

ผลของการขาดน้ำต่อลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการ การเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง^{1/}

Effect of drought stress on some physiological traits, growth and
storage root yield of cassava^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาววิลาสิณี เนียมคำ^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.อนนท์ จันทร์เกตุ^{3/}

บทคัดย่อ

แม้ว่ามันสำปะหลังเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อย และทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตามบางพื้นที่ที่ปริมาณน้ำฝนน้อย การกระจายตัวของฝนไม่ดี หรือความชื้นในดินไม่เพียงพอ น้ำยังเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของมันสำปะหลังต่อการกระทบแล้งจะนำไปสู่ความเข้าใจพฤติกรรมของมันสำปะหลัง และสามารถใช้เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าการกระทบแล้งส่งผลต่อการลดลงของพื้นที่ใบ ผลผลิตแป้ง และผลผลิตหัวของมันสำปะหลัง ทั้งนี้อัตราการลดลงจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ ระยะเวลา และระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ ในทางตรงกันข้ามการขาดน้ำในระดับที่ไม่รุนแรงมาก ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มสูงขึ้น สำหรับกลไกทางสรีรวิทยาที่ทำให้มันสำปะหลังทนทานต่อการขาดน้ำ ได้แก่ ความสามารถในการเปิดปิดปากใบ การรักษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ การรักษาดัชนีพื้นที่ใบ ใบหนาขึ้น และความสามารถในการรักษาระดับค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ซึ่งค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และความสามารถในการเปิดปิดปากใบ พบว่ามีความสัมพันธ์สูงกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเป็นลักษณะหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้ง เนื่องจากมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงกับน้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตหัว ($r=0.81-0.88$) กลไกเหล่านี้จะนำไปสู่ความสามารถในการรักษาระดับการสังเคราะห์แสง และผลผลิตของมันสำปะหลังไว้ได้ดีเมื่อกระทบต่อความแห้งแล้ง

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง; การขาดน้ำ; ผลผลิต; การเจริญเติบโต

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาพืชไร่

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรจำนวนมากในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือบางส่วน มีอาชีพปลูกมันสำปะหลังเป็นหลัก ส่งผลต่อการสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในภูมิภาคเหล่านี้ (สุพรรณิกา, 2560) การส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ปี 2564 (ม.ค.-พ.ค.) มีมูลค่าการส่งออก 51,345.46 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปี 2563 ร้อยละ 36.46 ซึ่งมี มูลค่าการส่งออก 37,628.08 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศกระทรวงพาณิชย์, 2564) การเพาะปลูกมันสำปะหลังในไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน ซึ่งปริมาณ และกระจายตัวของฝนมักไม่แน่นอนไม่แต่ละปี ทำให้เกิดการกระทบแล้ง ทำให้เกิดการกระทบแล้งได้ แม้มันสำปะหลังเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อย และทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีแต่อย่างไรก็ตามน้ำยังถือเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง หากมีปริมาณน้ำฝนน้อย การกระจายตัวของฝนไม่ดี หรือความชื้นในดินไม่เพียงพอ จะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางสรีรวิทยา ชีวเคมีของมันสำปะหลังส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์แป้ง และการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง (okogbenin *et al.*, 2013) ยกตัวอย่างการศึกษาของ Lenis *et al.* (2005) ชี้ให้เห็นว่าเมื่อมันสำปะหลังกระทบแล้งจะทำให้การลดค่าการนำปากใบเพื่อลดการคายน้ำ การหรี หรือปิดปากใบนี้ส่งผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสง การสร้างอาหาร การเจริญเติบโต และผลผลิตแป้งที่ลดลงด้วย นอกจากนี้มันสำปะหลังยังมีกลไกอื่นๆ ทางชีวเคมีที่สำคัญในการปรับตัวให้สามารถดำรงอยู่ได้ในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ เช่น การเพิ่มปริมาณเอนไซม์ และสารทุติยภูมิเช่น แทนนิน และโพรตีน เป็นต้น (okogbenin *et al.*, 2013) จะเห็นได้ว่าการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาของมันสำปะหลังต่อการกระทบแล้งเป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งทำให้นักปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังสามารถเข้าใจ และนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังให้ทนต่อสภาพการขาดน้ำได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ รวมถึงใช้เป็นเกณฑ์ในออกแบบพันธุ์ในอุดมคติได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามการผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยควรมีการจัดการทั้งด้านการใช้พันธุ์ดีและการจัดการทางเขตกรรมอย่างผสมผสาน เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการยกระดับผลผลิตของมันสำปะหลังต่อไปอย่างยั่งยืน

มันสำปะหลังและความสำคัญทางเศรษฐกิจ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกพบจากทั่วทุกภาค โดยมีการปลูกมากที่สุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ จังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกมัน สำปะหลังที่สำคัญ ได้แก่ นครราชสีมา กำแพงเพชร กาญจนบุรี อุบลราชธานี และ ชัยภูมิ เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ด้วยความตระหนักถึง

คุณสมบัติที่มีความหลากหลายประกอบกับต้นทุนในการเพาะปลูกมันสำปะหลังที่ไม่สูงมากนักทำให้ความต้องการในการเพาะปลูกมีมากขึ้นอย่างต่อเนื่องปัจจุบันมันสำปะหลังได้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากของไทย แม้ว่าผลผลิตมันสำปะหลังของไทยจะอยู่ที่ อันดับ 3 ของโลก แต่ไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลกและเป็นผู้นำในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะปลูกมันสำปะหลังของโลกอีกด้วย โดยในปี 2564 (ม.ค.-พ.ค.) มีมูลค่าการส่งออก 51,345.46 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากช่วง เดียวกันของปี 2563 ร้อยละ 36.46 ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 37,628.08 ล้านบาท โดยไทยมีปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังไปยังจีน 2,524,717 ตัน คิดเป็นร้อยละ 99.5 ของสัดส่วนการส่งออกของไทยมันสำปะหลังสดและแห้งขอไทย รองลงมา คือ ญี่ปุ่น สหรัฐฯ เนเธอร์แลนด์ และ อินโดนีเซีย ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศกระทรวงพาณิชย์, 2564)

การใช้ประโยชน์

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ตั้งแต่ยอดใบจนถึงราก (หัวมัน) เพื่อการบริโภคเป็นอาหารมนุษย์ และอาหาร สัตว์ รวมถึงใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีการสะสมแป้งที่สร้างได้ไว้ในราก ซึ่งเรียกว่า รากสะสมอาหาร (storage root) ทำให้มันสำปะหลังใช้เป็นอาหารของมนุษย์หรืออาหารสัตว์ และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแป้ง สารความหวาน ผงชูรส สิ่งทอ กระดาษ รวมถึงใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเอทานอล ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร มีการใช้หัวมันสำปะหลังเพื่อผลิตเป็นมันสำปะหลังเส้น มันสำปะหลังอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และจากแป้งมันสำปะหลัง สามารถนำไปผลิตเป็นแป้งแปรรูป ชนิดต่าง ๆ ซึ่งใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ เช่น การผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สำเร็จรูป ก๋วยเตี๋ยว วุ้นเส้น สาคุ ตลอดจนใช้แป้งมันช่วยเพิ่มความเข้มข้นในการผลิตซอสต่างๆ เช่น ซอสมะเขือเทศ และอาหารกระป๋องต่างๆ เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผงชูรส รวมถึงการผลิตไลซีน และสารให้ความหวานต่างๆ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558)

การขาดน้ำของพืช

สภาวะขาดน้ำของพืช คือ สภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากอัตราการคายน้ำของพืชมากกว่าอัตรา การดูดน้ำ เป็นผลให้ปริมาณน้ำในพืชลดลง ส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับ ความรุนแรงของการขาดน้ำ และช่วงเวลาของการขาดน้ำ บางกระบวนการสามารถตอบสนองได้เร็วถึงแม้ว่าจะมีการขาดน้ำเพียงเล็กน้อย และเมื่อมีความรุนแรงของการขาดน้ำเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดผลเสียต่อกระบวนการทาง สรีรวิทยารุนแรงขึ้นพร้อมกับส่งผลไปยังกระบวนการอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการ

ตอบสนองดังกล่าวจึงพบในสภาวะขาดน้ำที่ถูกขยายเวลาออกไป การตอบสนองดังกล่าวนี้ เป็นกระบวนการที่ช่วยให้พืชสามารถปรับตัว (สายัณห์, 2534) การปลูกพืชที่ในอาศัยน้ำฝนนั้น อาจพบกับปัญหาปริมาณ และการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี ทำให้พืชที่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝนมีโอกาสกระทบแล้งได้ในหลาย ช่วงเวลาการเจริญเติบโต ได้แก่ขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต การขาดน้ำในช่วงกลาง และการขาดน้ำ ในช่วงปลายฤดูปลูก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อพืชที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช ความยาวนาน และความรุนแรงของการกระทบแล้ง

ผลของการขาดน้ำต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของมันสำปะหลัง

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของพืช สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชโดยพืช Wongnoi *et al.* (2020) ได้ปลูกทดสอบมันสำปะหลัง 8 พันธุ์ ในพื้นที่อาศัยน้ำฝน จังหวัดขอนแก่น โดยได้ติดตามความชื้นของดิน และพบว่าในช่วงหลัง 270 วันหลังปลูกในช่วงที่มันสำปะหลังได้รับความเครียดจากการขาดน้ำมากที่สุด โดยมีค่าความชื้นดินต่ำกว่าค่าจุดเหี่ยวถาวรของพืช และได้ทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาต่างๆ ได้แก่ ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) ค่าชักนำปากใบ และค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงที่สอง (คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์) ในช่วงเวลาที่กระทบแล้งมากที่สุด (270-360 วันหลังปลูก) พบว่าพันธุ์มีการตอบสนองที่แตกต่างกันในเกือบทุกลักษณะที่ตรวจวัด ยกเว้นเพียงค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงสองภายใต้แสงธรรมชาติ (F_v'/F_m') ที่อายุ 270 วัน และประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงสอง (F_v/F_m) ที่อายุ 360 วันที่ให้ค่าไม่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ที่ทดสอบ (ตารางที่ 1-3) ทั้งนี้พบว่าสายพันธุ์ CMR38-125-77 เป็นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงของลักษณะทางสรีรวิทยา โดยให้ค่า LAI และ SLA สูงที่สุดทั้งที่อายุ 270 วัน และ 360 วันหลังปลูก (ตารางที่ 1) และ ยังมี RWC และค่าชักนำปากใบ (ตารางที่ 2) และค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงสองภายใต้แสงธรรมชาติ (F_v'/F_m') และประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงสอง (F_v/F_m) สูงที่สุดในช่วงกระทบแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 3) จากการทดลองของ Wongnoi *et al.* (2020) ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วงที่มันสำปะหลังกระทบแล้งสูงสุด พบว่ารักษาระดับค่าชักนำการเปิดปิดปากใบจะมีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการสังเคราะห์แสงสุทธิ โดยมีค่า $r=0.81^{**}$ ถึง 0.88^{**} ขณะที่ค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงสอง (คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์) ก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสงสุทธิ โดยมีค่า $r=0.51^{*}$ ถึง 0.75^{**} (ตารางที่ 4) จากการ

วิเคราะห์สมการเส้นตรง พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของมันสำปะหลัง เป็นลักษณะหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้ง เนื่องด้วยมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงกับน้ำหนักรวม และผลผลิตหัว กล่าวคือพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง จะเป็นพันธุ์ที่ให้น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตสูงด้วย โดยมีค่า $r=0.81-0.88$ (รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ของมันสำปะหลัง 8 สายพันธุ์ในช่วงแล้ง

Genotypes	LAI		SLA(cm ² g ⁻¹)	
	270 DAP	360 DAP	270 DAP	360DAP
Rayong 5	1.04 c	0.19 d	165 cde	81 ab
Rayong 7	1.03 c	0.20 cd	162 de	84 a
Rayong 9	1.09 c	0.20 cd	167 bcd	83 a
Rayong 11	1.26 b	0.21 c	161 d	77 b
Rayong 90	1.26 b	0.20 cd	163 de	83 a
Kasetsart 50	1.32 b	0.23 b	171 bc	83 a
Huay Bong 80	1.41 a	0.20 cd	172 b	84 a
CMR38-125-77	1.48 a	0.26 a	180 a	87 a
F-test	**	**	**	**
C.V	3.24	5.20	2.13	2.68

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD
ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ **= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ที่มา: Wongnoi *et al.* (2020)

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) และค่าชักนำปากใบของมันสำปะหลัง 8 สายพันธุ์ในช่วงแล้ง

Genotypes	RWC (%)		Stomatal Conductance (molH ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
	270 DAP	360 DAP	270 DAP	360DAP
Rayong 5	82.4 b	77.5 ab	0.15 e	0.14 e
Rayong 7	82.1 b	76.2 bc	0.33 a	0.25 b
Rayong 9	81.8 b	73.1 d	0.35 a	0.19 d
Rayong 11	84.9 a	74.6 cd	0.22 c	0.14 e
Rayong 90	81.9 b	77.5 ab	0.25 b	0.21 c
Kasetsart 50	85.2 a	77.7 ab	0.26 b	0.24 b
Huay Bong 80	83.3 ab	75.2 cd	0.19 d	0.17 d
CMR38-125-77	83.6 ab	78.8 a	0.33 a	0.29 a
F-test	*	**	**	**
C.V	1.45	1.51	5.95	6.01

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD
ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ **= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% *= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ที่มา: Wongnoi *et al.* (2020)

ตารางที่ 3 ค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงสองภายใต้แสงธรรมชาติ (F_v'/F_m') และประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดของระบบแสงสอง (F_v/F_m) ของมันสำปะหลัง 8 สายพันธุ์ในช่วงแล้ง

Genotypes	F_v'/F_m'		F_v/F_m	
	270 DAP	360 DAP	270 DAP	360 DAP
Rayong 5	0.46	0.33 e	0.67 c	0.61
Rayong 7	0.48	0.35 cde	0.70 ab	0.63
Rayong 9	0.50	0.37 bc	0.71 a	0.63
Rayong 11	0.50	0.34 de	0.67 c	0.63
Rayong 90	0.46	0.36 bcd	0.69 abc	0.60
Kasetsart 50	0.44	0.38 ab	0.68 bc	0.65
Huay Bong 80	0.48	0.35 cde	0.68 bc	0.62
CMR38-125-77	0.47	0.39 a	0.72 a	0.67
F-test	ns	**	**	ns
C.V	9.44	3.85	2.44	3.18

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD
 ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ **= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% *= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

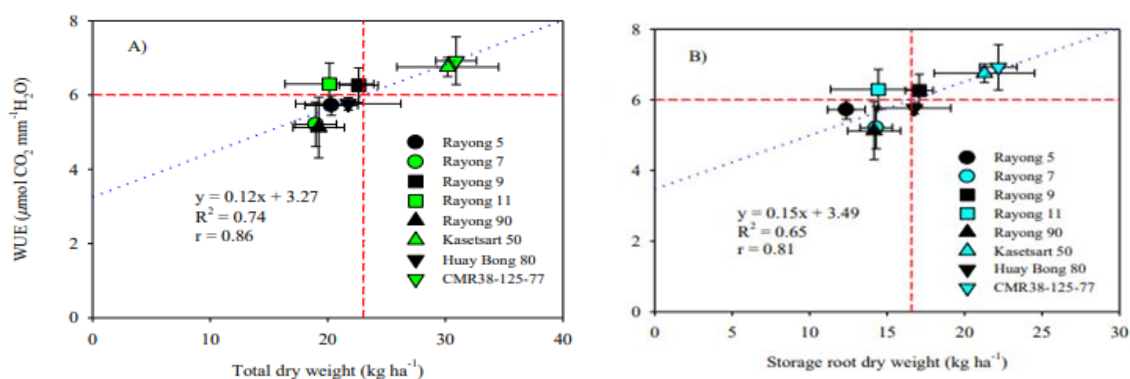
ที่มา: Wongnoi *et al.* (2020)

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (P_n) และลักษณะทางสรีรวิทยาอื่นๆ ($n=24$)

Physiological Trait	Photosynthesis capacity	
	270 DAP	360 DAP
RWC at 270 DAP	-0.11 ns	-
RWC at 360 DAP	-	0.35 ns
Stomatal conductance at 270 DAP	0.86 **	-
Stomatal conductance at 360 DAP	-	0.81 **
Fv/Fm at 270 DAP	0.75 **	-
Fv/Fm at 360 DAP	-	0.51 *
Fv'/Fm' at 270 DAP	0.19 NS	-
Fv'/Fm' at 360 DAP	-	0.58 **

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ **= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% *= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% DAP= วันหลังปลูก

ที่มา: Wongnoi *et al.* (2020)



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวลกับประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ของมันสำปะหลัง 8 สายพันธุ์ในช่วงแล้ง หมายถึง เส้นสีแดงคือคือเฉลี่ยของ WUE และผลผลิตของทั้ง 8 สายพันธุ์

ที่มา: Wongnoi *et al.* (2020)

ผลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

เขาวนาถ และคณะ (2555) ได้ศึกษาการตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง พันธุ์ 4 พันธุ์ต่อการให้น้ำในอายุพืชที่ต่างกัน ได้แก่ให้ตั้งแต่ปลูกถึงอายุ 4 เดือน ให้น้ำตั้งแต่ปลูกจนถึงอายุ 6 เดือน ให้น้ำตลอดฤดูกาล และไม่มีการให้น้ำ โดยทำการทดสอบที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท พบว่าช่วงเวลาการให้น้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลทำให้มันสำปะหลังมีความสูงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ส่งผลต่อความกว้างของทรงพุ่ม (ตารางที่ 5) โดยที่การให้น้ำตั้งแต่ปลูกจนถึงมันสำปะหลังมีอายุ 6 เดือน ทำให้มันสำปะหลังมีความสูงของต้นสูงที่สุด รองลงมาคือการให้น้ำตั้งแต่ปลูกถึง 3 เดือน และการให้น้ำตลอดฤดูกาลปลูก ขณะที่แปลงที่ปลูกแบบไม่มีการให้น้ำมีความสูงน้อยที่สุด และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ กับการให้น้ำ กล่าวคือมันสำปะหลังทุกพันธุ์มีการตอบสนองต่อช่วงเวลาการให้น้ำที่เหมือนกันในลักษณะของความสูง และขนาดทรงพุ่ม โดยที่พันธุ์ระยะยง 5 ระยะยง 9 และระยะยง 11 มีความสูงต้นมากที่สุด และพันธุ์ระยะยง 5 ยังมีขนาดทรงพุ่มใหญ่ที่สุดด้วย ขณะที่การศึกษาของ วลัยพร และคณะ (2562) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำในมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ โดยปลูกแบบมีการให้น้ำ และขาดน้ำ พบว่าจากการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) ของพื้นที่ใบที่อายุ 4 เดือน พบว่ามันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาวะเครียดน้ำจากการขาดน้ำมีพื้นที่ใบลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพได้รับน้ำเต็มที่ การลดลงของพื้นที่ใบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ความสูงของลำต้น และความกว้างทรงพุ่มที่อายุ 12 เดือน ของพันธุ์มันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ที่ปลูก
แบบมีช่วงเวลาการให้น้ำที่ต่างกัน

Treatment	Stem height (cm)	Canopy width (cm)
Irrigation Periods		
1.Planting to 3 months	248 B	131
2. Planting to 6 months	264 A	136
3.Troughout the growing season	242 B	128
4.No irrigation	224 C	139
F-test	*	ns
CV (a)	19.6	7.1
Varieties		
1.Rayong 5	251 a	157 a
2.Rayong 7	197 b	118 c
3.Rayong 9	268 a	121 c
4.Rayong 11	263 a	140 b
F-test (B)	*	*
F-test (A × B)	ns	ns
CV (b) (%)	11.2	6.7

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD
ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ที่มา: เซวานาถ และคณะ (2555)

ตารางที่ 6 พื้นที่ใต้กราฟ (AUC) ของพื้นที่ใบบทอายุ 4 เดือนของพันธุ์มันสำปะหลัง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาวะเครียดน้ำจากการขาดน้ำ และให้น้ำเต็มที่ ในจังหวัดกำแพงเพชร

พันธุ์	AUC สภาพขาดน้ำ	AUC สภาพไม่ขาดน้ำ
R11	38.3	99.3
R86-13	15.9	57.1
CMR43-8-89	47.9	113.9

ที่มา: วลัยพร และคณะ (2562)

ผลของการขาดน้ำต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตมันสำปะหลัง

ผลผลิตของมันสำปะหลังเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ได้รับ และความต้องการน้ำของมันสำปะหลังเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย เช่น ระยะเวลาเจริญเติบโต สภาพอากาศ และพันธุ์ ทั้งนี้อัตราการลดลงของผลผลิตแบ่ง ผลผลิตหัวจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดน้ำ ความยาวนานของการขาดน้ำ และระยะเวลาเจริญเติบโต โอภาส และคณะ (2546) พบว่าการขาดน้ำของมันสำปะหลังในช่วงเริ่มพัฒนาของหัว (เมื่ออายุ 3 เดือน) ส่งผลทำให้มันสำปะหลังหยุดชะงักการเจริญเติบโต เพื่อลดการคายน้ำออกจากต้น แต่เมื่อมันสำปะหลังได้รับน้ำกลับคืนในช่วงฤดูฝน มันสำปะหลังสามารถชดเชยการเจริญเติบโตได้ดี ส่งผลทำให้ผลผลิตรากสะสมอาหารที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างจากสภาพที่ไม่ขาดน้ำมากนัก เชาวนาถ และคณะ (2555) ได้ศึกษาการตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ 4 พันธุ์ต่อการให้น้ำในอายุพืชที่ต่างกัน ได้แก่ให้ตั้งแต่ปลูกถึงอายุ 4 เดือน ให้น้ำตั้งแต่ปลูกจนถึงอายุ 6 เดือน ให้น้ำตลอดฤดูกาล และไม่มีการให้น้ำ โดยทำการทดสอบที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท พบว่าช่วงเวลาการให้น้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลทำให้ผลผลิตหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง และผลผลิตแป้งลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้ง (ตารางที่ 7) โดยที่การให้น้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตให้ผลผลิตหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง และผลผลิตแป้งสูงสุด รองลงมาคือ ให้น้ำตั้งแต่ปลูกจนถึงอายุ 6 เดือน และตั้งแต่ปลูกถึงอายุ 4 เดือน ตามลำดับ ขณะที่การไม่มีการให้น้ำเลยให้น้ำน้อยที่สุดในทุกลักษณะ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ กับการให้น้ำ กล่าวคือมันสำปะหลังทุกพันธุ์มีการตอบสนองต่อช่วงเวลาการให้น้ำที่เหมือนกัน ทั้งนี้พบว่าพันธุ์ ระยะเวลา 5 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพที่ดีที่สุดในทุกลักษณะ (น้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง แป้ง และผลผลิตแป้ง)

Janket *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำของมันสำปะหลังพันธุ์ระยะยง 9 โดยปลูกใน 2 สภาพน้ำ ได้แก่การให้น้ำชลประทานเต็มที่ เปรียบเทียบกับการปลูกแบบอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว

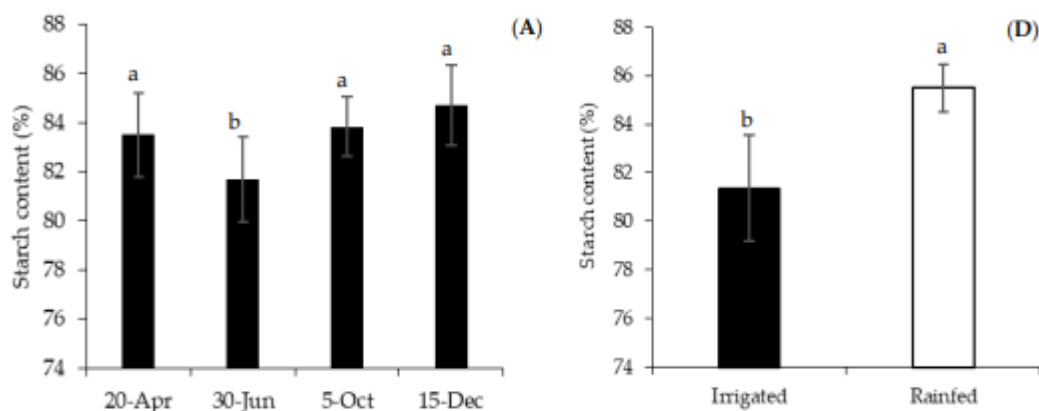
ทั้งหมด 4 วันปลูกได้แก่ 20 เมษายน 30 มิถุนายน 5 ตุลาคม และ 15 ธันวาคม ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่ามันสำปะหลังที่ปลูกในฤดูแล้ง (20 เมษายน) ปลายฝน (5 ตุลาคม) และฤดูหนาว (15 ธันวาคม) มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าที่ปลูกในต้นฤดูฝน (30 มิถุนายน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ โดยภาพรวมทุกวันปลูกพบว่าเปอร์เซ็นต์แป้งที่ปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝน มีค่าสูงกว่าที่ปลูกแบบให้น้ำชลประทาน (ภาพที่ 2) นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังชี้ให้เห็นว่าวันปลูกมีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตแป้ง และผลผลิตรากสะสมอาหาร และการให้น้ำชลประทานเสริมไม่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตแป้ง และน้ำหนักรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ในเกือบทุกวันปลูก (ตารางที่ 8) ยกเว้นเพียงวันปลูกเดียว คือวันปลูก 20 เมษายนเท่านั้น ที่พบว่าการให้น้ำชลประทานเสริม สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังได้ ขณะที่การให้น้ำชลประทานเสริมไม่มีความจำเป็นในวันปลูกอื่นๆ อย่างไรก็ตามก็ควรพิจารณาปริมาณ และการกระจายตัวของฝนแต่ละปีร่วมด้วย งานวิจัยนี้ได้อธิบายว่าเนื่องจากมันสำปะหลังที่ปลูกในวันปลูก 30 มิถุนายน 5 ตุลาคม และ 15 ธันวาคมได้รับน้ำฝนในช่วงฤดูฝน และมีความชื้นที่เหลือในดินเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ทำให้ไม่จำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเสริมอีก ตรงกันข้ามกับวันปลูก 20 เมษายน ที่มีระยะเวลาที่แห้งแล้งยาวนาน โดยเฉพาะในช่วงกลางถึงท้ายของการเจริญเติบโต จึงต้องมีการให้น้ำชลประทานเสริม

ตารางที่ 7 ผลผลิตสด ผลผลิตรากแห้ง เปอร์เซนต์แป้ง และผลผลิตมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ที่อายุ 12 เดือน ภายใต้ระยะการให้น้ำที่แตกต่างกัน ระหว่างปี 2552-2553

Treatment	Fresh yield (kg/rai)	Dry root yield (kg/rai)	Starch percentage (%)	Starch yield (kg/rai)
Irrigation Periods				
1.Planting to 3 months	5,563 c	2,255 c	26.5	1,573 b
2. Planting to 6 months	6,300 b	2,493 b	26.9	1,629 b
3.Troughout the growing season	6,775 a	2,698 a	27.4	1,853 a
4.No irrigation	4,140 d	1,768 d	25.3	1,001 c
F-test	**	**	ns	*
CV (a)	15.2	18.2	10.9	15.8
Varieties				
1.Rayong 5	6,850 a	2,583 a	26.7 a	1,847 a
2.Rayong 7	5,818 b	2,263 b	23.7 b	1,306 c
3.Rayong 9	5,270 c	2,093 c	27.5 a	1,450 b
4.Rayong 11	6,240 b	2,375 b	28.2 a	1,753
F-test (B)	*	*	*	*
F-test (A × B)	ns	ns	ns	ns
CV (b) (%)	14.5	12.1	6.5	14.9

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD
 ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ **= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% *= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ที่มา: เขาวนาถ และคณะ (2555)



ภาพที่ 2 ปริมาณแป้ง (%) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่ปลูกในวันปลูกต่างกันภายใต้สภาพชลประทาน และอาศัยน้ำฝน ที่ระยะเก็บเกี่ยว (12 เดือนหลังปลูก)
ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD

ที่มา: Janket *et al.* (2020)

ตารางที่ 8 ผลผลิตแป้ง และน้ำหนักหัวแห้งของมันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 9 ที่ปลูกในสภาพชลประทาน และอาศัยน้ำฝน ที่ระยะเก็บเกี่ยว (12 เดือนหลังปลูก)

Planting Date	Starch yield (kg ha ⁻¹)			Storage root dry weight (kg ha ⁻¹)		
	Irrigated	Rainfed	LSD	Irrigated	Rainfed	LSD
20-Apr	14,489a	9022c	**	20,240a	10,538c	**
30-Jun	9227b	9339c	ns	11,601b	11,161c	ns
5-Oct	14,974a	15,004b	ns	18,437a	17,350b	ns
15-Dec	14,155	17,779a	ns	19,114a	20,628a	ns
Mean	15,929a	12,786		17,348	14,919	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD
ns=ไม่แตกต่างกันทางสถิติ **= แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ที่มา: Janket *et al.* (2020)

สรุป

เมื่อเกิดสภาวะขาดน้ำการตอบสนองทางสรีรวิทยาของม้านำปะหลังจะมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อการอยู่รอด เมื่อม้านำปะหลังได้รับการกระทบแล้ง จะส่งผลต่อการลดลงของพื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความสูง ผลผลิตแป้ง และผลผลิตหัวของม้านำปะหลัง อย่างไรก็ตามอัตราการลดลงจะแตกต่างกับขึ้นอยู่กับพันธุ์ ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ จากการรวบรวมเอกสารชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ที่สามารถรักษาระดับผลผลิตได้ดีเมื่อกระทบแล้ง จะมีกลไกทางสรีรวิทยาที่ดี ได้แก่ ความสามารถในการเปิดปิดปากใบ เพื่อลดการคายน้ำ การรักษาปริมาณน้ำในใบ ดัชนีพื้นที่ใบ และมีพื้นที่ใบจำเพาะสูง นอกจากนี้ความสามารถในการรักษาระดับค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์สูงกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีภายใต้สภาวะการขาดน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ดี จะเป็นลักษณะหนึ่งที่มีความสัมพันธ์สูงกับน้ำหนักรวม และน้ำหนักแห้งหัวของม้านำปะหลัง ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์ในการใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกม้านำปะหลังทนแล้ง เพื่อความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ และยังใช้เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนในการจัดการการผลิตม้านำปะหลังต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศกระทรวงพาณิชย์. 2564. ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: <https://ditp.go.th>. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2565.

เชาวนาถ พุทธิเทพ, ชูชาติ บุญศักดิ์, สันติ พรหมคำ และอัจฉรา จอมสง่าวงศ์. 2555. การตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ต่อการให้น้ำในอายุพืชที่ต่างกัน. แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ : 410-416.

วลัยพร ศะศิประภา, วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน, รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และกุสุมา รอดแผ้วพาล. 2562. การตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของมันสำปะหลังต่อสภาพแห้งแล้ง. วารสารวิชาการเกษตร. 37(1): 93-104.

สุพรรณิกา นพคุณ. 2560. ผลของความแห้งแล้งต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต ของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2558. การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=17866>. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2565.

สายัณห์ สดุดี. 2534. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: <https://www.oae.go.th>. สืบค้นเมื่อ 2 มกราคม 2565.

โอภาส บุญเสียง, จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข, เมธี คำหุ้ง และอุดม จันทะมณี. 2546. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งชีวเคมีในหัว และเคมีฟิสิกส์ของแป้งมันสำปะหลัง: พันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร. หน้า 871-943. ใน เอกสารผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ปี 2544-46 ชุดโครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Janket, A., Vorasoot, N., Toomsan, B., Kaewpradit, W., Jogloy, S., Theerakulpisut, P., Holbrook, C.C., Kvien, C.K and Banterng, P. 2020. Starch Accumulation and Granule Size Distribution of Cassava cv. Rayong 9 Grown under Irrigated and Rainfed Conditions Using Different Growing Seasons. Agronomy. 10(3): 1-17.

Lenis, J.L., Calle, Jaramillo, G., Perez, J.C., Ceballos, H and Cock, J.H. 2005. Leaf retention and

cassava productivity. Elsevier. 95(2-3): 126-134.

Okogbenin, E., Setter, T.L., Ferguson, M., Mutegi, R., Ceballos, H and Olanm, B. 2013.

Phenotypic approaches to drought in cassava. *Frontiers in Physiology* 4: 1-15.

Wongnoi, W., Banterng, P., Vorasoot, N., Jogloy, S and Teerasakulpisut, P. 2020. Physiology,

growth and yield of different cassava genotypes planted in upland with dry

environment during high storage root accumulation stage. *Agronomy*. 10: 1-17.