

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง^{1/}

Factors Affecting growth and yield of cassava^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาวอนุกุล ศรีใส^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.ภัทรลดา สุธรรมวงศ์^{3/}

บทคัดย่อ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยแต่ประสบปัญหาต่อผลผลิตของมันสำปะหลังเริ่มลดลง เนื่องจากการผลิตการดูแลรักษาอาจไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงมีการจัดการปุ๋ยและการใส่สารควบคุมที่แตกต่างกันเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุด 5.47 ตัน/ไร่ รองลงมา การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1.0 เท่าของเกษตรกรในพื้นที่นั้นให้ผลผลิตอยู่ที่ 4.61 ตัน/ไร่ แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังควรมีการคำนึงถึงต้นทุน นอกจากนี้คุณสมบัติของดินแต่ละพื้นที่ส่งผลต่อคุณภาพของการใส่ปุ๋ยที่ดีขึ้นต่อไป หรือการเพิ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง เช่น พาโคลบิวทราโซลพบว่า การฉีดพ่นต่อมันสำปะหลังพันธุ์ CMR 33-38-48 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ 3 อัตรา คือ 0, 500, และ 1,000 มิลลิกรัมต่อต้น พบว่าพาโคลบิวทราโซลอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อต้น ให้ผลผลิตหัวสดต่อไร่สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ หรือระยะเวลาเก็บเกี่ยวพบว่าการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 และ ระยะเวลา 11 เก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลัง 30% ในพันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 และ ระยะเวลา 11 ทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่เก็บใบออกทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บใบ

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง; การจัดการปุ๋ย; สารพาโคลบิวทราโซล; ผลผลิต

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาทางพืชไร่

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L. Crantz) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย และประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก ซึ่งมีส่วนแบ่งในตลาดส่งออกแป้งมันสำปะหลังดิบอยู่ที่ 80% มันเส้น 57% และแป้งมันสำปะหลังแปรรูป 30% ผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลังที่มีการส่งออก เช่น หัวมันสด 675,724,255 กิโลกรัม มันเส้น 1,341,138,352 กิโลกรัม แป้งมันสำปะหลัง 4,880,681 กิโลกรัม สา쿠 257,863 กิโลกรัม แป้งมันสำปะหลังดัดแปลง 10,191,154 กิโลกรัม และกาก 5,624,004 กิโลกรัม รวมมูลค่า 12,765 ล้านบาท และมีการนำเข้ามันสำปะหลัง ประมาณ 108,193,620 กิโลกรัม มูลค่า 505,599,243 บาท (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ประเทศไทยได้ขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลังในปี 2563 พื้นที่เพาะปลูกมีขนาดประมาณ 8.7 ล้านไร่ ให้ผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 31.1 ล้านตัน พื้นที่การปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่กระจายอยู่ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ได้แก่ นครราชสีมา หนองคาย อุดรธานี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิและมหาสารคาม เป็นต้น (กฤตภาส และคณะ, 2017)

การเพาะปลูกมันสำปะหลังต้องมีปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง สามารถเพิ่มขึ้นได้อีก ถ้ามีการจัดการที่ดี เช่น การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) เนื่องจากธาตุอาหารมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (essential nutrient elements) และมีความจำเป็นในการสร้างผลผลิตและเพิ่มปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตของพืช เช่นการยับยั้งการร่วงของใบเพื่อเพิ่มกระบวนการสังเคราะห์แสงส่งเสริมการดูดธาตุอาหาร ตลอดจนการวางแผนการใช้น้ำชลประทานการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตและมูลค่าของมันสำปะหลัง ดังนั้นการทำสัมมนาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง

การบริโภคโดยตรง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้ทุกๆส่วนตั้งแต่ ยอดจนถึงราก (หัวมัน) มีการนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน เพื่อการบริโภคเป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์และใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อการใช้ประโยชน์กับมนุษย์และสัตว์ในหลายๆรูปแบบ เช่น

1. ใช้เป็นอาหารสัตว์โดยการแปรรูปหัวมันสำปะหลังสดให้เป็นมันสำปะหลังเส้น และมันสำปะหลังอัดเม็ด ผลิตภัณฑ์ทั้งสองอย่างจัดว่าเป็นการใช้ประโยชน์ของมันสำปะหลังที่สำคัญที่สุดของไทย

2. แปรรูปเป็นแป้งมันสำปะหลัง ปัจจุบันมีอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังดิบและแป้งมันสำปะหลังแปรรูป (modified starch) ซึ่งแป้งทั้งสองชนิดกำลังมีบทบาทเพิ่มมากขึ้น แป้งมันสำปะหลังแปรรูปสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ เช่น ผงชูรส

ไลซีน สารความหวาน (กลูโคส ซอบิตอลไฮฟรักโทส) อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมไม้อัด อุตสาหกรรมกาว นอกจากนี้ยังมีการคิดค้นพบผลิตภัณฑ์ใหม่จากมันสำปะหลัง ได้แก่ สารดูดน้ำ (high water absorbing polymer) พลาสติกที่สลายตัวทางชีวภาพ ซูโคลิกเซตรีน และแอลกอฮอล์

การใช้ประโยชน์บริโภคโดยตรง

หัวมันสด ใช้เป็นอาหารมนุษย์โดยตรง เช่น นึ่ง ย่าง อบ เชื่อม และหั่นผอยคลุกน้ำมันหรือเครื่องเทศแล้วทอด หรือนำมาทำเป็นแป้งและแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ ตลอดจนนำมาผานเป็นแผ่นบางๆ (Chip) แล้วทอดเพื่อบริโภคและใช้เป็นอาหารสัตว์ ทั้งที่เป็นหัวสด กากที่เหลือจากการทำแป้งและเปลือกของหัว

ใบ ใช้เป็นอาหารมนุษย์และรับประทานเป็นผักสด โดยต้มจิ้มน้ำพริก นำมาแกง (ห่อหมก) ปิ้งเป็นซูชิอีกทั้งยังใช้เป็นอาหารสัตว์ในรูปใบสด นำมาตากแห้งป่นผสมกับอาหารชั้นเลี้ยงสัตว์ และเป็นอาหารผสม

ลำต้น สามารถใช้ทำเป็นท่อนพันธุ์เพื่อขยายพันธุ์ต่อได้ใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยตัดลำต้นส่วนยอดผสมกับใบสดใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ตากแห้งเป็นอาหารหยาบ และสามารถใช้ทำรั้วบ้านรั้วสวน และล้อมคอกสัตว์เลี้ยงของชาวบ้านในชนบท

เมล็ด เมล็ดของมันสำปะหลังสามารถสกัด เพื่อที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาซึ่งเป็นมันที่มีคุณภาพดีอีกด้วย

การขยายพันธุ์มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ปักลงในดิน คือ ใช้ส่วนของลำต้นที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป นำมาตัดเป็นท่อนให้มีขนาดยาว 20-30 เซนติเมตร (มีตาประมาณ 7-10 ตา) แล้วปักลงในดิน ใช้นิยมปลูกด้วยเมล็ด เนื่องจากมันสำปะหลังไม่ค่อยติดเมล็ด และเก็บเมล็ดลำบาก เมล็ดมีระยะพักตัวกว่า 2 เดือน ต้องเพาะต้นกล้าก่อนย้ายปลูกลาน 1 เดือน และมักเกิดการผสมพันธุ์แบบ Inbreeding ได้ง่าย รวมถึงใช้เวลาปลูกลาน การปลูกด้วยเมล็ดจึงทำเฉพาะในโครงการผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560)

พันธุ์มันสำปะหลัง (ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร, 2551)

การตรวจสอบคุณลักษณะของมันสำปะหลังมีข้อกำหนด คือ มันสำปะหลังควรมีอายุมากพอที่จะเห็นลักษณะทรงต้น หรือมีอายุ 3-6 เดือน หากลักษณะที่ใช้ในการจำแนก เช่น สีของลำต้น การแตกกิ่งควรใช้มันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนขึ้นไป ส่วนลักษณะใบ สีใบ สี ก้านใบ ควรสังเกตจากมันสำปะหลังที่อยู่ในระยะกำลังเจริญเติบโต อยู่กลางแจ้งไม่อยู่ใต้ร่มเงาของพืชอื่น และมีอายุไม่เกิน 10 เดือน แต่บางพันธุ์สามารถจำแนกได้ในต้นที่อายุน้อย พันธุ์มันสำปะหลังที่สำคัญในประเทศไทย มันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลากหลายพันธุ์โดยแต่ละพันธุ์ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

1.) พันธุ์มันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ ระยะเวลา 11 เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งสูง ในฤดูแล้ง ประมาณ 42.8 เปอร์เซ็นต์ ยอดอ่อนสีน้ำตาลอมเขียว ก้านใบสีเขียวอมแดง ลำต้นสีเขียวเงิน ข้อจำกัด คือ ควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 เดือน เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง แต่สะสมน้ำหนักช้า

2.) พันธุ์มันสำปะหลังของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ลำต้นสูงใหญ่ ต้นพันธุ์แข็งแรง มีความงอกดี และเก็บรักษาได้นาน มีปริมาณแป้งสูงประมาณ 23-28 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตสูง ยอดอ่อนสีม่วง ไม่มีขน ก้านใบสีเขียวอมม่วง ลำต้นสีเขียวเงิน ข้อจำกัด คือ ในบางพื้นที่พันธุ์นี้จะแตกกิ่ง ทำให้ไม่สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษา และ ห่วยบง 60 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีปริมาณสูงประมาณ 25.4 เปอร์เซ็นต์ ต้านทานโรคใบจุดปานกลาง ยอดอ่อนสีม่วงอ่อน ก้านใบสีเขียวอมม่วง ลำต้นสีเขียวเงิน ข้อจำกัด คือ ควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุไม่น้อยกว่า 10 เดือน

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง

1. การใช้ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารปุ๋ย (Fertilizer) คือวัสดุที่มีองค์ประกอบของแร่ธาตุอินทรีย์วัตถุ และจุลินทรีย์ที่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นให้แก่พืช รวมถึงการปรับปรุงดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอนินทรีย์เป็นปุ๋ยที่เกิดจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ด้วยการสังเคราะห์แร่ธาตุหลักที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงส่วนประกอบอื่นๆ เช่น สารปรับปรุงดิน และแร่ธาตุอาหารรองปุ๋ยเคมีจะถูกระบุด้วยสูตรปุ๋ยที่เป็นตัวเลข 3 ตัว เช่น 15-15-15

สูตรปุ๋ย หมายถึง ตัวเลขที่ใช้แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักของ N-P-K ซึ่งตัวเลขในตำแหน่งใดจะแทนความหมายถึงร้อยละของแร่ธาตุนั้นในหน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก

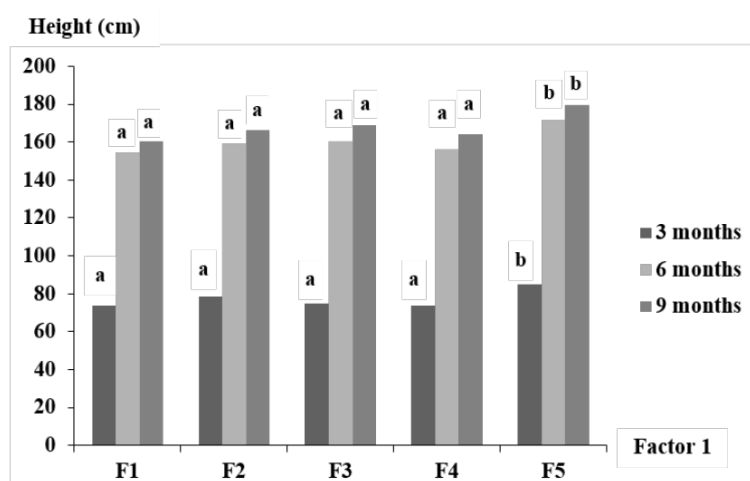
N หมายถึง ไนโตรเจน เป็นส่วนผสมของปุ๋ยในรูปสารประกอบในรูป ได้แก่ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, NH_4NO_3 ทำหน้าที่บำรุงใบ เร่งการเจริญเติบโตทางใบ เร่งการสร้างคลอโรฟิลล์ของใบ พืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจะมีลักษณะใบสีเขียวขึ้นจนถึงเขียวเข้ม ใช้มากในระยะต้นอ่อนจนถึงระยะเติบโต ใช้กับพืชทุกชนิด แต่สำคัญมากสำหรับพืชที่ให้ใบเป็นผลผลิต เช่น ผักต่าง ๆ

P หมายถึง ฟอสฟอรัส เป็นส่วนผสมของปุ๋ยในรูปสารประกอบ ได้แก่ P_2O_5 ทำหน้าที่เร่งการเจริญเติบโตของราก หัว ลำต้น ดอก และผล ปุ๋ยสูตรนี้จะใช้มากในระยะต้นอ่อนจนถึงเจริญเติบโตเต็มที่ มักใช้ในพืชทุกชนิด และทุกระยะ

K หมายถึง โพแทสเซียม เป็นส่วนผสมของปุ๋ยในรูปสารประกอบ ได้แก่ KCl , KNO_3 , K_2SO_4 และ $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$ ทำหน้าที่ช่วยในการสังเคราะห์แป้ง และน้ำตาล ปุ๋ยสูตรนี้จะใช้มากในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวของพืชในกลุ่มที่ให้ราก หัว ดอก และผล

การปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานโดยขาดการจัดการดินที่เหมาะสมอาจนำไปสู่การสูญเสียธาตุอาหารออกจากดิน เกิดการกร่อนดินอย่างรุนแรง และปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ปิยะ และคณะ (2542) Howeler (1991) รายงานว่า การปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ 1 เฮกตาร์ จะมีการสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตออกไปจากดินเท่ากับ 55.0 กก. ไนโตรเจน 13.2 กก. ฟอสฟอรัส และ 112.0 กก. โพแทสเซียม (คิดจากผลผลิต 35 ตัน/เฮกตาร์) กอบเกียรติ

และคณะ (2549) รายงานว่า มันสำปะหลังมีการดูดใช้โพแทสเซียมในส่วนของต้น ใบ และหัวสูงสุด รวมเฉลี่ย 11.7 กก. โพแทสเซียม/ไร่ มีการดูดใช้ในโตรเจน และฟอสฟอรัสรองลงมาเฉลี่ยเท่ากับ 9.6 และ 3.9 กก. ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส/ไร่ ตามลำดับดังนั้น การใช้พื้นที่เพื่อการปลูกมันสำปะหลัง ของเกษตรกรจะต้องคำนึงถึงทรัพยากรดินและความยั่งยืนเป็นสำคัญ เช่น การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม ตามความต้องการของพืช การจัดการดินเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยการใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ร่วมด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่ ค่าพีเอช ความหนาแน่นรวม ของดิน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสมดุลของธาตุอาหารในดิน จากการทดลองของนภาพร และ กาญจน์ (2017) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการธาตุอาหารที่แตกต่างกันต่อสมบัติดิน การเจริญเติบโตและ ผลผลิตมันสำปะหลังเมื่อปลูกในชุดดินยโสธร อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block ประกอบด้วยปัจจัย 2 ปัจจัย ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย มูลโค (M1) และ 2) ใส่ปุ๋ยมูลโค 500 กก./ไร่ (M2) ปัจจัยที่ 2 อัตราปุ๋ยเคมีที่ใส่ 5 อัตรา คือ 1) ไม่ใส่ ปุ๋ยเคมี (F1) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่ (F2) 3) ใส่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 1.0 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่ (F3) 4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1.5 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่ (F4) และ 5) ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของมันสำปะหลัง (F5) ตาม คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง ซึ่งพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ ให้ผลผลิตหัวสด สูงสุด 5.47 ตัน/ไร่ รองลงมาเป็น (F3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1.0 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่ให้ผลผลิตอยู่ที่ 4.61 ตัน/ไร่ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)



ที่มา: นภาพร และ กาญจน์ (2017)

ภาพที่ 1 ผลของการจัดการปุ๋ยต่อความสูงของต้นมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ 3, 6 และ 9 เดือน หลังปลูก

ตารางที่ 1 อิทธิพลของการจัดการปุ๋ยต่อผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60

Chemical fertilizer application	Cow manure application		Mean of Chemical fertilizer application
	0 kg/rai	500 kg/rai	
F1 (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี)	4.00	4.31	4.16 ^b
F2 (ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่)	4.58	4.39	4.49 ^b
F3 (ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1.0 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่)	4.47	4.39	4.61 ^b
F4 (ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1.5 เท่าของเกษตรกร ในพื้นที่)	4.57	4.74	4.15 ^b
F5 (ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง)	5.49	5.45	5.47 ^a
Mean of cow manure application	4.62	4.52	4.57
Factor of cow manure application	ns		
Factor of chemical fertilizer application	*		
Interaction between chemical fertilizer and cow manure applications	ns		
CV (%)	51.7		

Note: ns non significant; * significantly different at 0.05 probability level; means with different letters within a column indicate significant difference according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

ที่มา: นภาพร และ กาญจน์ (2017)

2. ฮอรโมนพืช (Plant Hormone) คือสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเองตามธรรมชาติในบริเวณอวัยวะหรือเนื้อเยื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นพืช ก่อนทำการเคลื่อนย้ายสารดังกล่าวไปยังเนื้อเยื่อเป้าหมาย เพื่อส่งสัญญาณในการเริ่มกระบวนการสร้าง ทำการควบคุม หรือเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆ ของพืช ทั้งด้านการเจริญเติบโตการงอกของเมล็ด การออกดอกออกผล และการผลัดใบ รวมไปถึงการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในต้นพืชนั้นๆ อีกด้วย ฮอรโมนพืชแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่

2.1. ออกซิน (Auxin) เป็นฮอรโมนพืชที่สร้างขึ้นจากกลุ่มเซลล์เนื้อเยื่อบริเวณยอดใบอ่อน ก่อนถูกลำเลียงไปยังเซลล์เป้าหมาย มีหน้าที่กระตุ้นเซลล์ของเนื้อเยื่อให้เกิดการขยายตัว ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตสูงขึ้นเพิ่มขนาดใบและผล ออกซินยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง และช่วยป้องกันการหลุดร่วงของใบ ดอกและผล อีกทั้งยังส่งผลต่อการควบคุมการเคลื่อนไหว การตอบสนองต่อแสงและแรงโน้มถ่วงของพืชอีกด้วย

2.2. ไซโทไคนิน (Cytokinin) เป็นสารกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ โดยเฉพาะในส่วนของลำต้นและราก ส่งเสริมการสร้างและการเจริญของตาข้าง การแผ่กิ่งก้านสาขา และการงอกของเมล็ด อีกทั้งยังช่วยป้องกันการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ช่วยให้พืชผักผลไม้มีอายุยืนและสามารถรักษาความสดใหม่เอาไว้ได้ยาวนาน

2.3. เอทิลีน (Ethylene) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ของพืชโดยส่วนมากเอทิลีนถูกสร้างขึ้นเมื่อพืชมีบาดแผลหรือเข้าสู่ภาวะร่วงโรย มีส่วนช่วยเร่งการสุกของผลไม้ กระตุ้นการออกดอก การผลัดใบตามฤดูกาล และการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด รวมไปถึงการกระตุ้นการผลิตน้ำยาง และการเกิดรากฝอยและรากแขนงของพืชอีกด้วย

2.4. กรดแอบไซซิก (Abscisic acid) เป็นสารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นได้ในทุกส่วนของต้นพืช กระตุ้นการหลุดร่วงของใบและผลแก่ ยับยั้งการเจริญเติบโตและการยืดตัวของเซลล์บริเวณตาข้าง รวมไปถึงยับยั้งการงอกของเมล็ด การแตกใบอ่อน และการเปิดออกของปากใบ (Stomata) ส่งผลให้พืชสามารถทนทานต่อสภาพอากาศแห้งจัดหรืออยู่ในภาวะขาดน้ำได้ยาวนานขึ้น

2.5. จิบเบอเรลลิน (Gibberellin) เป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นบริเวณยอดใบอ่อนและราก ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเซลล์พืช กระตุ้นการขยายตัวของเซลล์ช่วงระหว่างข้อทำให้ลำต้นยืดยาว กระตุ้นการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของผล และควบคุมการเกิดเพศในดอกของพืชบางชนิด

2.6. สารพาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดหนึ่งในกลุ่มสารประกอบ triazoles ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในรูปแบบของสารชะลอการเจริญเติบโตเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในพืชหลายๆ ชนิด โดยยับยั้งการสังเคราะห์ sterol และ gibberellin ส่งผลให้สารอาหารที่สะสมภายในต้นเคลื่อนย้ายไปสะสมในหัวมันเทศ ส่งผลให้ผลผลิตหัวมันเพิ่มขึ้นจากการทดลองของจาวา และ ชินดา (2019) ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตผลผลิต วางแผนการทดลองแบบ Split plot design จำนวน 4 ซ้ำ Main-plot ได้แก่ พันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 และ CMR (Cassava Manihot Rayong) 33-38-48 Sub-plot ได้แก่ ความเข้มข้นสารพาโคลบิวทราโซล 3 อัตรา (0, 500 และ 1,000 มิลลิกรัม ละลายน้ำ 1 ลิตรต่อต้น) ผลการทดลองพบว่า การใส่สารพาโคลบิวทราโซลทุกอัตราทำให้ความสูงของมันสำปะหลังลดลง การใส่สารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อต้นละลายในน้ำ 1 ลิตร รดที่โคนต้นหลังปลูก 1 เดือน ให้ผลผลิตหัวสดต่อไร่สูงกว่าที่ไม่มีการใส่สารพาโคลบิวทราโซล (ควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้น้ำหนักใบแห้ง และจำนวนหัวต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ การใส่สารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อต้น ละลายในน้ำ 1 ลิตรต่อต้นรดที่โคนเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือนหลังปลูก ให้น้ำหนักหัวต่อต้น และผลผลิตต่อไร่สูงสุด และสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่สารอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันทางสถิติ การใส่สารพาโคลบิวทราโซล อัตราต่างกันไม่มีผลทำให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ CMR 33-38-48 และเกษตรศาสตร์ 50 แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของ paclobutrazol (PBZ) ที่อัตราความเข้มข้นต่างกันต่อผลผลิตของรากในการเก็บรักษาและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก

Treatment	Storage root yield (t/rai)	Starch content (%)
Variety (C)		
CMR 33-38-48	7.79	25.08
Kasetsart 50	8.49	25.62
PBZ concentrationrate (P)		
500 mg	9.15 a	26.15
1000 mg	7.80 b	24.11
No-PBZ (control)	7.46 b	26.10
F-test		
C	ns	ns
P	*	ns
C X P	ns	ns

ns=Non-significant, * significant at 0.05 probability level.

Means with the different letters in column are significant different to each other according to LSD.

ที่มา: จาวภา และ ชนิตา (2019)

การใส่สารพาโคลบิวทราโซลอัตราต่างกันส่งผลให้ความสูงเฉลี่ยต่อต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูกการใส่สารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 1,000 มิลลิกรัมต่อต้น ให้ความสูงเฉลี่ยของมันสำปะหลังต่ำสุดที่อายุ 3 และ 6 เดือน ส่วนที่ 9 เดือน ความสูงไม่แตกต่างกับการใส่พาโคลบิวทราโซลอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับ Medina et al. (2012) ที่กล่าวว่า การใส่พาโคลบิวทราโซลอัตรา 45 และ 90 มิลลิกรัมต่อต้นจะทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นมันสำปะหลังลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่มีการใส่สารโดยจะมีผลทำให้ความยาวของปล้องสั้นลง (David and Curry, 1991) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Zhou (2003) กล่าวว่า การใส่พาโคลบิวทราโซล (PP333) ส่งผลให้ความสูงของมันสำปะหลังลดลง สารพาโคลบิวทราโซลจะยับยั้งการสร้าง gibberellic acid แต่จะเพิ่มการสร้าง abscisic acid ในพืช (Buhennauer and Grossmann, 1977) ทำให้ความยาว และความกว้างของ xylem cells ลดลง (Fletcher et al., 2000) การใส่สารพาโคลบิวทราโซลอัตราต่างกันไม่มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์แตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของ Paclobutrazol (PBZ) ในอัตราความเข้มข้นต่างกันต่อความสูงของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูก

Treatment	Plant height (cm)		
	3	6	9
Month			
Variety (C)			
CMR 33-38-48	90.1	166.9	174.5
Kasetsart 50	93.4	189.4	192.9
PBZ concentrationrate (P)			
500 mg	88.5 b	179.9 b	159.3 b
1000 mg	71.9 c	169.1 c	165.8 b
No-PBZ (control)	114.9 a	200.5 a	226.1 a
F-test			
C	ns	ns	ns
P	**	**	**
C x P	ns	ns	ns

ns=Non-significant, ** significant at 0.01 probability level.

Means with the different letters in column are significant different to each other according to LSD.

ที่มา: จาวภา และ ชนิตา (2019)

3. การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่เหมาะสม คือ ช่วงอายุ 8-12 เดือน หลังเก็บเกี่ยวเสร็จ กิ่ง ก้าน ใบ หรือลำต้นมันสำปะหลังที่ไม่ใช้ประโยชน์ควรสับทิ้งไว้ในแปลงเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงในดินต่อไป ไม่แนะนำให้เกษตรกรเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังช่วงฝนแรก ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงมิถุนายน เนื่องจากมันสำปะหลังระยะนี้แตกใบอ่อน มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำ ระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวคือ ช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม เพราะเป็นระยะที่มันสำปะหลังมีปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งสูง หลังการเก็บเกี่ยวควรนำหัวมันสำปะหลังไปขายภายใน 1-2 วัน ไม่อย่างนั้นมันสำปะหลังจะเน่าเสียและมีเปอร์เซ็นต์แป้งลดลง จากการทดลองของชนาภัทร และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาการจัดการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังด้วยวิธีที่ต่างกันต่อการเพิ่มผลผลิต หัวมันสำปะหลังสด โดยการปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 (KU 50) และระยอง 11 และมีการจัดการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลัง 30% ของจำนวนใบทั้งหมดต่อต้านด้วยวิธีการ 2 แบบ ได้แก่ การเก็บใบทุกวันและการเก็บใบวันเว้นวัน เปรียบเทียบกับการไม่เก็บใบ (กรรมวิธีควบคุม) จำนวน 3 ครั้ง (เมื่อมันอายุ 6, 8 และ 1 เดือน) พบว่าการเก็บใบทุกวัน ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังพันธุ์ KU50 เท่ากับ 7,429.33 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่เก็บใบ (7,306.67 กก./ไร่) ส่วนการเก็บใบวันเว้นวันและการเก็บใบทุกวันนี้ ทำให้ได้ผลผลิตในพันธุ์ระยอง 11 เท่ากับ 7,221.33 และ 6,688.00 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยสูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลผลิตของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ที่มีการจัดการเก็บเกี่ยวใบต่างกันรวม 3 ครั้งต่อฤดู

พันธุ์มัน สำปะหลัง	น้ำหนักหัวมันสด (กก./ต้น)				น้ำหนักหัวมันสด (กก./ไร่) ^{1/}			
	กรรมวิธี			ค่าเฉลี่ย	กรรมวิธี			ค่าเฉลี่ย
	ไม่เก็บใบ	เก็บใบทุกวัน	เก็บใบวันเว้นวัน		ไม่เก็บใบ	เก็บใบทุกวัน	เก็บใบวันเว้นวัน	
เกษตรศาสตร์ 50	4.57±0.57 a	4.64±0.47 a	2.88±0.40 b	4.03	7,306.67±909.80 a	7,429.33±752.91 a	4,602.33±636.29 b	6,446.81
ระยอง 11	2.93±0.74 b	4.18±0.52 a	4.51±0.21 a	3.88	4,693.33±1,179.38 b	6,688.00±833.84 a	7,221.33±339.84 a	6,200.30
ค่าเฉลี่ย	3.75	4.41	3.70		6,000.00	7,058.67	5,912.00	
F-test				**				**
A				ns				ns
B				ns				ns
AxB				**				**
C.V. (%)				12.92				12.92

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(DMRT, P>0.05), A = ;วิธีการเก็บเกี่ยวสใบ 3 วิธี, B = พันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** -= แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

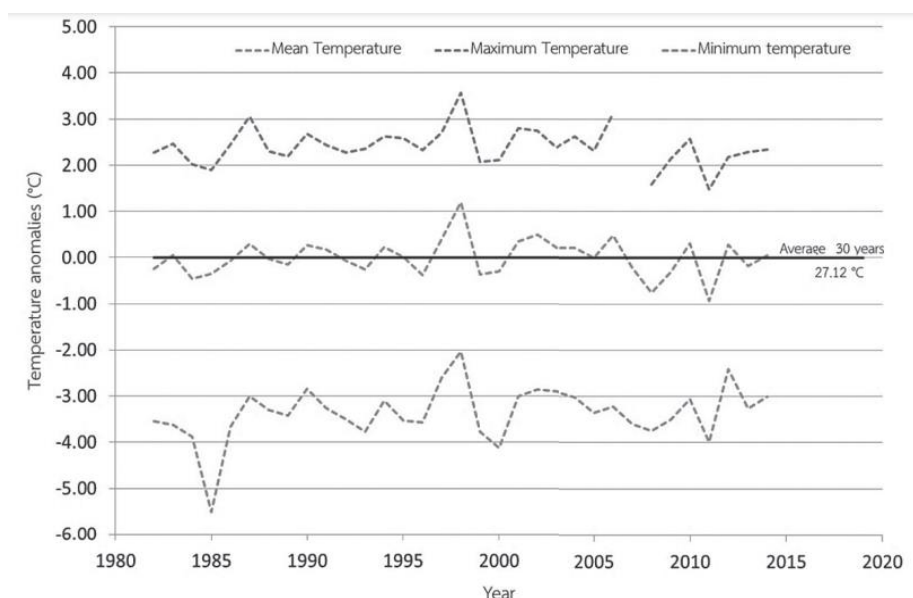
^{1/} = คำนวณจากน้ำหนักหัวมันสด (กก./ต้น) ซึ่งมีทศนิยม 4 ตำแหน่ง 1,600

ที่มา: ชนาภัทร และคณะ (2563)

4. สภาพอากาศ (Climate) มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปรับตัวได้ดีในเขตร้อนชื้น ระดับความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลถึง 2000 เมตร อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียสขึ้นไป ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสจะทำให้การเจริญจะหยุดชะงัก มันสำปะหลังเป็นพืชทนต่อการช่วงแสงสั้นกว่า 10 – 12 ชั่วโมงจะมีผลให้มีการขยายตัวของหัว จากการทดลองของหุญส์ลักษณ์ (2559) ได้ทำการศึกษาความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และค่าอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง โดยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังได้ 51.9% ส่วนอีก 48.1% เกิดจากอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆ ซึ่งไม่ได้พิจารณาโดยมีค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .000 โดยหากค่าอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้น 0.01 ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงเท่ากับ 3.89% และคิดเป็นมูลค่ามันสำปะหลังเท่ากับ 68.70 US\$ ha-1 โดยมีสมการความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตมันสำปะหลังกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และค่าอัตราส่วนความแปรปรวนของอุณหภูมิ ได้แก่ ผลผลิตมันสำปะหลัง = 0.903 (ความชื้นสัมพัทธ์) + 0.035 (ความเร็วลม) – 99.842 (ค่าอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำ) + 57.500 (ตารางที่ 5 และตารางที่ 6)

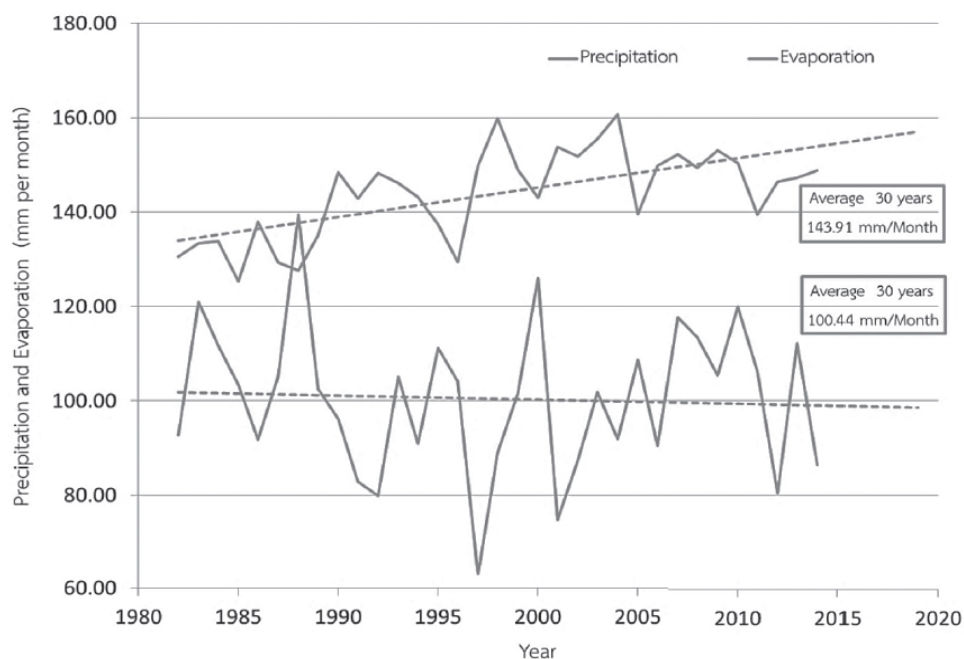
$$\text{ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน/เฮกตาร์}^{-1}\text{)} = 0.903 (\text{ความชื้นสัมพัทธ์}) + 0.035 (\text{ความเร็วลม}) - 99.842 (\text{อัตราส่วนอุณหภูมิสูงสุด/ค่าเฉลี่ย}) + 57.500$$

สามารถตรวจจับความเร็วและทิศทางลมได้ในบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งลมตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็วอาจเพิ่มขึ้น 3-5% ในอนาคต



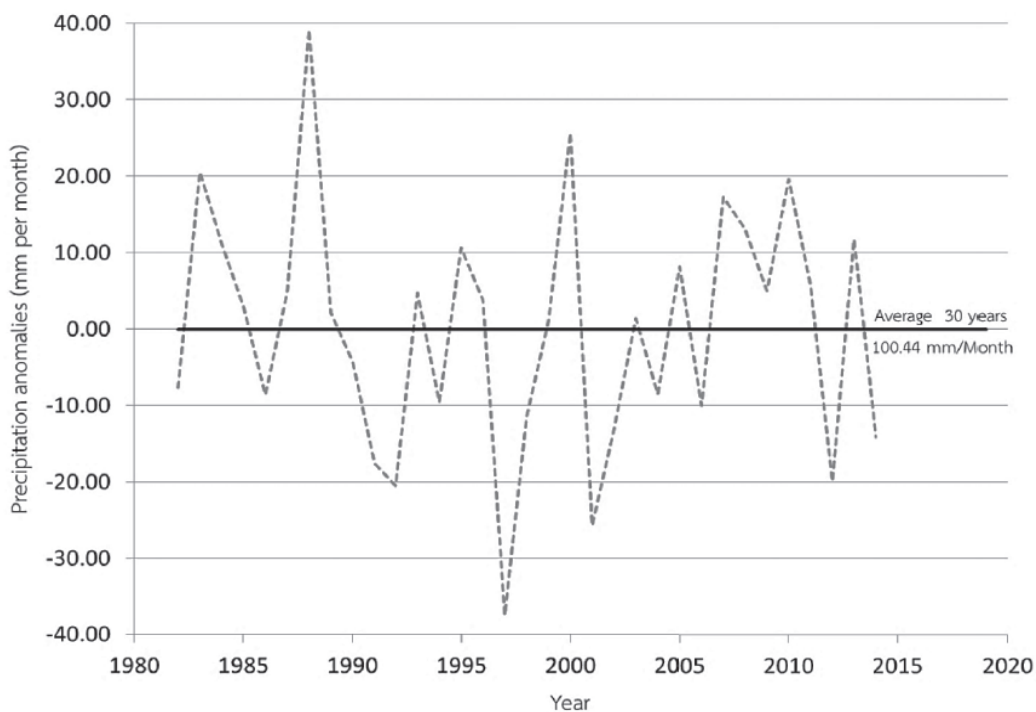
ที่มา: หุญส์ลักษณ์ (2559)

ภาพที่ 2 อุณหภูมิผิดปกติประจำปี (°C) ของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี 2526-2557



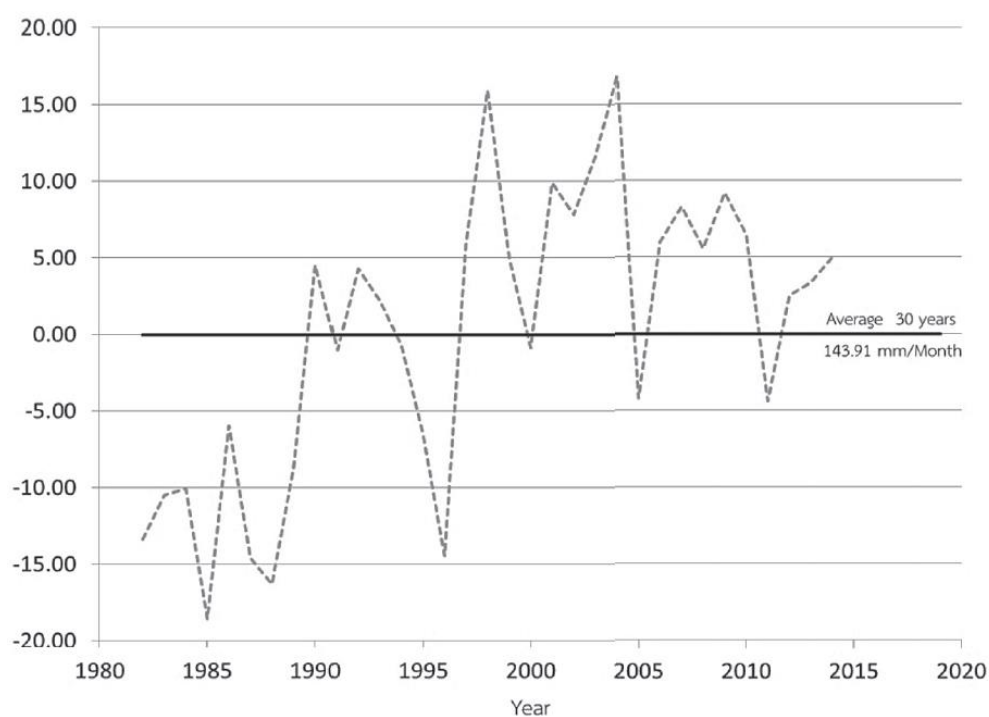
ที่มา: หอสมุดสถิติ (2559)

ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนประจำปีและการระเหยของน้ำ (มม./เดือน) ของจังหวัดนครราชสีมา
ในช่วงปี 2526-2557



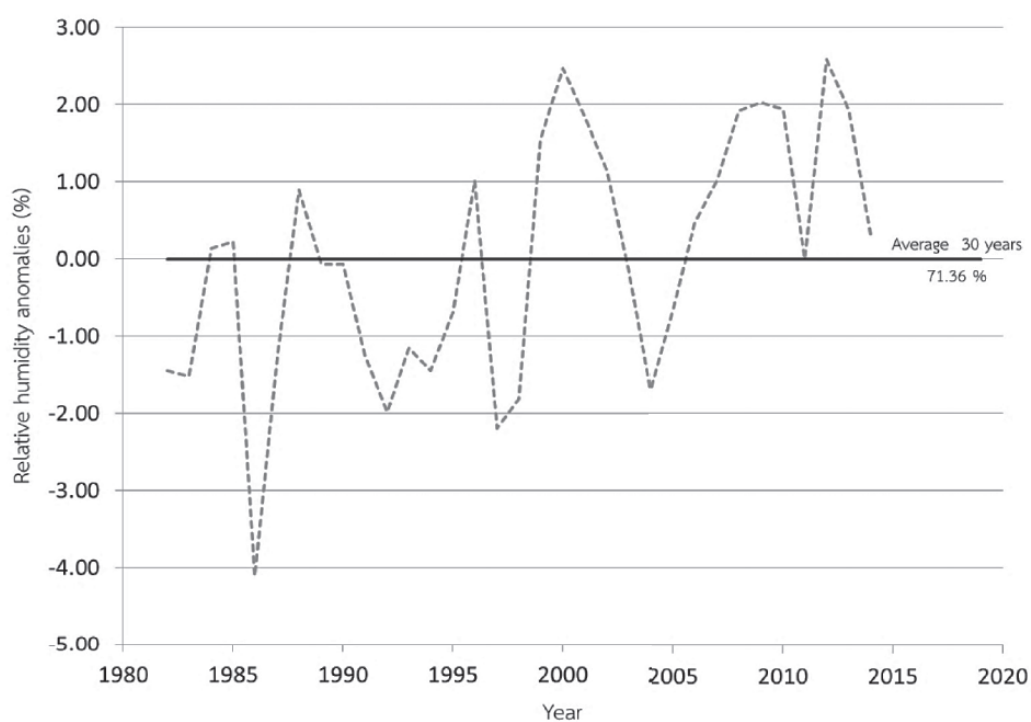
ที่มา: หอสมุดสถิติ (2559)

ภาพที่ 4 ความผิดปกติของปริมาณน้ำฝนประจำปี (มม./เดือน) ของจังหวัดนครราชสีมาในช่วง
ปี 2526-2557



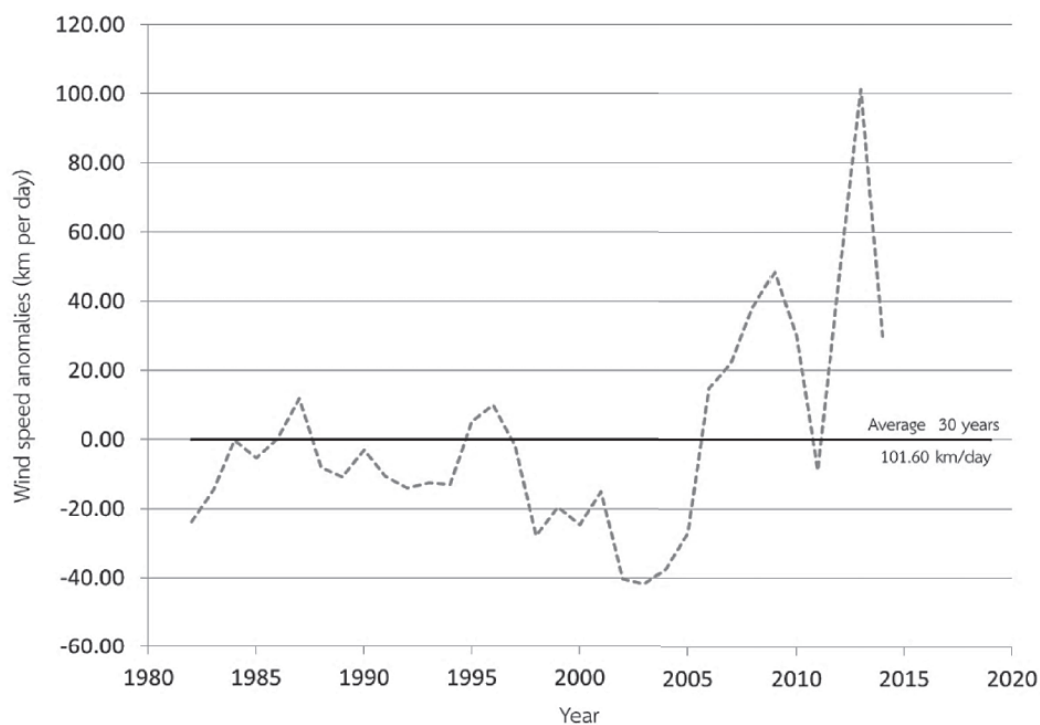
ที่มา: หอสมุดสถิติ (2559)

ภาพที่ 5 ค่าการระเหยของน้ำต่อปี (มม./เดือน) ของจังหวัดนครราชสีมาในช่วงปี 2526-2557



ที่มา: หอสมุดสถิติ (2559)

ภาพที่ 6 ความผิดปกติของความชื้นสัมพัทธ์ประจำปี (มม./เดือน) ของจังหวัดนครราชสีมาในช่วงปี 2526-2557



ที่มา: วิทยุสัททัศน์ (2559)

ภาพที่ 7 ความผิดปกติของความเร็วลมประจำปี (กม./วัน) ของจังหวัดนครราชสีมาในระหว่างช่วงปี 2526-2557.

ตารางที่ 5 ผลของการถดถอยหลายครั้งผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การถดถอยหลายครั้งระหว่างข้อมูล อุตุนิยมนิยามและผลผลิตมันสำปะหลังของจังหวัดนครราชสีมา

Meteorological data	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	57.500	44.224		1.300	.205
Relative humidity	.903	.298	.416	3.029	.005
Wind	.035	.017	-.287	2.065	.049
Maximum temperature/minimum temperature ratio	99.842	34.464	-.382	-2.897	.008

ก. ตัวแปรตาม : ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน เฮกตาร์⁻¹)

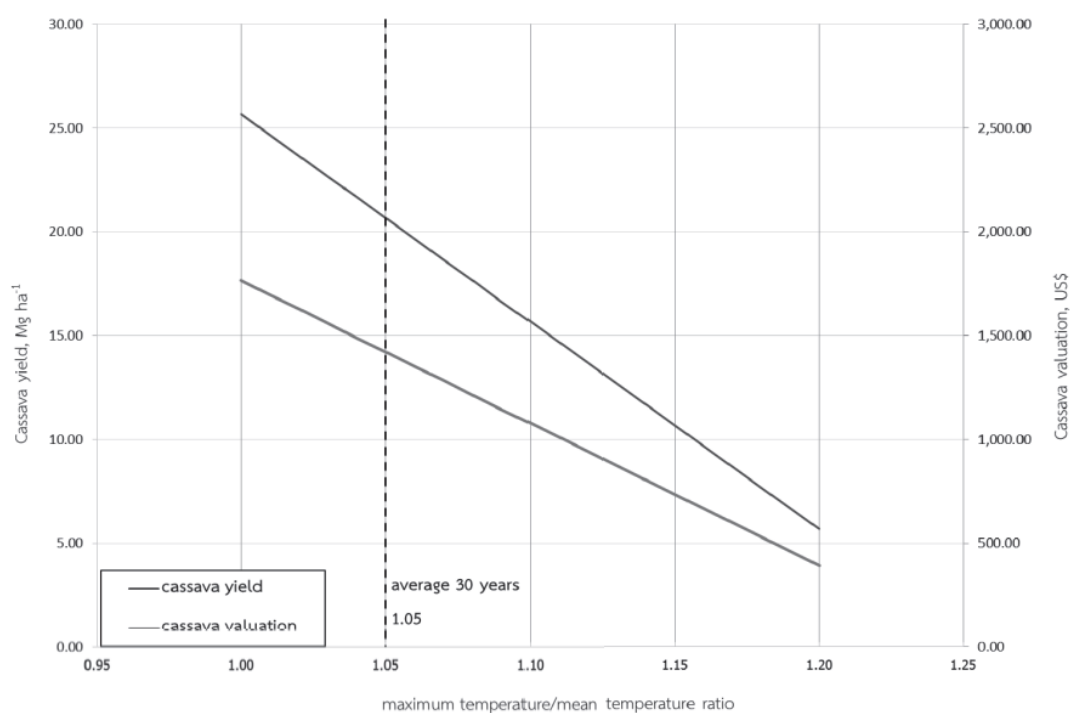
ที่มา: วิทยุสัททัศน์ (2559)

ตารางที่ 6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยต่อผลผลิตมันสำปะหลังและการประเมินราคามันสำปะหลัง

Chang of maximum temperature/ mean temperature ratio	Cassava yield (tons ha ⁻¹)	Cassava valuation (US\$ ha ⁻¹)
1.02	23.66	1,627.48
1.04	21.66	1,490.10
1.06	19.66	1,352.72
1.08	17.66	1,215.33
1.10	15.67	1,077.95
1.20	5.68	391.04

หมายเหตุ: ราคาหัวมันสำปะหลังในประเทศเฉลี่ย ปี 2557/2558 = 68.80 เหรียญสหรัฐ/ตัน (สถาบันพัฒนามันสำปะหลังไทย พ.ศ. 2559)

ที่มา: วิทยุสัทลักษณ์ (2559)



ที่มา: วิทยุสัทลักษณ์ (2559)

ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตมันสำปะหลังและการประเมินมูลค่ามันสำปะหลัง

สรุป

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง มีหลายกรรมวิธีขึ้นอยู่กับ การจัดการปุ๋ยและสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ให้ผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ ห้วยบง 60 สูงสุด การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลเพื่อเพิ่มผลผลิต ในอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อต้น ละลายในน้ำ 1 ลิตร ให้น้ำหนักหัวและผลผลิตต่อไร่สูงสุด แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ แป้งมันสำปะหลังพันธุ์ CMR 33-38-48 และเกษตรศาสตร์ 50 การจัดการการเก็บเกี่ยวใบมัน สำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 11 การเก็บใบทุกวัน ทำให้ผลผลิตสูงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนการเก็บใบวันเว้นวันได้ผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างกันทาง สถิติ

เอกสารอ้างอิง

- กฤตภาส ยุทธธำ, สำราญ พิมราช และเหล็กไหล จันทะบุตร 2560. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50. วารสารเกษตรพระวรุณ 14(2): 181-190
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ชุมพล นาควิโรจน์ และไพโรจน์ พันธุ์พฤษ 2549. การจัดการดินและปุ๋ยในระบบปลูกพืช มันสำปะหลัง ในดินชุดแมริมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารดินและปุ๋ย. 28(1): 30-41.
- จาวภา ศรีการ และชนิดา รมะณี 2562. ผลของอัตราสารควบคุมการเจริญเติบโตพอลิโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน. วารสารสำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 27(2): 15-24
- ชนาภัทร บัวเมืองเพ็ญ, ศิวลิย สิริมังครารัตน์, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และชรินทร์ ศรีจันทร์กำ 2564. ผลของพันธุ์และการจัดการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังต่อการเพิ่มผลผลิต. วารสารสำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 28(2): 42-51
- นภาพร นฤกมลศิลป์, และกาญจน์ วิริยะพานิชย์ 2560. ผลของการจัดการปุ๋ยต่อสมบัติดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตมันสำปะหลังในชุดดินยโสธร. เกษตร 45(3) : 505-514.
- ปิยะ ดวงพัตรา, วิจารณ์ วิชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, ปิยะวุฒิ พูลสงวน, จำลอง เจียมจำนรรจา เอ็จสโรบล และวัชร เลิศมงคล 2542. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง. ใน: เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการโครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร. 2551. การจำแนกพันธุ์มัน. สืบค้น 26 ธันวาคม 2564, จาก <http://at.doa.go.th/mealybug/download/การจำแนกพันธุ์.pdf>
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2554. ดิน น้ำ และการจัดการปลูกมันสำปะหลัง. โครงการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง โดยการกระจายพันธุ์ดี และการขยายท่อนพันธุ์สะอาด. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2560. มันสำปะหลัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้น 27 ธันวาคม 2564.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2563. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th>. สืบค้น 26 ธันวาคม 2564.
- หฤษฎ์สถักษ์ วิริยะ 2559. ทำการศึกษาความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง. วารสารสมาคมนักวิจัย 21(3): 51-61.
- Buhennauer, H. and Grossmann, F. 1977. Triadimefon: Mode of action in plant fungi. Neth J. Plant Pathol. 83: 93-103.
- David, T. and Curry, E. 1991. Chemical regulation of vegetative growth. Critical Reviews in Plant Sciences. 10: 151-188.
- Fletcher, R. A., Gilley, A., Davis, T. D. and Sankhla, N. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Horticultural Review. 24: 55-138.

- Howeler, R.H. 1991. Long term effect of cassava cultivation on soil productivity. Field Crops Res. 26: 1-18.
- Medina, R. , Burgos, A. , Difrano, V. , Mroginski, L. and Cenoz, P. 2012. Effects of chlorocholine chloride and paclobutrazol on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plant growth and tuberous root quality. Agriscientia XXIX: 51-58.
- Zhou, F. J. 2003. Studies on paclobutrazol (PP333) influence on some physiological effects and yield of cassava. Nanning Guangxi Unversity.