ผลของพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิต ความหนืดและลักษณะของสารละลายแป้ง

Effect of Varieties and Harvesting Dates on Yield, Paste Viscosity and Gelatinisation Properties of Cassava Starch

ไชยรัตน์ เพ็ชรชลานุวัฒน์[1] กล้าณรงค์ ศรีรอด[2] วิจารณ์ วิชชุกิจ[3]
เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์[3] วุฒิศักดิ์ พรพรหมประทาน[4] วัฒนะ วัฒนานนท์[4]
Chairat Petchalanuwat[1] Klanarong Srirath[2] Vichan Vichukit[3]
Chareonsak Rojanaridpiched[3] Vudisak Pornprompratan[4] Watana Wattananon[4]

ABSTRACT

Four cassava varieties: Rayong 1, Rayong 60, Rayong 90 and Kasetsart 50 were planted in sandy loam at Rayong province. Yields and starches were determined from the Tuber with different harvesting periods (6, 8, 10, 12, 14 and 16 months). The 4 varieties had a littlle different yields. The yeilds were increased by increasing of cassava ages. The starch contents were varied on varieties and harvesting dates. Rayong 90 and Kasetsart 50 had higher starch content than Rayong 1 and Rayong 60. The tuber harvested in dry season had higher starch content than in rainy season. Although the viscosities of starch extracted from different varieties were not different but dry season harvested starch viscosity was higher than rainy season.

Key words : cassava starch, harvesting dates, paste viscosity, gelatinization properties

บทคัดย่อ

การปลูกมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ คือ ระยอง 1 ระยอง 60 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 ในดินร่วนทราย จ. ระยอง แล้วเก็บเกี่ยวอายุ 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 เดือน พันธุ์ทั้ง 4 มีผลผลิตหัวสดใกล้เคียงกัน อายุมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตเพิ่มตามไปด้วย ส่วนพันธุ์และช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณแป้งในหัว พันธุ์ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 มีปริมาณแป้งในหัวสูงกว่าระยอง 1 และระยอง 60 การเก็บเกี่ยวช่วงฤดูแล้งมีปริมาณแป้งสูงกว่าการเก็บเกี่ยวในฤดูฝน เมื่อนำแป้งที่สกัดมาตรวจสอบคุณสมบัติ พบว่า ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมีผลต่อความหนืดและลักษณะของแป้ง ส่วนความแตกต่างของพันธุ์ไม่มีผลต่อลักษณะดังกล่าว แป้งที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูแล้งมีความหนืดสูงกว่าแป้งในฤดูฝน

(1) สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร
Office of Agricultural Research and Development Region 6, Department of Agriculture

(2) หน่วยปฏิบัติการแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Cassava and Starches Technology Research Unit, Kasetsart Agricultural and Agro-industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University

(3) ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University

(4) ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
Rayong Field Crops Research Center, Field Crops Institute, Department of Agriculture

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนประมาณ 9 ล้านไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 20 ล้านตันต่อปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของโลก 150 ล้านตันแล้ว ถือได้ว่าประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่อันดับ 2 รองจากบราซิล มีเกษตรกรที่เกี่ยวข้องอยู่ประมาณ 3 ล้านคนและทำรายได้ให้กับประเทศปีละ 2 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539)

ประเทศผู้ผลิตรายใหญ่และหลายๆ ประเทศในโลกมักนิยมบริโภคมันสำปะหลังเป็นอาหารและได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพในแง่การบริโภค (Organoleptic Cooking Quality) และความสามารถในการนำไปทำเป็นอาหารหลายชนิด เช่น ขนมปัง เป็นต้น (Safo and Owusu, 1992; Eggleston *et al.*, 1993a, b) แต่ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังเพื่อเป็นสินค้าส่งออกในรูปมันเส้น มันอัดเม็ดและแป้งเป็นหลัก โดยผลผลิตประมาณ 70% จะถูกแปรรูปเบื้องต้นเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ด ส่วนที่เหลือจะแปรรูปเป็นแป้งเพื่อบริโภคในประเทศและส่งออก ในอนาคตการส่งออกในรูปมันเส้นและมันอัดเม็ดจะค่อยๆ ลดลงตามข้อตกลงกับประชาคมยุโรป แต่การแปรรูปมันสำปะหลังจะขยายปริมาณมากขึ้น (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2535) ประเทศไทยซึ่งจัดได้ว่าเป็นผู้ผลิตแป้งรายใหญ่ของโลกและมีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ากว่าประเทศเพื่อนบ้านจึงต้องเริ่มวิจัยเกี่ยวกับแผนการผลิตและคุณภาพของแป้งที่ผลิตได้ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญที่สุดของตลาดพัฒนาการแปรรูปขั้นสูง

ในปัจจุบันประเทศไทยมีพันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายอยู่ถึง 8 พันธุ์ และพันธุ์ที่แนะนำให้เกษตรกร เช่น เกษตรศาสตร์ 50 (2535) ระยอง 90 (2532) ระยอง 60 (2530) นั้นนักพันธุศาสตร์ ได้เน้นถึงผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวที่สูงในช่วงกลางปีซึ่งเป็นสภาวะที่หัวมันสดและแป้งมีราคาสูง เกษตรกรมักเก็บเกี่ยวหัวมันอายุต่างๆ กันโดยเฉพาะมันสำปะหลังที่มีอายุน้อย (8-10 เดือน) เข้าสู่โรงงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งในเรื่องเกี่ยวกับคุณภาพของหัวมันนั้น มีรายงานว่าพันธุ์และสภาพแวดล้อมมีผลต่อจำนวนปริมาณของแข็ง (Dry Matter) ในหัวมันสำปะหลัง (Kawano *et al.*, 1987) และยืนยันโดย Safo and Owusu (1992) ว่าจาก 13 สายพันธุ์ของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันในแง่ของปริมาณของแข็งปริมาณแป้ง และคุณภาพในการใช้เป็นอาหาร Asaoka *et al.* (1991, 1992) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของแป้ง เช่น การ Gelatinization และความหนืดของมันสำปะหลัง 4 สายพันธุ์และความแตกต่างฤดูการเพาะปลูกในประเทศโคลัมเบีย รวมถึงรายงานของ CIAT (1994) ได้เปรียบเทียบกับคุณภาพในการใช้บริโภค (หัวมันโดยตรง) จาก 28 สายพันธุ์ พบความแตกต่างของคุณภาพแป้ง คือ Gelatinizing Temperature และ Final Viscosity อย่างชัดเจน

สำหรับประเทศไทย ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาถึงสายพันธุ์ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพแป้ง โดยเฉพาะคุณภาพที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิที่ทำให้แป้งพองตัว (Pasting Temperature) ความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (Final Viscosity) และการยุบตัว (Breakdown) ต่างจากพืชที่ให้แป้งอื่นๆ เช่น ข้าวที่ซึ่งการวิจัยคุณสมบัติของแป้งแต่ละสายพันธุ์อย่างละเอียดและแบ่งกลุ่มได้อย่างชัดเจน คุณสมบัติข้างต้นดังที่กล่าวมามีความสำคัญมากต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น คุณสมบัติในการทำแป้งแปรรูป อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯลฯ ซึ่งต้องการใช้แป้งที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสมควรที่จะดำเนินการวิจัยคุณสมบัติต่างๆ เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญเพื่อเผยแพร่ไปพร้อมกับสายพันธุ์ที่ส่งเสริมให้ปลูกอยู่ เพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตและคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังพันธุ์ที่ส่งเสริมในประเทศเมื่อเก็บเกี่ยวในช่วงอายุที่ต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. มันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 1, ระยอง 60 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50

2. ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15

3. สารเคมี

4. เครื่อง Rapid Visco Analizer (RVA) รุ่น 3D จาก Newport Science

5. เครื่องวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังชนิด Lymann Scale

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split-plot in RCB มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย

ปัจจัยหลัก

- มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1
- มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 60
- มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 90
- มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

ปัจจัยรอง

- เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 6 เดือน
- เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 8 เดือน
- เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 10 เดือน
- เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 12 เดือน
- เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 14 เดือน
- เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 16 เดือน

แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 8x5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 6x3 เมตร หลังปลูกมันสำปะหลัง 1 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ข้างต้น พร้อมทั้งกำจัดวัชพืชด้วยจอบ 2-3 ครั้ง ตามความจำเป็นตลอดฤดูปลูก เมื่อมันสำปะหลังมีอายุตามกำหนด ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ มาหาน้ำหนักหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง จากนั้นสกัดและนำแป้งอบที่อุณหภูมิ 50°ซ. เพื่อศึกษาลักษณะของแป้ง

การเก็บตัวอย่างแป้ง

ตัวอย่างมันสำปะหลังในแปลงย่อยจะถูกเก็บเกี่ยวเมื่ออายุถึงกำหนดการเก็บเกี่ยวที่วางไว้ ตรวจวัดผลผลิตหัวสด ปริมาณเนื้อแป้งโดยใช้หลักความถ่วงจำเพาะ (Lymann Scale) การสกัดแป้งทำทันทีหลังจากเก็บเกี่ยว (ไม่เกิน 24 ชั่วโมง) โดยโม่กับน้ำแล้วกรองโดยตะแกรงขนาด 90 ไมโครเมตร เพื่อแยกแป้งจากเยื่อใย บันทึกปริมาณเยื่อใยทุกตัวอย่าง แป้งที่ได้จะนำมาล้างน้ำหลายครั้ง และทำการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำเพื่อเก็บเป็นตัวอย่าง ก่อนที่จะทำการตรวจสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพเคมี (Physio-Chemical Properties) แป้งตัวอย่างจะถูกล้างด้วยแอลกอฮอล์ 2 ครั้ง และอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำอีกครั้งหนึ่ง คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งที่ตรวจสอบ คือคุณสมบัติของความหนืด (Pasting Temperature, Peak Viscosity, Breakdown, Consistency, Final Viscosity และ Set Back) ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analizer (RVA) รุ่น 3D จาก Newport Scientific ประเทศออสเตรเลีย

สถานที่ทดลอง

การทดลองนี้ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง ส่วนการทดสอบตัวอย่างทำที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันพัฒนาผลิตผลการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2537-มกราคม 2539.

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองซึ่งสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนทราย ความเป็นกรด-ด่าง 5.4 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.9% ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 24 และ 20 ppm ตามลำดับ ปรากฏว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 90 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นอย่างชัดเจน คือเฉลี่ย 4,355 กก./ไร่ ในขณะที่พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 60 และเกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน คือ 2,977, 2,936 และ 3,205 กก./ไร่ ตามลำดับ และเมื่อมันสำปะหลังมีอายุเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้น โดยเมื่อมันสำปะหลังอายุ 6 เดือน จะให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 1,506 กก./ไร่ และเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนอายุ 16 เดือนซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 5,155 กก./ไร่ (Table 1)

ส่วนปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังจะได้รับอิทธิพลจากพันธุ์และช่วงเวลาขณะเก็บเกี่ยวอย่างเด่นชัด พันธุ์ระยอง 90 นอกจากจะให้ผลผลิตสูงสุดแล้ว

ยังมีปริมาณแป้งในหัวสูงกว่าพันธุ์อื่นอีกด้วย (25.5%) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีปริมาณแป้งในหัวรองลงมา 23.8% สำหรับพันธุ์ระยอง 1 และระยอง 60 มีปริมาณแป้งเฉลี่ยต่ำสุด 19.1% ปริมาณแป้งในหัวจะต่ำที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวในช่วง 10 เดือน (17.3%) ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนชุกและสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 14 และ 16 เดือนซึ่งเป็นฤดูแล้ง (Table 2, 9)

การตรวจสอบลักษณะของแป้งที่สกัด สามารถบ่งชี้ได้ว่า แป้งที่ได้จากมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์ จะให้คุณสมบัติที่ไม่แตกต่างกันในทุกลักษณะที่ตรวจสอบ ซึ่งได้แก่ ระดับอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัว ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด อุณหภูมิที่แป้งพองตัวสูงสุด อุณหภูมิที่แป้งยุบตัวต่ำสุด ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวต่ำสุด รวมถึงความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว แต่ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะดังที่กล่าวอย่างชัดเจน เมื่อเก็บเกี่ยวในช่วง 6 และ 16 เดือนซึ่งเป็นฤดูแล้งและมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้นจะทำให้แป้งที่ได้มีค่าความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด แป้งยุบตัวต่ำสุด เมื่อแป้งเย็นตัวสูงกว่าการเก็บเกี่ยวในช่วง 8, 10, 12 และ 14 เดือน : ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนตกชุก แต่การเก็บในช่วงฤดูแล้งจะทำให้แป้งที่ได้ต้องการอุณหภูมิในการทำให้แป้งเริ่มพองตัวและพองตัวสูงสุดต่ำกว่าแป้งที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่มีฝน (Table 3-9)

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า แป้งที่ได้จากมันสำปะหลังที่เก็บในช่วงฤดูแล้งหรือขาดฝนและเมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีระดับความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวต่ำสุด และความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัวสูงกว่าแป้งที่เก็บในระยะที่ฝนตกชุก และต้องการความร้อนในการเริ่มพองตัว ความร้อนในการทำให้แป้งพองตัวสูงและระยะเวลาในการทำให้แป้งยุบตัวน้อยกว่าแป้งที่ได้จากการเก็บเกี่ยวช่วงอื่น

Table 1. Effect of varieties and harvesting date on yield of fresh tuber (kg/rai)

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	1,800	1,212	2,740	4,133	4,427	3,553	2,977 b
Rayong 60	1,202	1,355	2,176	3,494	4,530	4,861	2,936 b
Rayong 90	1,739	1,158	3,690	5,435	6,997	7,114	4,355 a
Kasetsart 50	1,284	2,119	2,680	3,493	4,563	5,096	3,205 b
Average	1,506 d	1,461 d	2,821 c	4,139 b	5,129 a	5,155 a	3,369

CV = 26.6% Variety** LSD.05 = 874 Planting date** LSD.05 = 740

Table 2. Effect of varieties and harvesting period on starch content in fresh tuber (%).

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	18.1	19.4	13.8	18.6	23.0	21.9	19.1 c
Rayong 60	17.2	20.8	15.4	19.0	22.6	19.7	19.1 c
Rayong 90	23.3	26.6	20.8	27.1	29.1	26.1	25.5 a
Kasetsart 50	23.4	23.6	19.3	24.7	27.4	24.4	23.8 b
Average	20.5 c	22.5 c	17.3 d	22.3 bc	25.5 a	23.0 ab	21.9

CV = 10.5% Variety** LSD.05 = 1.0 Planting date** LSD.05 = 1.9

Table 3. Effect of varieties and harvesting period on pasting temperature.

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	71.8	73.1	72.5	72.6	72.7	71.1	72.3
Rayong 60	71.0	71.8	71.9	71.5	71.5	70.7	71.4
Rayong 90	71.1	72.4	72.9	70.8	72.1	70.7	72.0
Kasetsart 50	72.6	72.9	74.3	73.2	71.8	71.1	72.6
Average	71.6 bc	72.5 ab	72.9 a	72.5 ab	72.0 ab	70.9 c	72.1

CV = 1.6% Planting date** LSD.05 = 0.9

Table 4. Effect of varieties and harvesting period on temperature at maximum pasting.

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	79.9	85.7	84.9	85.7	86.1	82.3	84.1
Rayong 60	78.5	86.0	85.5	84.6	82.8	81.6	83.2
Rayong 90	83.1	87.1	86.4	87.3	86.8	83.8	85.8
Kasetsart 50	83.6	85.0	86.4	85.4	85.2	83.2	84.8
Average	81.3 b	86.0 a	85.8 a	85.7 a	85.2 a	82.7 b	84.5

CV = 3.0% Planting date** LSD.05 = 2.1

Table 5. Effect of varieties and harvesting period on vicosity at maximum pasting.

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	419.3	321.3	363.0	357.3	398.0	527.0	397.7
Rayong 60	401.7	308.0	382.3	336.3	378.7	492.3	383.2
Rayong 90	396.0	374.0	395.3	330.3	388.3	479.7	393.9
Kasetsart 50	439.3	373.3	339.7	406.7	403.7	497.0	409.9
Average	414.1 b	344.2 d	370.1 cd	357.5 d	392.2 bc	499.0 a	396.2

CV = 10.1% Planting date** LSD.05 = 33.1

Table 6. Effect of varieties and harvesting period on temperature at minimum breakdown of starch.

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	93.7	90.3	89.4	91.7	89.9	90.3	90.9
Rayong 60	91.7	86.0	90.6	89.2	90.6	90.7	89.8
Rayong 90	93.5	87.4	88.2	92.1	89.4	88.8	89.9
Kasetsart 50	92.0	89.0	88.7	86.2	90.5	90.8	89.5
Average	92.7 a	88.2 c	89.2 bc	89.8 bc	90.1 b	90.2 b	90.0

CV = 2.2% Planting date** LSD.05 = 1.6

Table 7. Effect of varieties and harvesting period on viscosity at minimum breakdown of starch.

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	169.3	137.3	153.7	157.7	160.3	182.3	160.1
Rayong 60	155.7	131.0	156.3	133.3	147.0	169.0	148.7
Rayong 90	145.3	164.0	156.7	158.3	162.7	177.3	160.7
Kasetsart 50	174.0	153.0	144.7	170.0	160.3	164.0	161.0
Average	161.7 ab	146.3 c	152.8 ab	154.8 bc	157.6 b	173.2 a	157.7

CV = 9.6% Planting date** LSD.05 = 12.5

Table 8. Effect of varieties and harvesting period on final viscosity of cool starch.

	Age (month)						
	6	8	10	12	14	16	Average
Rayong 1	284.3	194.0	220.7	204.7	227.0	267.7	233.3
Rayong 60	266.7	174.0	238.3	183.0	219.7	254.7	222.7
Rayong 90	270.7	219.7	221.0	198.0	227.0	261.7	233.0
Kasetsart 50	254.7	226.0	213.3	224.0	252.7	261.0	238.6
Average	269.1 a	203.4 c	223.3 b	202.4 c	231.6 b	261.2 a	231.8

CV = 10.0% Planting date** LSD.05 = 19.2

Table 9. Amount of Rainfall during planting period.

Month No.	Rainfall (mm)	Month no.	Rainfall (mm)
1	120.1	9	194.5
2	39.7	10	194.5
3	15.2	11	310.0
4	1.1	12	273.7
5	21.7	13	333.7
6	12.1	14	187.2
7	31.5	15	124.7
8	64.5	16	5.2

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. ทั้งพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง

2. พันธุ์และช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง

3. ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อลักษณะของสารละลายแป้ง เมื่อเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงแล้งแป้งจะมีความหนืดมากกว่าแป้งที่เก็บในช่วงฝน แต่ต้องการความร้อนในการพองตัวน้อยกว่า

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย. 2535. มันสำปะหลังในสิบปีข้างหน้า. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2537-38. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 6/2539 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 273 น.

Asaoka, M., J.M.V. Blanshard and J.E. Rickard. 1991. Seasonal effects on the physio-chemical properties of starch from four cultivars of cassava. Starch/Starke. 43 : 455-459.

Asaoka, M., J.M.V. Blanshard and J.E. Rickard. 1992. Effects of cultivar and growth season on the gelatinisation properties of cassava (Manihot esculenta) starch. J. Sci. Food Agric. 59 : 53-58.

CIAT. 1994. Evaluation of the variability of cassava starch functional properties. Cassava Program Annual Report 1994 (For International Circulation and Discussion only). Centro International de Agriculture Tropical, Cali Columbia. 28-33.

Kawano, K., W.M.G. Fukada and V. Cenpukdee. 1987. Genetic and environmental effects on dry matter content of cassava root. Crop Sci. 27 : 69-74.

Safo-Kantanka, O. and J. Owusu-Nipah. 1992. Cassava varietal screening for cooking quality relationship between dry matter, starch content, mealiness and certain microscopic observations of the raw and cooked tuber. J. Sci. Food Agric. 60 : 99-104.