident level. ns = Not significantly different

a, b = mean values with a lower case superscript letter are significantly different at 95% confident level.

Source: Srihawong *et al.* (2015)

References

- Abu-Hamdeh, N. H. 2004. The effect of tillage treatments on soil water holding capacity and on soil physics properties. The 3rd International soil conservation organization Conference. July, 2004.
- Akpan, E.A. and Udoh, V.S. 2017. Evaluation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotype for yield and yield component, tuber bulking, early maturity in cross river basin flood plain, Itu, Akwa Ibom State, Nigeria. Can. J. Agr. Crop. 2(2): 68-73.
- Alves, A. A. C. 2000. Response of cassava to water deficit: leaf area growth and abscisic acid. Crop Sci. 40: 131-137.
- Anikwe, M.A.N., Eze, J.C. and Ibudialo, A.N. 2016. Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crants.) in a degraded ultisol in Agbani, Enugu Southeastern Nigeria. Soil Till. Res. 158: 32-38.
- Arancon, N.Q., C.A. Edward, P. Bierman, J.D. Metzger and C. Lucht. 2005. Effect of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia. 49: 297-306.
- Asami, T., Min, Y.K., Nagata, N., Yamagishi, K., Takatsuto, S., Fujioka, S., Murofushi, N., Yamaguchi, I. and Yoshida, S. 2000. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. Plant Physiol. 123(1): 93-100.
- Ayoola, O.T., E.A. Makinde. 2007. Fertilizer treatment effects on performance of cassava under two planting patterns in a cassava-based cropping system in South West Nigeria. Research Journal of Agr. Bio. Sci. 3(1): 13-20.
- Bhandari, A.L., Ladha, J.K., Pathak, H., Dawa, D. and Gupya, R. W. 2000. Yield and soil nutrient change in a long-term rice-wheat rotation in India. Soil Sci. Soc. Am. J. 66(1): 162-170.
- Boonseng, O. 2006. Select varieties suitable areas to increase cassava production. Kasikorn newspaper. 79 (4): 17-20. (in Thai)
- Boonseng, O., Rojanaridpiched, C., Sarobol, E., Duangpatra, P. and Chatwachirawong, P. 1998. Yield stability of Thai cassava varieties grown in late rainy season. Kasetsart J. (Natural Science). 32: 117-125. (in Thai)
- Chaisue, S., Poralokanon, P., Chuaboon, W. and Athinuwat. 2016. *Pseudomonas fluorescens* produced polysaccharides enhance growth of cassava plant and control root and tuber rot. Sci. Tech. J. 24(4): 561-571. (in Thai)
- Chaiyarak, T., Ratanacherdchai, K., Sributta, I., Chanthabut, L., Kodcharee, R. and Trelo-ges, V. 2013. The effect of soil amendments (LDD 10) and cattle manure on change in macronutrient and growth of Rayong 7 cassava variety. Khon Kaen Agri. J. 41 (supplement 2): 57-66. (in Thai)

- Chipeta, M.M., Shanahan, P., Melis, R., Sibiya, J. and Bensese, I.R.M. 2016. Farmers' Knowledge of cassava brown streak disease and its management in Malawi. *Int. J. Pest Manage.* 62(3): 175-184.
- Choeichit, J., Boonthai, I.C. and Ta-oun, K. 2013. Effect of vermicompost tea on rooting and budding of three cassava varieties. *Khon Kaen Agr. J.* 41(Supplies 1): 297-301. (in Thai)
- Connor, D. H., Cork, J.H. and Parra, G.E. 1981. Response of cassava to water shortage III. Stomatal control of plant water status. *Field Crop Res.* (4): 297-311.
- Dhanabordeephath, D. 2018. Cassava situation changed [online]. [Accessed November 20, 2018]. Available from: https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/NorthEastern/DocLib_Research/cassava_situation_change.pdf. (in Thai)
- Fasinmirin, J.T. and Reichert, J.M. 2011. Conservation tillage for cassava (*Manihot esculenta* Crantz) production in the tropics. *Soil Till. Res.* 113: 1-10.
- Gomathinayagam, M., Jaleel, C.A., Lakshmanan, G.M.A. and Panneerselvam, R. 2007. Changes in carbohydrates metabolism by triazol growth regulators in cassava (*Manihot esculenta* Crantz); effect on tuber production and quality. *C. R. Biologies.* 330: 644-655.
- Hinthong, Y. and Banterng, P. 2012. Growth rate and yield of cassava in different planting dates. *Khon Kaen Agr. J.* 40(supplement): 394-398. (in Thai)
- Intanon, P. 2006. Agricultural waste improves water holding capacity of heavy sandy area. *Khon Kaen Agr. J.* 34(3): 209-217. (in Thai)
- Kanto, U., Jutamanee, K., Osotsapar, Y., Jattupornpong, S. and Kaewprasit, C. 2011. Effect of swine manure extract by foliar application and soil drenching on dry matter and nutrient uptake of cassava. *Kasetsart J. (Natural Science)* 45: 995-1005.
- Kasetsart University Research and Development Institute. 2015. Cassava: cassava production in Thailand [online]. [Accessed November 20, 2018]. Available from: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=17882>. (in Thai)
- Keoplila, M., Thammasom, N., Lawongsa, P. and Saenjan, P. 2013. Effect of rice straw on rice yields, pH, electrical conductivity and bulk density of paddy soil. *KKU. Res. J. (Graduate studies)* 13(2): 1-9. (in Thai)
- Khanthavong, P. 2009. Effect of nutrient priming of cassava stakes on germination, growth and yield. Master of Science in (Agriculture) Agronomy Chiang Mai: Graduate School, Chiang Mai University.
- Kittipadakul, P., Sarobol, E., Vichukit, V., Duangpatra, P., Rojanaritphichet, J., Rungmekarat, S., Phumchai, C., Thongjoo, C., Kongsila, P., Jenweerawat, S. and Chanthaworn, J. 2013. 52 Days of Cassava Technology [online]. [Accessed December 13, 2017]. Available from: http://www.52subda.com/publications/index?crop_id=1. (in Thai)
- Lartmongkol, S. 2003. Effect of stem cutting lengths on growth and yield of three cassava varieties in the early and late rainy seasons [online]. [Accessed May 11, 2018]. Available from: URL: <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=154743>.

- Maneechot, J., Sahaya, S., Akathin, P. and Anantanamanee, Y. 2016. Handbook: integrated pest management for cassava. Research, development and crop protection, Department of Agriculture. (in Thai)
- Ogbodo, E.N. 2010. Effect of crop residue on soil chemical properties and rice yield on an Ultisol at Abakaliki, Southeastern Nigeria. World J. Agr. Sci. 7(1):13-18.
- Olasanmi, B., Akoroda, M. O., Okogbenin, E., Egesi, C., Nwaogu, A. S., Tokula, M. H., Ukaa, G. T., Agba, A. J., Ogbuekiri, H., Nwakor, W., Nwanguma, F., Eke-Okoro, O. N. and Fregene, M. 2017. Identification of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes with early storage root bulking. J. Crop Improv. 31(2): 173-182.
- Panyangnoi, K., Supama, Y, Chanyakon, S. and Pangjan, P. 2013. Test on cropping systems in paddy rainfed area in Khon Kaen Province. Nakhon Phanom University J. 12 (8th Natural conference of agricultural): 161-167. (in Thai)
- Panyapruerk, S., Sinsiri, W., Sinsiri, N., Arimatsu P. and Polthanee, A. 2016. Effect of paclobutrazol growth regulator on tuber production and starch quality of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Asian J. Plant Sci. 15(1-2): 1-7.
- Polthanee, A and Manuta, P. 2015. Effect of stake priming with nutrient solution on growth and yield of cassava grown under greenhouse and field conditions. Khon Kaen Agr. J. 43(2): 379-386
- Polthanee, A. and Wongpichet, K. 2017. Effects of planting methods on root yield and nutrient removal of five cassava cultivars planted in late rainy season in Northeast Thailand. Agr. Sci. 8: 33-45.
- Polthanee, A., Janthajam, C. and Promkhambut, A. 2014. Growth, yield and starch content of cassava following rainfed lowland rice in Northeast Thailand. Int. J. Agr. Res. 9(6): 319-324.
- Prachyasiri, P. 2012. Cassava cultivation in the field Survival of farmers [online]. [Accessed February 23, 2018]. Available from: <https://www.gotoknow.org/posts/479429>. (in Thai)
- Qing-song, Y. and Xiao-hui, C. 2011. Effect of CPPU and paclobutrazol on yield increase in cassava. J. Southern Agr. 42(6): 594-598.
- Ruanpanan, P. 2017. Study of cassava root penetration of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* isolated from different plant hosts. NRSU Sci. Tech. J. 9(9): 26-26. (in Thai.)
- Salami, B.T. and Sangoyomi, T.E. 2013. Soil fertility status of cassava fields in South Western Nigeria. Am. J. Exp. Agr. 3(1): 152-164.
- Samuththong, N., Somwang, T and Vichukit, V. 2011. Improving cassava yield through increasing rate of chemical fertilization in combination with irrigation. Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Plants. Feb 1-4, 2011 Kasetsart University, Thailand. (in Thai)
- Sinworn, S. and Duangpatra, P. 2014. Effect of drip irrigation system and chemical fertilizer on growth and yield of cassava in dry season. SDU Res. J. Sci. Tech. 7(2): 1-22. (in Thai)

- Sittidet, A. 2008. Cassava in the rice field; Economic news Office of Agricultural Economics [online]. [Accessed February 23, 2018]. Available from: <http://www.ryt9.com/s/oea/333101>. (in Thai)
- Srihawong, W., Kongsil, P., Petchpoung, K. and Sarobol, E. 2015. Effect of genotype, age and soil moisture on cyanogenic glycoside content and root yield in cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) Kasetsart J. (Natural Science) 49: 844-855.
- Teerawanichpan, P., Lertpanyasampatha. M., Netraphan. S., Varavinit, S., Boonseng, O., and Narangajavana, J. 2008. Influence of cassava storage root development and environmental conditions on starch granule size distribution. Stach/Starke. 60: 696-705.
- Thai Tapioca Development Institute. 2017. The results of the survey on cassava production in 2017/2018 [online]. [Accessed November 15, 2018]. Available from: https://www.tapiocathai.org/pdf/7_Zone/Total%207%20Zone.pdf. (in Thai)
- Wilson, H. and Ovid, A. 1994. Influence of fertilizers on cassava production under rainfed conditions. J. Plant Nutr. 17(7): 1127-1135.