

ประเมินการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศสามสายพันธุ์

Assessment of Vegetative Growth and Leaves Oxalate Contents in Three Sweet Potato Varieties

ภัทรลดา สุธรรมวงศ์^{1*} ฆนาลัย เข้มเอี่ยม¹ ปริมาภรณ์ วงศ์คำชาญ¹ ธัญญารัตน์ แท่งสินวล¹ นนทวัฒน์ มากดี¹
และ อนุกูล ศรีใส¹

Patlada Suthamwong^{1*} Kanalai Khemiam¹ Paramaporn Wongkamchan¹ Thanyarat Taengseenual¹
Nontawat Makdee¹ and Anukul Srisalai¹

¹ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubonratchatani University, Ubonratchani 34190

Received : Apr 4, 2024

Revised : Jun 14, 2024

Accepted : Jun 25, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศ 3 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ factorial in completely randomized design (factorial in CRD) โดยปัจจัย A คือ สายพันธุ์ มันเทศ 3 สายพันธุ์ คือ เพอเพิลสวีทโรด (Purple Sweet Road) ม่วงโอกินาวา (Purple Okinawa Beni Imo) และขาวผักกาด (Kuri Beni Imo) ปัจจัย B คือ อายุของมันเทศ 4 ระดับ คือ อายุมันเทศ 30, 60, 90 และ 120 วัน กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลด้านความยาวเถาหลัก จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักสดใบและน้ำหนักแห้งใบ คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ พื้นที่ใบ พื้นที่ใบจำเพาะ และปริมาณออกซาเลตในใบ พบว่าสายพันธุ์และอายุหลังปลูกมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 120 วันหลังปลูก ให้ความยาวเถาหลัก น้ำหนักใบสด และน้ำหนักแห้งใบ ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด (0.74) แต่ด้านจำนวนกิ่งต่อต้นนั้นพบว่าสายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 120 วันหลังปลูก ให้จำนวนกิ่งต่อต้นสูงสุด (17 กิ่ง) การประเมินปริมาณออกซาเลตในใบมันเทศ พบว่า สายพันธุ์เพอเพิลสวีทโรดที่อายุ 30 วันหลังปลูก มีปริมาณออกซาเลตในใบสูงสุดถึง 165.63 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด รองลงมา สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 30 วันหลังปลูก และสายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 30 วันหลังปลูก ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ม่วงโอกินาวา มีแนวโน้มสามารถปรับตัวในการเจริญเติบโตได้ดี หากต้องการบริโภคใบมันเทศควรหลีกเลี่ยงระยะมันเทศที่อายุ 30 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งมีปริมาณออกซาเลตในใบมันเทศที่สูง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงการบริโภคใบมันเทศที่ส่งผลต่อการเกิดโรคนี้ในทางเดินปัสสาวะ

คำสำคัญ : ใบมันเทศ, ออกซาเลต, การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น, ระยะพัฒนาการ

Abstract

The objective of this research was to evaluate assessment of vegetative growth and leaves oxalate contents in three sweet potato varieties. The experiment used a factorial experiment in a completely randomized design (factorial in CRD). Factor A consisted of three sweet potato varieties : Purple Sweet Road, Purple Okinawa Beni Imo, and Kuri Beni Imo. Factor B included four levels of sweet

potato days of transplanting : 30, 60, 90 and 120 days; a treatment including four replications. Data on main vine length, number of branches, leaf fresh weight, leaf dry weight, chlorophyll fluorescence, leaf area, specific leaf area, and oxalate content were recorded.

The results showed that the cultivars and days after transplanting interacted to affect growth. The Purple Okinawa Beni Imo cultivar at 120 days after transplanting had the highest vine length, fresh leaf weight, and leaf dry weight, as well as the highest chlorophyll fluorescence (0.74). However, in terms of branch number per plant, the Kuri Beni Imo cultivar had the highest number of branches per plant (17 branches) at 120 days after transplanting. Assessment of oxalate content in sweet potato leaves found that the Purple Sweet Road cultivar at 30 days after transplanting had a high oxalate content of 165.63 mg/g FW. This was followed by the Purple Okinawa Beni Imo cultivar and the Kuri Beni Imo cultivar at 30 days after transplanting. This study suggests that the Purple Okinawa Beni Imo and Purple Sweet Road tend to adapt well to growth conditions. If one consumes sweet potato leaves, it is advisable to avoid the sweet potato stage at 30 to 60 days after transplanting to reduce the risk factors associated with developing urinary tract stones.

Keywords : Sweet Potato Leaf, Oxalate, Vegetative Growth, Developing Stage

*Corresponding author. E-mail : phatlada.s@ubu.ac.th

บทนำ

มันเทศ (Convolvulaceae; *Ipomoea batatas* L.) เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก รองจากข้าวสาลี, ข้าว, ข้าวโพด, มันฝรั่ง, ข้าวบาร์เลย์ และมันสำปะหลัง (FAO, 1992) มันเทศเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่สำคัญ มีรสชาติอร่อย ราคาถูก รับประทานง่าย และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ หัวมันเทศเป็นอาหารชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีสารอาหารที่สำคัญหลากหลายชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต แคโรทีนอยด์ โพแทสเซียม เหล็ก แคลเซียม ฟีนอลิก (Antonio *et al.*, 2011) และแอนโทไซยานิน (Montilla *et al.*, 2011) จากคุณสมบัติดังกล่าวและกระแสดังกล่าวความต้องการพืชเพื่อสุขภาพ พืชชนิดนี้จึงมีโอกาเป็นพืชอาหารเพื่อสุขภาพที่ควรส่งเสริมและผลักดันให้ผลิตเพื่อเป็นอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับมนุษย์ในปัจจุบัน นอกจากนี้ส่วนของหัวที่มีประโยชน์ในแง่ของอาหารแล้ว ในใบมันเทศยังถูกนำไปเป็นพืชอาหารสัตว์ (Aregheore *et al.*, 2003) อีกด้วย ปัจจุบันยอดมันเทศเป็นอาหารยอดนิยมของคนฮ่องกงและไต้หวัน และยังมีรายงานว่าในใบมันเทศมีสารต้านอนุมูลอิสระ และยังสามารถลดน้ำตาลในเลือดได้ (Melissa & Ralphenia, 2010) นอกจากนี้ในใบมันเทศยังมีสารต้านโภชนาการ ซึ่งสารกลุ่มนี้ได้แก่ ไฟเตท (phytate) และออกซาเลต (oxalates) ที่อาจเพิ่มความเสี่ยงเกิดนิ่วในไตได้ ซึ่งกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข แนะนำว่าไม่ควรบริโภคอาหารที่มีออกซาเลตเกินวันละ 22 กรัมต่อน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม หรือ 378 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (พัชรินทร์ ชนะพาห์, 2554)

นิ่วไต (Kidney stone or Urinary stone) เป็นภาวะที่ร่างกายสร้างผลึก เช่น ผลึกจากแคลเซียมหรือกรดยูริกมากเกินกว่าที่ร่างกายจะกำจัดได้จนเกิดเป็นก้อนนิ่ว เมื่อก้อนนิ่วมีการเติบโต จะทำให้เกิดการอุดตันตามระบบทางเดินปัสสาวะ และเกิดการอุดตันทางเดินปัสสาวะฉับพลัน ทำให้การไหลของปัสสาวะมีความผิดปกติ การมีนิ่วไตทำให้ไตเสื่อมสภาพลงอาจร้ายแรงจนถึงเกิดภาวะไตวายเรื้อรังและทำให้เสียชีวิตได้ โรคนี้พบได้มีแนวโน้มที่สูงขึ้นทั้งในประเทศไทยและทุกภูมิภาคทั่วโลก โดยในประเทศไทยพบอุบัติการณ์การเกิดได้มากที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังเป็นโรคที่มีอัตราการกลับมาเป็นโรคซ้ำได้สูงภายหลังจากการรักษาด้วยวิธีการมาตรฐาน โรคนี้ไม่มีหลายชนิดหากจำแนกด้วยแร่ธาตุและสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในก้อนนิ่ว แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ นิ่วที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเป็นนิ่วประเภทที่พบมากที่สุด

ประมาณร้อยละ 80 โดยนิวที่พบมากในประเภทนี้ คือ นิวแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate : CaOx) นิวแคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate : CaP) ส่วนอีกประเภท คือ นิวที่ไม่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ นิวกรดยูริก นิวสตรูโวท์ และนิวซีสทีน พบประมาณร้อยละ 15-20 (พิชญุตม์ ฤกษ์นันท์, 2561) ดังนั้นพฤติกรรมการบริโภคอาหารจึงมีส่วนสำคัญกับการเกิดโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะด้วย โดยการบริโภคอาหารที่มีปริมาณออกซาเลตสูงก็เป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้มีอัตราการเกิดนิ่วได้สูงขึ้น หรือความเสี่ยงต่อการเป็นโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน (Holmes & Assimos, 2004; นฤมล ผิวเผื่อน, 2557)

ออกซาเลตในพืชเกิดจากการรวมตัวของแคลเซียมและกรดออกซาลิก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบในกลุ่มพืชที่มีการลำเลียงไปสะสมในบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ลำต้น ใบ ราก ซึ่งหน้าที่ของออกซาเลตยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่มีรายงานจากผลการศึกษาที่แตกต่างไป เช่น เพื่อป้องกันตัวจากสัตว์กินพืช ช่วยรักษาสภาพสมดุลในเนื้อเยื่อ ช่วยควบคุมกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และช่วยกระบวนการขับโลหะหนักที่เป็นสารพิษในเนื้อเยื่อ (วิโรจน์ เกสรบัว และคณะ, 2566; Prychid & Rudall, 1999) ซึ่งปริมาณออกซาเลตที่พบในพืชนั้นจะมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืชพันธุ์ สภาพการปลูก ฤดูกาล อายุ และส่วนของพืชด้วย (นฤมล ผิวเผื่อน, 2557) รายงานของ สมนึก พรหมแดง และคณะ (2560) ศึกษาเรื่องปริมาณออกซาเลตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักโขม 12 สายพันธุ์ พบว่าผักโขมจีนใบแดง : RC (SR08-0079) ผักโขมจีนใบเขียวปนแดงใบเล็ก : SL-BR-GC (AS013-A) และผักโขมจีนใบเขียวปนแดงใบใหญ่ : BL-BR-GC (AS159) มีปริมาณออกซาเลตที่ละลายน้ำค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์อื่น และปริมาณสารฟีนอลิกรวมเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ผักโขมไทยพื้นบ้าน พบว่าปริมาณออกซาเลตที่ละลายน้ำค่อนข้างต่ำ แต่ปริมาณเบต้าแคโรทีนและปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงกว่าสายพันธุ์ใบสีแดงและใบสีเขียวปน ด้านปริมาณฟลาโวนอยด์รวมนั้นกลับพบว่าผักโขมแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าผักโขมไทยพื้นบ้านเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการส่งเสริมเพื่อการบริโภคและการค้า เนื่องจากมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงและออกซาเลตที่ละลายน้ำต่ำ ส่วนผักโขมพันธุ์ที่มีสีแดงปนมีศักยภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี

จากปัญหานี้ผู้วิจัยสนใจการประเมินการเจริญเติบโตทางลำต้นและปริมาณออกซาเลตในใบมันเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกสายพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีและเลือกบริโภคใบมันเทศในระยะพัฒนาการของมันเทศ ซึ่งอาจช่วยลดปัจจัยที่เป็นความเสี่ยงต่อการเกิดโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมพื้นที่และปลูกมันเทศ

เตรียมบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูงบ่อ 40 เซนติเมตร จำนวน 48 บ่อ บรรจุดิน 250 กิโลกรัม ไว้ในบ่อซีเมนต์แต่ละบ่อ โดยดินที่ใช้ปลูกมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) มีค่าปฏิกริยาดินเป็นกลางเท่ากับ 7.1 (1 : 5, ดิน : น้ำ) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.29 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.0 กรัม/กิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.87 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 5.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเตรียมยอดมันเทศสำหรับปลูกคัดเลือกโดยตัดยอดมันเทศยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ยอดมันเทศจากสวนประดิษฐ์ภัทร ตำบลเขมราฐ อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี แخذด้วยสารเร่งรากเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (สบายรุท, บริษัทยูโกรจำกัด) เพื่อเร่งให้มันเทศเกิดรากได้เร็วขึ้น การดูแลรักษารดน้ำอย่างสม่ำเสมอด้วยระบบน้ำหยด ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อมันเทศอายุ 30 วัน หลังปลูก การกำจัดวัชพืชโดยวิธีกลตามความเหมาะสม 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

ศึกษาการเจริญเติบโตของมันเทศ 3 สายพันธุ์

ทดลองปลูกมันเทศ ณ แปลงฝึกงาน สำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยดำเนินการทดลอง ในช่วงระหว่างเดือนกันยายน 2564 – เดือนเมษายน 2565 วางแผนการทดลองแบบ factorial in completely randomized design (factorial in CRD) โดยปัจจัย A คือ สายพันธุ์มันเทศ 3 สายพันธุ์ คือ เพอเพิลสวีทโรด (Purple

Sweet Road) ม่วงโอกินาวา (Purple Okinawa Beni Imo) และขาวผักกาด (Kuri Beni Imo) ปัจจัย B คือ อายุของมันเทศ 4 ระดับ คือ อายุมันเทศ 30, 60, 90 และ 120 วัน ปลุกมันเทศด้วยวิธีปักชำ โดยใช้ยอดมันเทศ 2 ยอดต่อชำ โดยกรรมวิธีละ 4 ชำ ข้อมูลที่นำมาศึกษาประกอบด้วยความยาวเถาหลัก จำนวนกิ่งแขนง น้ำหนักสดใบ น้ำหนักแห้งใบ คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนส์ (chlorophyll fluorescence, Fv/Fm) : ช่วงเวลาการวัดจะวัดในช่วงเวลา 9.00-11.00 น. ในวันที่ท้องฟ้าโปร่งและมีแสงแดด จำนวน 2 ต้นต่อชำ จากใบที่แผ่ขยายเต็มที่ 2 หรือ 3 ที่ตำแหน่งกลางใบ โดยตรวจวัดด้วยเครื่องวัดค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนส์ รุ่น Handy-PEA (Hansatech Instruments, UK) สำหรับการวัดพื้นที่ใบใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Area meter) รุ่น LI-3100C (LI-COR, inc. Lincoln, Nebraska, USA) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบ : โดยชั่งน้ำหนักสดใบ ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง แล้วจึงนำตัวอย่างเข้าอบตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งใบ และพื้นที่ใบจำเพาะ (Specific Leaf Area, SLA) จากสูตร

$$SLA = L/Lw \text{ (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542)}$$

โดย L คือ พื้นที่ใบทั้งหมด (ตารางเซนติเมตร)

Lw คือ น้ำหนักแห้งของใบ (กรัม)

ศึกษาปริมาณออกซาเลตในใบมันเทศ

ซึ่งตัวอย่างใบสดรวมตัวอย่างละ 2.0 กรัม บดให้ละเอียดด้วยด้วยไนโตรเจนเหลวสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (6 M HCl) ใช้ตัวอย่างละ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปให้ความร้อนด้วยเครื่องฮอทเพลท ที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และเมื่อตัวอย่างเย็น นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 และทำการตกตะกอนด้วยสารแคลเซียมคลอไรด์ (5% $CaCl_2$) ใช้ตัวอย่างละ 0.5 มิลลิลิตร แล้วย้ายส่วนใสลงในหลอดเซนต์ปีว และนำไปใส่เครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอนเป็นเวลา 15 นาที ความเร็วที่ 4,080 rpm เมื่อสารตกตะกอน นำส่วนที่ใสทิ้งแล้วล้างตะกอนด้วยแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ (0.35 M NH_4OH) ใช้ตัวอย่างละ 2 มิลลิลิตร นำไปละลายด้วยกรดซัลฟิวริก (0.5 M H_2SO_4) ใช้ตัวอย่างละ 10 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (0.1 M $KMnO_4$) (นฤมล ผิวเผื่อน, 2557)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์และอายุของมันเทศต่อการประเมินการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศ โดยมี ปัจจัย A คือ มันเทศ 3 สายพันธุ์ คือ เพอเพิลสวีทโรด (Purple Sweet Road) ม่วงโอกินาวา (Purple Okinawa Beni Imo) และขาวผักกาด (Kuri Beni Imo) ปัจจัย B คือ อายุของมันเทศหลังปลูก 4 ระดับ คือ อายุมันเทศ 30, 60, 90 และ 120 วัน พบว่า สายพันธุ์และอายุมันเทศหลังปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันต่อความยาวเถาหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 120 วันหลังปลูก มีความยาวเถาหลักสูงสุด คือ 228.50 เซนติเมตร รองลงมา คือ สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 90 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 120 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิลสวีทโรดที่อายุ 120 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิลที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิลที่อายุ 90 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 30 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิลสวีทโรดที่อายุ 30 วันหลังปลูก และสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 30 วันหลังปลูก (206.00, 196.25, 121.75,

110.75, 110.75, 92.75, 89.75, 86.25, 69.25, 67.00 และ 48.50 เซนติเมตร) ตามลำดับ สายพันธุ์และอายุมันเทศหลังปลูก มีปฏิสัมพันธ์กันต่อจำนวนกิ่งต่อน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยสายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 120 วันหลังปลูก มีจำนวนกิ่งต่อน้อยที่สุด คือ 17.00 กิ่ง รองลงมา คือ สายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 120 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 90 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 90 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 120 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 30 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 30 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 90 วันหลังปลูก และสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 30 วันหลังปลูก (14.00, 11.00, 9.00, 7.75, 7.50, 7.25, 6.25, 5.50, 4.75, 4.50 และ 1.25 กิ่ง) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลของสายพันธุ์มันเทศและการเจริญเติบโตต่อความยาวเถาหลัก จำนวนกิ่งต่อน้ำหนักสดใบและน้ำหนักแห้งใบ

สายพันธุ์และอายุวันหลังปลูก	ความยาวเถาหลัก (เซนติเมตร) ^{1/}	จำนวนกิ่งต่อน้ำหนัก (กิ่ง) ^{1/}	น้ำหนักสดใบ (กรัม) ^{1/}	น้ำหนักแห้งใบ (กรัม) ^{1/}
สายพันธุ์				
เพอเพิ้ลสวีทโรด	98.06 ^b	9.70 ^a	0.46	0.10
ม่วงโอกินาวา	143.19 ^a	5.18 ^b	0.58	0.13
ขาวผักกาด	115.63 ^{ab}	9.75 ^a	0.45	0.07
F-test	*	*	ns	ns
อายุวันหลังปลูก				
30 วันหลังปลูก	61.58 ^c	4.50 ^c	0.10 ^b	0.05 ^c
60 วันหลังปลูก	95.58 ^c	6.34 ^{bc}	0.30 ^b	0.08 ^{bc}
90 วันหลังปลูก	136.50 ^b	8.16 ^b	0.73 ^a	0.12 ^{ab}
120 วันหลังปลูก	182.17 ^a	12.91 ^a	0.88 ^a	0.19 ^a
F-test	*	*	*	*
ปฏิสัมพันธ์สายพันธุ์และอายุวันหลังปลูก				
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 30 วันหลังปลูก	67.00 ^{bc}	4.75 ^{de}	0.13 ^d	0.02 ^c
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 60 วันหลังปลูก	110.75 ^{bc}	6.25 ^{cde}	0.32 ^{cd}	0.14 ^{abc}
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 90 วันหลังปลูก	92.75 ^{bc}	11.00 ^{abc}	0.86 ^{ab}	0.13 ^{abc}
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 120 วันหลังปลูก	121.75 ^b	14.00 ^{ab}	0.51 ^{bcd}	0.13 ^{abc}
ม่วงโอกินาวาอายุ 30 วันหลังปลูก	48.50 ^c	1.25 ^e	0.04 ^d	0.006 ^c
ม่วงโอกินาวาอายุ 60 วันหลังปลูก	89.75 ^{bc}	7.25 ^{cde}	0.28 ^d	0.04 ^{bc}
ม่วงโอกินาวาอายุ 90 วันหลังปลูก	206.00 ^a	4.50 ^{de}	0.82 ^{abc}	0.14 ^{abc}
ม่วงโอกินาวาอายุ 120 วันหลังปลูก	228.50 ^a	7.75 ^{cd}	1.18 ^a	0.21 ^a
ขาวผักกาดอายุ 30 วันหลังปลูก	69.25 ^{bc}	7.50 ^{cd}	0.12 ^d	0.02 ^c
ขาวผักกาดอายุ 60 วันหลังปลูก	86.25 ^{bc}	5.50 ^{cde}	0.29 ^d	0.04 ^{bc}
ขาวผักกาดอายุ 90 วันหลังปลูก	110.75 ^{bc}	9.00 ^{bcd}	0.52 ^{bcd}	0.08 ^{abc}
ขาวผักกาดอายุ 120 วันหลังปลูก	196.25 ^a	17.00 ^a	0.91 ^{ab}	0.17 ^b
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	1.25	3.65	2.63	14.34

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ที่อายุ 90 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 90 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์ขาวผักกาดที่อายุ 120 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 60 วันหลังปลูก, สายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 90 วันหลังปลูก และสายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทโรดที่อายุ 120 วันหลังปลูก (134.38, 128.13, 87.50, 87.50, 87.50, 84.38, 62.50, 57.81, 56.25 และ 37.50 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด)

ตารางที่ 2 แสดงคลอโรฟิลล์ลูออเรสเซนซ์ พื้นที่ใบ และ พื้นที่ใบจำเพาะ ของสายพันธุ์มันเทศที่แตกต่างกัน

สายพันธุ์และอายุวันหลังปลูก	FV/FM ^{1/}	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) ^{1/}	พื้นที่ใบจำเพาะ (ตารางเซนติเมตร/กรัม) ^{1/}
สายพันธุ์			
เพอเพิ้ลสวีทโรด	0.65 ^a	60.75 ^a	40.88
ม่วงโอกินาวา	0.70 ^a	45.73 ^b	43.58
ขาวผักกาด	0.50 ^b	34.18 ^c	34.17
F-test	*	*	ns
อายุวันหลังปลูก			
30 วันหลังปลูก	0.62 ^{ab}	38.02 ^b	32.82
60 วันหลังปลูก	0.69 ^a	51.14 ^{ab}	41.45
90 วันหลังปลูก	0.50 ^b	43.75 ^{ab}	37.67
120 วันหลังปลูก	0.64 ^a	54.45 ^a	46.25
F-test	*	*	ns
ปฏิสัมพันธ์สายพันธุ์และอายุวันหลังปลูก			
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 30 วันหลังปลูก	0.67 ^{abc}	57.74 ^{abc}	39.97 ^{ab}
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 60 วันหลังปลูก	0.72 ^{ab}	71.14 ^a	44.92 ^{ab}
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 90 วันหลังปลูก	0.53 ^{bc}	42.23 ^{bcd}	30.04 ^{ab}
เพอเพิ้ลสวีทโรดอายุ 120 วันหลังปลูก	0.67 ^{abc}	71.77 ^a	48.62 ^{ab}
ม่วงโอกินาวาอายุ 30 วันหลังปลูก	0.65 ^{abc}	18.22 ^e	19.84 ^b
ม่วงโอกินาวาอายุ 60 วันหลังปลูก	0.71 ^{abc}	43.93 ^{bcd}	41.09 ^{ab}
ม่วงโอกินาวาอายุ 90 วันหลังปลูก	0.70 ^{abc}	63.11 ^{ab}	57.20 ^a
ม่วงโอกินาวาอายุ 120 วันหลังปลูก	0.74 ^a	57.65 ^{abc}	56.22 ^a
ขาวผักกาดอายุ 30 วันหลังปลูก	0.54 ^{abc}	38.65 ^{cde}	38.65 ^{ab}
ขาวผักกาดอายุ 60 วันหลังปลูก	0.63 ^{abc}	38.35 ^{cde}	38.35 ^{ab}
ขาวผักกาดอายุ 90 วันหลังปลูก	0.29 ^d	25.79 ^{de}	25.76 ^{ab}
ขาวผักกาดอายุ 120 วันหลังปลูก	0.52 ^c	33.93 ^{de}	33.93 ^{ab}
F-test	*	*	*
C.V. (%)	3.04	3.57	3.67

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P < 0.05) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศสายพันธุ์ที่ต่างกัน

สายพันธุ์และอายุวันหลังปลูก	ปริมาณออกซาเลต (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด) ^{1/}
สายพันธุ์	
เพอเพ็ลสวิตโรด	79.28 ^b
ม่วงโกลีนาวา	97.66 ^a
ขาวผักกาด	91.41 ^a
F-test	*
อายุวันหลังปลูก	
30 วันหลังปลูก	112.50 ^a
60 วันหลังปลูก	106.25 ^{ab}
90 วันหลังปลูก	76.56 ^{bc}
120 วันหลังปลูก	62.50 ^c
F-test	*
ปฏิสัมพันธ์สายพันธุ์และอายุวันหลังปลูก	
เพอเพ็ลสวิตโรดอายุ 30 วันหลังปลูก	165.63 ^a
เพอเพ็ลสวิตโรดอายุ 60 วันหลังปลูก	57.81 ^c
เพอเพ็ลสวิตโรดอายุ 90 วันหลังปลูก	56.25 ^c
เพอเพ็ลสวิตโรดอายุ 120 วันหลังปลูก	37.50 ^c
ม่วงโกลีนาวาอายุ 30 วันหลังปลูก	134.38 ^{ab}
ม่วงโกลีนาวาอายุ 60 วันหลังปลูก	84.38 ^{bc}
ม่วงโกลีนาวาอายุ 90 วันหลังปลูก	87.50 ^{bc}
ม่วงโกลีนาวาอายุ 120 วันหลังปลูก	84.38 ^{bc}
ขาวผักกาดอายุ 30 วันหลังปลูก	128.13 ^{ab}
ขาวผักกาดอายุ 60 วันหลังปลูก	87.50 ^{bc}
ขาวผักกาดอายุ 90 วันหลังปลูก	87.50 ^{bc}
ขาวผักกาดอายุ 120 วันหลังปลูก	62.50 ^c
F-test	*
C.V. (%)	4.64

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

วิจารณ์ผล

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า การเจริญเติบโตทางลำต้นและปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศมีอิทธิพลกับอายุของมันเทศทั้ง 3 สายพันธุ์ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์จะถูกประเมินในลักษณะค่าความเขียวของใบและลักษณะพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) เมื่อผลของพื้นที่ใบจำเพาะแสดงมีค่าน้อยหมายถึงพืชนั้นใบหนาและมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง (Arunyanark *et al.*, 2008) ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์นั้นมีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและส่งผลต่อผลผลิตชีวมวลของพืช (Robert, 2010) งานวิจัยส่วนใหญ่จึงเลือกใช้การประเมินลักษณะดัชนีพื้นที่ใบและพื้นที่ใบจำเพาะ เพื่อเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้

เป็นดัชนีในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีผลผลิตชีวมวลสูง (Nyi *et al.*, 2012) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ลักษณะคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm) และพื้นที่ใบจำเพาะ เพื่อพิจารณาถึงแต่ละสายพันธุ์เกิดการรบกวนจากกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยพบว่ามันเทศสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาเมื่ออายุต่างกัน ส่งผลให้คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ที่ 0.74 - 0.65 และพื้นที่ใบจำเพาะเมื่อมันเทศอายุ 30 วันหลังปลูก ส่งผลให้ความหนาแน่นของใบสด คือ 19.86 ตารางเซนติเมตร/กรัม แต่เมื่อมันเทศมีอายุเพิ่มขึ้นส่งผลให้พื้นที่ใบจำเพาะสูงถึง 56.22 ตารางเซนติเมตร/กรัม ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าสายพันธุ์ม่วงโอกินาวามีแนวโน้มที่จะสามารถปรับตัวในการเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับ ฌนาภัก ใจเพชร และคณะ (2557) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสับดากับเข็มปัตตาเวีย พบว่าเมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์และพื้นที่ใบจำเพาะ (159.4 ตารางเซนติเมตร/กรัม) เพิ่มขึ้นส่งผลต่อผลผลิตน้ำหนักรวมสูงสุด (11.90 กิโลกรัม/ต่อต้น หรือ 12.6 ต้น/ไร่)

ละอองศรี ศิริเกษร และคณะ (2561) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศ 6 พันธุ์ พบว่าความยาวเถาของมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง และมันเทศเวียดนามสีม่วง มีความยาวเถา (211.3 เซนติเมตร) ผลผลิตสูงสุดที่ 2,734 และ 2,673.6 กิโลกรัม/ไร่ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวมมันเทศอยู่ขนาดที่ 100-199 กรัม ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความยาวเถาของมันเทศสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาสูงที่สุดที่ 143.19 เซนติเมตร อาจมีการเจริญเติบโตของเถายาวขึ้นส่งผลไปยังการถ่ายเทสารอาหารไปยังผลผลิตหัวจะมีแนวโน้มในด้านผลผลิตลดลง ดังนั้นการประเมินการเจริญเติบโตส่วนทางลำต้น (หรือส่วนเหนือดิน) ควรคำนึงไม่ให้มีการเจริญสูงเกินไป จนแย่งอาหารกับส่วนใต้ดิน

จากรายงานวิจัยพืชสมุนไพรที่มีการสะสมของฟลักแคลเซียมออกซาเลตมักมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระหรือช่วยผสานกระดูกที่หักและรักษาโรคกระดูกได้ หากสัตว์หรือมนุษย์ได้รับแคลเซียมออกซาเลตจากการบริโภคมากเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของตะกอนบริเวณรอบท่อไตที่เป็นสาเหตุของโรคนี้ได้ และฟลักที่แหลมคมจะทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อในร่างกายและเกิดการอักเสบ (Anitha & Sandhiya, 2014; Odufuwa *et al.*, 2014; วิโรจน์ เกษรบัว และคณะ, 2566)

วิโรจน์ เกษรบัว และคณะ (2566) รายงานการกระจายตัวฟลักของแคลเซียมออกซาเลตนั้นอยู่ในเนื้อเยื่อทุกส่วนของพืช และพบจำนวน 3 แบบ ได้แก่ ผลีกรูปดาว ผลีกรูปรีซึม และผลีกรูปเข็มมีขนาดแตกต่างกันไป และสามารถพบได้ทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ และนอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้จัดจำแนกในกลุ่มพืชระดับอนุกรมวิธานได้หลายวงศ์ เช่น วงศ์ทานตะวัน (Moraceae) วงศ์ผักปลาบ (Commelinaceae) ซึ่งในการศึกษานี้ได้รายงานปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศจึงมีความเป็นไปได้ว่ามีการกระจายตัวของฟลักแคลเซียมออกซาเลตเช่นเดียวกัน ซึ่งการกระจายตัวของฟลักแคลเซียมโดยส่วนใหญ่พบที่ชั้นมีโซฟิลล์และบริเวณเนื้อเยื่อลำเลียง บริเวณดังกล่าวส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Franceschi & Nakata, 2005; วิโรจน์ เกษรบัว และคณะ, 2566) จากการศึกษาปริมาณออกซาเลตที่สะสมในใบมันเทศเมื่อระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง 60-170 mg/gFW ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมนึก พรหมแดง และคณะ (2560) ในผักโขม 12 สายพันธุ์มีปริมาณออกซาเลตทั้งหมดอยู่ในช่วง 60-1200 mg/100 gFW

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและลักษณะทางเคมีในระยะพัฒนาการของพืช สามารถเป็นข้อบ่งชี้การเจริญเติบโตของพืชและการสะสมสารทุติยภูมิของพืช จากรายงานของ ภานุวัฒน์ สีสัน และคณะ (2560) ประเมินปริมาณสารฟลักเคมีบางประการ และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในใบมะนาวโห่สดทั้ง 3 ระยะ คือ ใบอ่อน ใบเพสลาด และใบแก่ พบว่าเมื่อใบมะนาวโห่มีระยะพัฒนาการเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารฟลักเคมีเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งในระยะใบแก่มีปริมาณ Phenolic, Flavonoids, ความเป็นกรด วิตามินซี น้ำตาลทั้งหมดมากที่สุด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแบบ FRAP มากที่สุด ระยะใบอ่อนให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH มากที่สุด และระยะใบเพสลาดให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแบบ ABTS มากที่สุด แต่ระยะการพัฒนาการของพืชตระกูลหัว พบว่าที่ระยะพัฒนาการใบ (leaf development) 30 - 60 วันหลังปลูก ส่งผลต่อปริมาณออกซาเลตเริ่มลดลงเมื่อพืชเริ่มเข้าสู่ระยะพัฒนาการด้านหัว (tuberization - tubers filling) 60 วันหลังปลูก เป็นต้นไป การพัฒนาการเริ่มเปลี่ยนไปจาก stolon มาเป็น tuber เซลล์จะเริ่มขยายขึ้น เพื่อรองรับแบ่งและโปรตีน หลังจากนั้นหัวมันจะเริ่มสะสมคาร์โบไฮเดรต โดยระยะนี้สังเกตได้ที่ใบเริ่มเหลืองและสลด เนื่องจากการสังเคราะห์น้อยลง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับ Cha-um *et al.* (2019) ศึกษาปริมาณ

ออกซาเลตในใบหูก้างในระยะพัฒนาทั้ง 3 ระยะ คือ ใบอ่อน ใบที่เจริญเต็มที่ และใบแก่ พบว่าปริมาณออกซาเลตมากที่สุดที่ระยะใบอ่อนคือ 2.01 mg/gFW ใบที่เจริญเต็มที่ 1.55 mg/gFW และใบแก่ 1.52 mg/gFW การลบล้างออกซาเลตสามารถกระจายตัวได้ทั่วเนื้อเยื่อพืช อาจมีแนวโน้มได้ว่าเมื่ออายุใบมันเทศที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การลบล้างออกซาเลตไปยังบริเวณสะสมอาหารหรือหัวสะสมอาหาร อย่างไรก็ตามปริมาณออกซาเลตที่พบในใบมันเทศนั้นมีปริมาณค่อนข้างสูง เห็นได้ว่ามันเทศสายพันธุ์ม่วงโอกินาและเพอเพิลสวีทโรดสามารถเจริญเติบโตได้ดี และพบว่ามันเทศที่อายุ 30 วันหลังปลูก มีปริมาณออกซาเลตในใบสูงสุด ซึ่งเป็นระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและเมื่อใกล้ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวของมันเทศที่ 90 วันหลังปลูก มีปริมาณออกซาเลตในใบเริ่มมีปริมาณที่ต่ำลง บ่งชี้ได้ว่าหากเลือกรับประทานใบมันเทศควรเลือกที่ระยะมันเทศที่มากกว่า 60 วันหลังปลูก รายงานของ Wanyo *et al.* (2018) รายงานว่าการรับประทานอาหารที่มีปริมาณออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำสูงไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่อาจมีผลก่อให้เกิดการระคายเคือง เมื่อรับประทาน คำแนะนำในการบริโภคอาหารที่มีออกซาเลตคือ ไม่ควรรับประทานเกินวันละ 22 กรัม/น้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม หรือ 378 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (พัชรินทร์ ชนะพาร์, 2554) ดังนั้นจึงไม่ควรบริโภคโดยรับประทานสด แต่ควรนำมาผ่านกรรมวิธีการปรุงอาหารให้สุก เช่น การต้มในน้ำเดือด การนำผักชนิดนั้น ๆ ไปประกอบอาหารร่วมกับนมสดหรือผลิตภัณฑ์นมซึ่งจะช่วยลดปริมาณของออกซาเลตที่ร่างกายจะได้รับลงได้ (นฤมล ผิวเผื่อน, 2557)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การประเมินการเจริญเติบโตทางลำต้นและปริมาณออกซาเลตในใบของมันเทศพบว่า มันเทศสายพันธุ์ม่วงโอกินาสามารถเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดี แต่ในด้านจำนวนกิ่งต่อต้นนั้นน้อยกว่าสายพันธุ์ขาวผักกาด ด้านปริมาณออกซาเลตในใบมันเทศพบว่าทุกสายพันธุ์ที่อายุ 30 วันหลังปลูก มีปริมาณออกซาเลตที่สูง โดยสายพันธุ์เพอเพิลสวีทโรด (165.63 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด) สายพันธุ์ม่วงโอกินา (134.38 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด) และสายพันธุ์ขาวผักกาด (128.13 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะวิจัยขอขอบคุณแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุนสำหรับการดำเนินการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2564 (งบรายได้) ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้ออำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล แซมเพชร. (2542). *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่*. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณภาพ ใจเพชร ธัญญรัตน์ มังกร วิตรี พรหมศรี และอนุรักษ อรัญญา. (2557). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย. ใน *การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11* (หน้า 1685-1693).
- นฤมล ผิวเผื่อน. (2557). ผลึกแคลเซียมออกซาเลต และปริมาณออกซาเลตในพืชผักบางชนิดในจังหวัดหนองคาย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 42(4) : 820-829.
- พัชรินทร์ ชนะพาร์. (2554). ปัจจัยเสี่ยงของโรคนี้ในไต ประเด็นของสารแคลเซียมและออกซาเลต. *สงขลานครินทร์เวชสาร*. 29(6): 299-308.
- พิชญุตม์ ฤกษ์นันท์. (2561). การพัฒนาระบบตรวจวัดแคลเซียมออกซาเลตในปัสสาวะเพื่อการคัดกรองโรคนี้ในไต. *วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.

- ภาณุวัฒน์ สีพันธ์, สกลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และ ชฎาพร เสนาคูณ. 2560. ระยะพัฒนาการต่อปริมาณสารฟลักซ์เคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในใบมะนาวโท. *แก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ)*, 45(1) : 336-341.
- ละอองศรี ศิริเกษร สุชาติดา บุญเลิศนรินทร์ และวชิรญา เหลียวตระกูล. 2561. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศ 6 พันธุ์. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 10(3) : 411-423
- วิโรจน์ เกษรบัว ดารัลพร ตะหนูชน และ อนิษฐาน ศรีนวล. (2566). รูปแบบและการกระจายของผลึกแคลเซียมออกซาเลตในใบพืชสมุนไพรบางชนิดในจังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 25(2) : 38-48.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร. (2554). *วิจัยและพัฒนาการผลิตมันเทศ*. 19 เมษายน 2564, เข้าถึงได้จาก : <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2153>.
- สมนึก พรหมแดง ลักขณา เบ็ญจวรรณ อภัยวรรณ ดั่งเงิน และ ศิริพรรณ สุขขัง. (2560). ปริมาณออกซาเลตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักโขม 12 สายพันธุ์. *วารสารแก่นเกษตร*, 48(1) : 1065-1072.
- Anitha, R. and Sandhiya, T. (2014). Occurrence of calcium oxalate crystals in the leaves of medicinal plants. *International Journal of Pharmacognosy*, 1(6) : 389-393.
- Antonio, G.C., Talkeiti, C.Y., Oliveira R.A., and Park, K.J. (2011). Sweet potato: production, morphological and physicochemical characteristics, and technological process. *Fruit, Vegetable and Cereal. Science and Biotechnology*, 5 Special issue (2) : 1-18.
- Aregheore, E.M. (2003). Nutritive value of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) forage as goat feed : voluntary intake, growth, and digestibility of mixed rations of sweet potato and batiki grass (*Ischaemum aristatum* var. indicum). *Small Ruminant Research*, 51(3) : 235-241.
- Arunyanark, A., Jogloy, S., Akkasaeng, C., Vorasoot, N., Kesmala, T., Nageswara Rao, R. C., Wright, G. C., and Patanothai, A. (2008). Chlorophyll stability is an indicator of drought tolerance in peanut. *J. Agron. Crop. Sci.*, 194 : 113-125.
- Cha-um, K., Sangjun, S., Prawetchayodom, K., Theerawitaya, C., Tisarum, R., Klomklaeng S., and Cha-um, S. (2019). Physiological, organic and inorganic biochemical changes in the leaves of elephant ear (*Colocasia esculenta* Schott var. aquatilis). *The Horticulture Journal*, 88 (4) : 499-506. 2019.
- FAO. (1992). The world sweet potato economy. *Basic Foodstuffs Service Commodities And Trade Division*. Italy : Rome.
- Franceschi, V.R. and Nakata, P.A. (2005). Calcium oxalate in plants : formation and function. *Annual Review of Plant Biology*, 56 : 41-71.
- Holmes, R. P. and Assimios, D. G. (2004). The impact of dietary oxalate on kidney stone formation. *Urology Research*, 32 : 311-316.
- Montilla, E.C., Hillebrand, S. and Winterhalter, P. (2011). Anthocyanins in purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) varieties. *Fruit, vegetable and cereal. Science and Biotechnology*, 5 Special issue (2) : 9-24.
- Melissa, J. and Ralphenia, D.P. (2010). Sweet potato leaves : properties and synergistic interactions that promote health and prevent disease. *Nutrition Reviews*, 68(10) : 604-615.

- Nyi, N., Sridokchan, W., Chai-arree, W., and Srinives, P. (2012). Nondestructive measurement of photosynthetic pigments and nitrogen status in *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) by chlorophyll meter. *Philippine Agr. Scientist*, 95(2) : 83-89.
- Odufuwa, T.K., Atunnise A.K., Oluganni, O.D., and Salau A.B. (2014). Juicing alters oxalates contents in commonly consumed leafy vegetables in Southwest Nigeria. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(3) : 183-186.
- Prychid, C.J. and Rudall, P.J. (1999). Calcium oxalate crystals in monocotyledons: a review of their Structure and systematics. *Annals of Botany*, 84 : 725–739.
- Robert, E. B. (2010). Early evolution of photosynthesis. Future Perspect. *Plant Biol*, 154 : 434-438.
- Wanyo, P., Huaisan, K., Boothaisong, S., Nitisuk, P., Wongpreedee, P., and Chamsai, T. (2018). Effect of hot air drying and vacuum drying on oxalate contents of *Limnophila aromatica* and *Limnophila geoffrayi*. *FABJ*, 6(2) : 65-75.