Science, Technology and Social Sciences Procedia 2022; 2022(4): rspg073
https://wjst.wu.ac.th/index.php/stssp

การขยายพันธุ์และผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของมันเลือด[†]

Propagation and Effect of Harvest Period to Total Phenolic Compound and Antioxidant Activity of Man Lueat

ศศิธร อินทร์นอก[*] และ จิรายุส วรรัตน์โภคา

สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[*]**อีเมล: nuchza@yahoo.com**

บทคัดย่อ

มันเลือด (*Dioscorea alata* L.) อยู่ในวงศ์ Dioscoreaceae เป็นมันพื้นบ้านที่สามารถพบได้ในทุกภาคของประเทศไทย ปลูกง่าย มีหัวใต้ดินไว้บริโภคและขยายพันธุ์ แต่ส่วนใหญ่ผู้คนมักขุดหัวใต้ดินมาบริโภคโดยไม่ปลูกทดแทนทำให้มันเลือดอาจมีโอกาสสูญพันธุ์ได้ มันเลือดมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งมักพบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขยายพันธุ์มันเลือด และศึกษาการเจริญเติบโตเป็นเวลา 20 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ในระดับกระถางและแปลงทดลอง ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยมูลวัว 3) ใส่ปุ๋ยเคมี และ 4) ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี จากผลการศึกษาพบว่า ในระดับกระถาง การใส่ปุ๋ยเคมีมีผลให้จำนวนต้นเพิ่มขึ้น โดยชุดการทดลองที่มีปุ๋ยเคมีเป็นส่วนประกอบจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของมันเลือดทั้งด้านความสูงและจำนวนใบมากกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว และการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในระดับแปลงทดลอง ชุดการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของมันเลือดมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ แต่การเจริญเติบโตของมันเลือดน้อยกว่าระดับกระถาง เนื่องจากการเจริญเติบโตจะขึ้นอยู่กับธาตุอาหารและความสมบูรณ์ของดินในแปลงทดลองร่วมด้วย เมื่อนำส่วนหัวใต้ดินมาชั่งน้ำหนัก พบว่า ได้ปริมาณผลผลิตสอดคล้องกันทั้ง 2 ระดับการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะให้น้ำหนักของส่วนหัวใต้ดินมากที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว และชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยตามลำดับ นอกจากนี้ยังศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของมันเลือดอายุ 6 เดือน และ 12 เดือน ด้วยวิธี 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical decolorization assay และ Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay พบว่า มันเลือดอายุ 12 เดือน มีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP สูงกว่ามันเลือดที่มีอายุ 6 เดือน

คำสำคัญ: มันเลือด, อายุการเก็บเกี่ยว, สารประกอบฟินอลิกทั้งหมด, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

Man Lueat (*Dioscorea alata* L.) is local yam in the family Dioscoreaceae, which are found in every part of Thailand. This yam is easy to grow and tuber uses to consume and propagate. Normally, most people dig the tuber for food without replanting. Thus, yam may have a chance to extinction. Man Lueat contains nutrients which complete nutritional value. Moreover, there are antioxidants which always found in natural products. This research aimed to study on the propagation and the growth of Man Lueat within 20 weeks. There were 4 treatments of pot and experimental plot such as 1) no fertilizer 2) cow manure fertilizer 3) chemical fertilizer and 4) cow manure combined with chemical fertilizers. The results showed that adding chemical fertilization affected the increasing of the number of Man Lueat in pot. Chemical fertilizer treatment enhanced the growth of Man Lueat in both of height and number of leaves more than cow manure fertilizer and no fertilizer with statistically significant differences ($p < 0.05$). For experimental plot, cow manure combined with chemical fertilizers trended to promote the growth of Man Lueat more than the other treatments but less than pot. It might because the growth depended on nutrients along with soil integrity in plot. The tubers were weighed and found

[†]การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงาน ชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 10 (ระหว่างวันที่ 20 - 22 กันยายน 2565 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์)

that the yield was consistent for both experiments. Chemical fertilizer treatment showed the highest yield followed by cow manure combined with chemical fertilizers, cow manure fertilizer and no fertilizer, respectively. Furthermore, the effect of harvest period (6 and 12 months of age) to total phenolic compound and antioxidant activity with 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical decolorization assay and Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay were determined. The results indicated that total phenolic compound and antioxidant activity with DPPH, ABTS and FRAP methods of 12 months of age showed higher than 6 months of age.

Keywords: Man Lueat (*Dioscorea alata* L.), Harvest period, Total phenolic compound, Antioxidant activity

บทนำ

มันเลือด (*Dioscorea alata* L.) อยู่ในวงศ์ Dioscoreaceae เป็นมันพื้นบ้าน มีชื่อเรียกต่างกันแต่ละท้องถิ่นตามลักษณะรูปทรงของหัวใต้ดินและลักษณะสีของมันเลือด เช่น เชียงใหม่ เรียกว่า มันหวาย (man wai) มันแข้งช้าง (man khaeng chang) พิษณุโลก เรียกว่า มันเลือด (man lueat) นครราชสีมา เรียกว่า มันดำ (man dam) มันเหลี่ยม (man liam) กรุงเทพฯ สระบุรี เรียกว่า มันเสา (man sao) และนครศรีธรรมราช เรียกว่า มันทู่ (man thu) เป็นต้น มีประโยชน์ในการใช้เป็นอาหารทดแทนข้าว และมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน ได้แก่ แป้ง น้ำตาล โปรตีน และธาตุอาหาร เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม กรดโฟลิก และสารสี เช่น สารแคโรทีนอยด์ และสารแอนโทไซยานิน (การปลูกมันพื้นบ้าน มันป่าเชิงพาณิชย์, 2552) นอกจากนี้มันเลือดบางชนิดยังเป็นแหล่งของวิตามินซี (Chen et al., 2003) เป็นแหล่งของฮอร์โมน diosgenin และ corticosteroids (Satour et al., 2007) และบางสายพันธุ์มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง สามารถนำมาทำอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ (Oko & Famurewa, 2015) แต่อย่างไรก็ตามสารสำคัญทางโภชนาการของมันเลือดที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกันจะทำให้การสร้าง และสะสมองค์ประกอบทางเคมีในส่วนหัวใต้ดินไม่เหมือนกัน (สมนึก พรมแดง และคณะ, 2561) มันเลือดปลูกง่าย มีหัวใต้ดินไว้บริโภคและขยายพันธุ์ แต่ส่วนใหญ่จะขุดหัวใต้ดินจากธรรมชาติมาบริโภคโดยไม่ได้ปลูกทดแทน ทำให้เริ่มหายาก และบางพื้นที่สูญพันธุ์ (รงรอง หอมหวล และคณะ, 2560) จึงได้มีการศึกษาการขยายพันธุ์โดยใช้วิธีปักชำและวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าการนำเถามันเลือดมาตัดเป็นท่อนและจุ่มในสารเร่งราก IBA 2,000 mg/l จะสามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของต้นพันธุ์ได้ มันเลือดมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญที่แสดงสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ แอนโทไซยานิน สารให้สีตามธรรมชาติกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ละลายน้ำได้ โดยมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี และอี ถึง 2 เท่า (สมนึก พรมแดง และคณะ, 2561) จึงอาจกล่าวได้ว่ามันเลือดเป็นพืชที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่ในการจับกับตัวรับ และสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลอื่นๆ ได้ โดยออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังตัวออกซิไดซ์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถให้ผลปฏิกิริยาเป็น สารอนุมูลอิสระ (free radical) เมื่อกระบวนการนี้เกิดขึ้นภายในร่างกายมนุษย์ สารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่และทำลายเซลล์ของร่างกาย ถ้ามีมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์โดยสามารถทำลายดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์ และส่วนอื่นๆ ของเซลล์ ในระยะสั้นอนุมูลอิสระจะมีผลต่อการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื่อ แต่ในระยะยาวจะมีผลต่อการเสื่อมตามอายุหรือการแก่ของเซลล์ (สุชาดา มานอก และ ปวีณา ลิ้มเจริญ, 2558) สารต้านอนุมูลอิสระช่วยปกป้องเซลล์ที่ถูกทำลายหรือได้รับความเสียหายจากโมเลกุลของอนุมูลอิสระ (Polterait, 1997) โดยพืชส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปของสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Daduang et al., 2011) ซึ่งระยะเวลาการเก็บเกี่ยวจะมีผลต่อประสิทธิภาพของฤทธิ์ทางชีวภาพ (ลลิตา คชารัตน์ และคณะ, 2560) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อขยายพันธุ์มันเลือดโดยใช้ส่วนหัวใต้ดินโดยการใช้วิธีที่เหมาะสมสามารถปฏิบัติได้โดยง่าย และศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารสำคัญทางโภชนาการที่เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีดำเนินการวิจัย

1) การขยายพันธุ์มันเลือดโดยใช้ส่วนหัวใต้ดิน

1.1) มันเลือดที่ใช้ในการขยายพันธุ์ได้จากเกษตรกรในตำบลพุดซา อ.เมือง จ.นครราชสีมา

1.2) ทำการขยายพันธุ์มันเลือดในระดับกระถาง และระดับแปลงทดลอง ซึ่งทั้ง 2 ระดับการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังแสดงในตารางที่ 1 ทั้งนี้การขยายพันธุ์ในระดับกระถาง ใช้กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว โดยมีวัสดุปลูกเป็น ขี้เถ้าแกลบ:ดินร่วน:ทรายหยาบ (1:1:1) หรือดินปลูกที่ขายตามท้องตลาด ส่วนการขยายพันธุ์ในระดับแปลงทดลอง ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 75 cm และระยะห่างระหว่างแถว 1 m ขนาดหลุมมีขนาดกว้างxยาวxลึก (25x25x25 cm) รดน้ำ เช้าและเย็น โดยใช้น้ำปริมาณ 2,000 ml/ต้น/ครั้ง

ตารางที่ 1 ชุดการทดลองขยายพันธุ์มันเลือด

ชุดการทดลอง	ปุ๋ยมูลวัว (g/ต้น)	ปุ๋ยเคมี* (g/ต้น)
1	0	0
2	10	0
3	0	5
4	5	2.5

หมายเหตุ: *ใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 เมื่อมันเลือดอายุประมาณ 1 เดือนครึ่ง โดยใช้สูตร 15-15-15 ครั้งที่ 2 เมื่อมันเลือดอายุประมาณ 3 เดือน โดยใช้ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และครั้งที่ 3 เมื่อมันเลือดอายุประมาณ 4 เดือนครึ่ง โดยใช้ปุ๋ยสูตร 0-0-60
ที่มา: ดัดแปลงจากบ้านพอเพียง (ม.ป.ป.)

1.3) บันทึกการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเลือด ได้แก่ จำนวนต้น ความสูงของต้น จำนวนใบ และน้ำหนักหัวใต้ดิน เป็นเวลา 20 สัปดาห์ โดยจำนวนต้น ความสูงของต้น จำนวนใบ บันทึกการเจริญเติบโตทุก 1 สัปดาห์ ส่วนน้ำหนักหัวใต้ดิน บันทึกการเจริญเติบโตเมื่อครบเวลา 20 สัปดาห์

2) ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณสารสำคัญของมันเลือด

2.1) นำมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือนมาทำให้เป็นผง โดยนำมันเลือดมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก หั่นให้มีแผ่นหนาประมาณ 0.5 cm นำไปแช่น้ำเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยตู้อบลมร้อน ทิ้งให้เย็น นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด จากนั้นนำไปบรรจุในถุงพลาสติก (polyethylene) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปสกัดต่อไป

2.2) นำผงมันเลือดจากข้อ 2.1 มาสกัดสารต้านอนุมูลอิสระโดยดัดแปลงจากวิธีการของ (Zlotek et al., 2016) โดยชั่งผงมันเลือดจำนวน 5 g เติมเมธานอล 50 mL นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าสารที่ความเร็ว 100 rpm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ทำการสกัดด้วยวิธีเดิมอีกครั้ง แล้วนำสารสกัดที่ได้ทั้งสองครั้งมารวมกัน ปรับปริมาตรให้ได้ 100 mL ด้วยเมธานอล นำไปบรรจุใส่ขวดที่ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ เพื่อนำไปทดสอบสมบัติของสารสกัดต่อไป

2.3) นำสารสกัดจากมันเลือดจากข้อ 2.2 มาศึกษาปริมาณสารสำคัญ ดังนี้

2.3.1) วิเคราะห์สารประกอบฟินอลิกทั้งหมด เติมสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือน ปริมาณหลอดละ 1 mL ลงในหลอดทดลองที่บรรจุ 10 % Folin-Ciocalteau reagent 1.5 mL เติมสารละลาย 7.5 % Na_2CO_3 3 mL และน้ำกลั่น 5.2 mL ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าผสมสาร (ZX3, VELP scientifica, Italy) แล้วทิ้งไว้อุณหภูมิห้องในที่มืด 30 นาที (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องดูดกลืนแสง UV/VIS Spectrophotometer (Genesys 10, Thermo scientific, USA) ที่ความยาวคลื่น 765 nm ดัดแปลงจาก (รีราวดี วรรณาเวศน์ และ ปฐมพงษ์ เที่ยงเพชร, 2560) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0 - 100 µg/mL

2.3.2) วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่

การตรวจสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity) ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก (Shimada et al., 1992) โดยปิเปตสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือน ปริมาณหลอดละ 0.1 mL ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย 0.1 mM DPPH ในเมธานอล ปริมาณ 2.9 mL ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าผสมสาร (ZX3, VELP scientifica, Italy) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ในที่มืด (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV/VIS Spectrophotometer (Genesys 10, Thermo scientific, USA) เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 0 - 300 µg/mL

การตรวจสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ วิธี 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS radical scavenging activity) โดยดัดแปลงจากวิธีของ (Re et al., 1999) โดยเตรียม 7 mM ABTS ผสมกับ 2.5 mM Potassium persulfate ในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 บ่มในที่มืดเป็น เวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาเจือจาง และวัดค่าการดูดกลืนแสงให้ได้เท่ากับ 0.700 ± 0.020 นำสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือน ปริมาณหลอดละ 20 µl ใส่ในหลอดทดลองเติมสารละลาย ABTS 2 mL ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าผสมสาร (ZX3, VELP scientifica, Italy) ทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที ในที่มืด (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืน

แสง UV/VIS Spectrophotometer (Genesys 10, Thermo scientific, USA) เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 0 - 300 µg/mL

การตรวจสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay โดยดูดสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 เดือน และ 12 เดือนปริมาณหลอดละ 150 µl ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสาร FRAP reagent ปริมาตร 2,850 µl ผสมให้เข้ากันเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV/VIS Spectrophotometer (Genesys 10, Thermo scientific, USA) ที่ความยาวคลื่น 593 nm เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Trolox ในช่วง 0 - 200 µg/mL โดยรายงานเป็น µg Trolox/mL ของตัวอย่าง โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank ดัดแปลงจากวิธีของ (Benzie & Strain, 1996)

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) แบบ Complete Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและอภิปรายผล

1) การศึกษาการขยายพันธุ์มันเลือด

1.1) การขยายพันธุ์มันเลือดในระดับกระถาง

จากการศึกษาการขยายพันธุ์มันเลือดในระดับกระถาง 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 20 สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - กันยายน 2564 แสดงผลในตารางที่ 2 และภาพที่ 1 โดยพบว่าจากการปลูกหัวมันเลือด 1 หัวในทุก ๆ กระถาง แต่ละชุดการทดลองเริ่มมีการเจริญจากมันเลือด 1 ต้น เป็นมากกว่า 1 ต้นในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเพาะปลูกครบ 20 สัปดาห์ ในชุดการทดลองที่ 3 (ใส่ปุ๋ยเคมี) จะมีจำนวนต้นมันเลือดเจริญมากที่สุด (7.75 ± 1.70 ต้น) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 (ใส่ปุ๋ยมูลวัว) และชุดการทดลองที่ 4 (ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี)) เป็นจำนวน 6.63 ± 1.52 และ 6.00 ± 0.81 ส่วนชุดการทดลองที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวนต้นน้อยที่สุด (1.75 ± 0.50 ต้น) (ภาพที่ 1(ก)) แสดงให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยเคมีส่งเสริมการเกิดจำนวนต้นของมันเลือดได้มากที่สุด

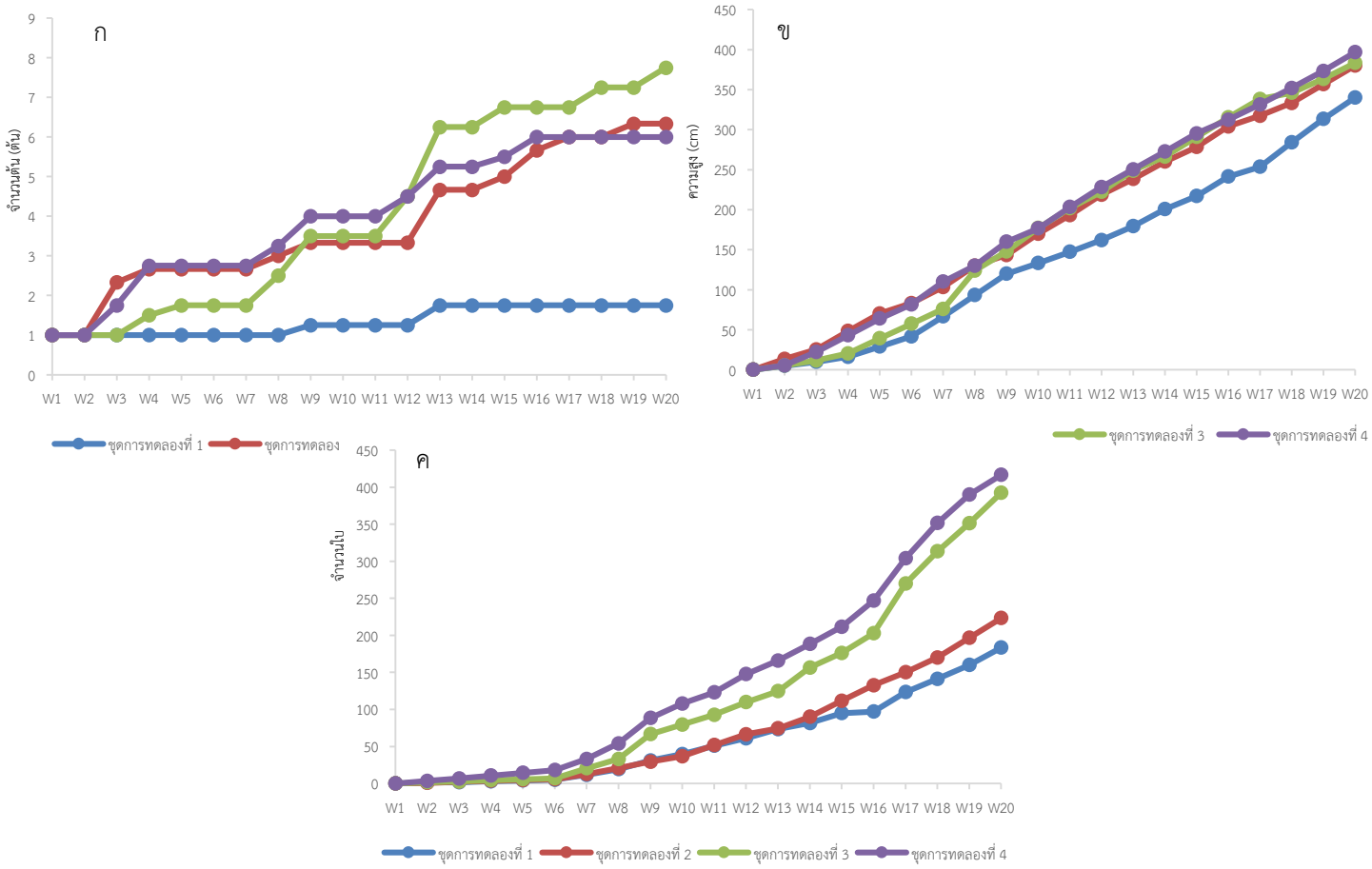
เมื่อพิจารณาจากความสูงของต้นมันเลือดในระดับกระถาง พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 และ 3 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงใกล้เคียงกันในสัปดาห์ที่ 1 - 3 แต่หลังจากใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 ต้นมันเลือดในชุดการทดลองที่ 3 มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 และ 3 (ภาพที่ 1(ข)) เมื่อเพาะปลูกครบ 20 สัปดาห์ จะมีการเจริญเติบโตด้านความสูงใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ 2 และ 4 อยู่ในช่วง 380.33 ± 8.38 - 396.67 ± 6.65 cm ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 1 มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด (340.67 ± 5.13) อาจกล่าวได้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกมีส่วนในการส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันเลือด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีจะได้ผลการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี หรือการใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 1(ข)) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมันเลือด จากการศึกษาจำนวนใบของต้นมันเลือดในระดับกระถางโดยในทุกชุดการทดลอง พบว่าจะเริ่มปรากฏใบแรกในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะปลูก โดยเมื่อทำการศึกษาครบ 20 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จำนวนใบของต้นมันเลือดชุดการทดลองที่ 3 และ 4 อยู่ในช่วง 416.67 ± 8.71 - 392.50 ± 6.45 ใบ ให้ผลสอดคล้องกับการวัดการเจริญเติบโตของมันเลือดทางด้านความสูง ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ 2 และ 3 แต่มีจำนวนใบใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ 223.33 ± 5.50 และ 183.33 ± 5.77 ใบ ตามลำดับ (ภาพที่ 1(ค))

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของมันเลือด

ชุดการทดลอง	ระดับกระถาง			ระดับแปลงทดลอง		
	จำนวนต้น (ต้น)	ความสูง (cm)	จำนวนใบ (ใบ)	จำนวนต้น (ต้น)	ความสูง (cm)	จำนวนใบ (ใบ)
1	1.75 ± 0.50^{b}	340.67 ± 5.13^{c}	183.33 ± 5.77^{d}	1.25 ± 0.50^{b}	278.33 ± 6.50^{c}	165.00 ± 4.58^{d}
2	6.33 ± 1.52^{a}	380.33 ± 8.38^{b}	223.33 ± 5.50^{c}	1.33 ± 0.57^{b}	346.00 ± 8.54^{b}	223.33 ± 5.68^{c}
3	7.75 ± 1.70^{a}	383.67 ± 7.76^{ab}	392.50 ± 6.45^{b}	2.00 ± 0.00^{b}	350.00 ± 8.00^{b}	293.67 ± 6.02^{b}
4	6.00 ± 0.81^{a}	396.67 ± 6.65^{a}	416.00 ± 8.71^{a}	4.00 ± 1.00^{a}	386.67 ± 7.02^{a}	343.33 ± 5.50^{a}

หมายเหตุ: - ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย, ชุดการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยมูลวัว, ชุดการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี และชุดการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี

- อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



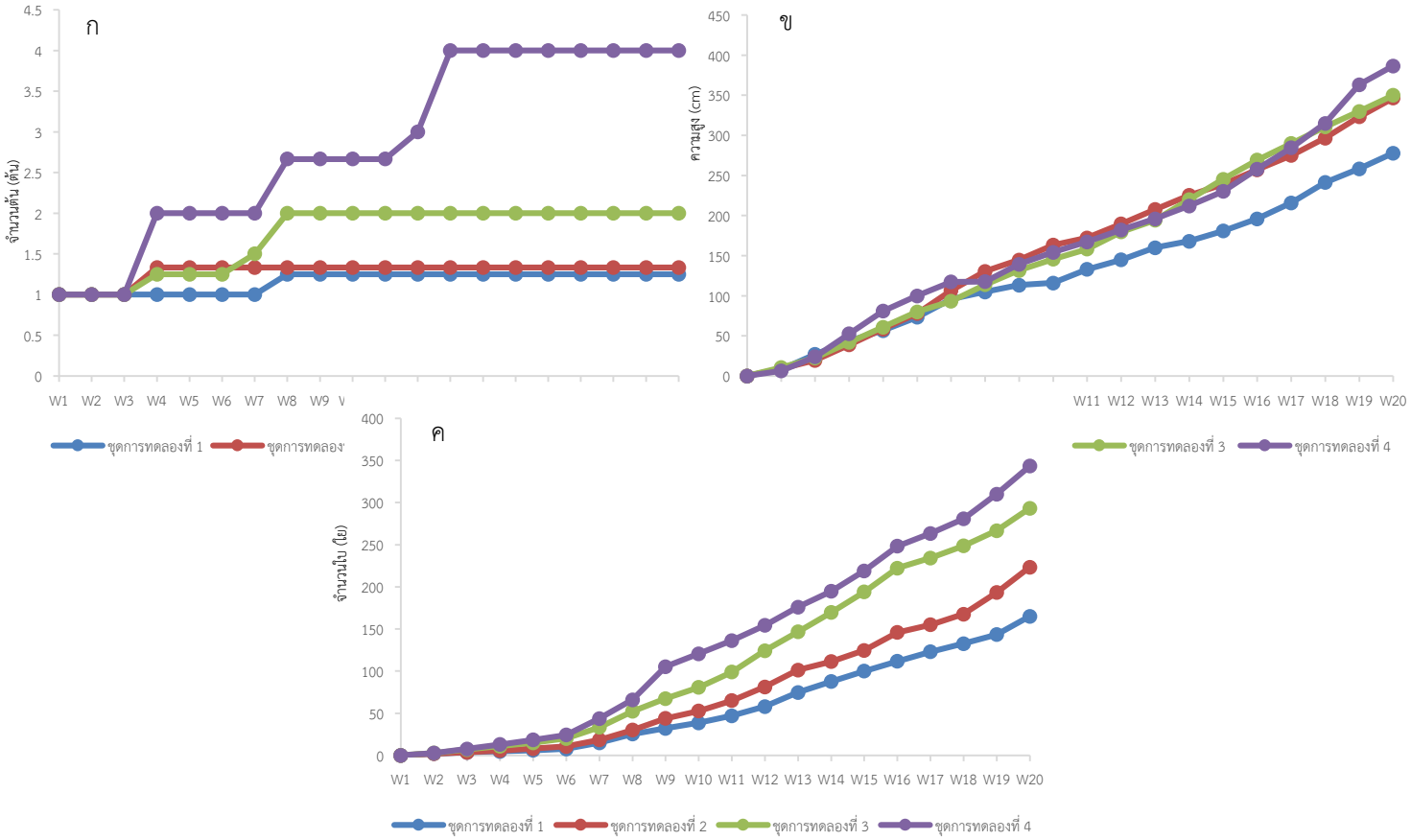
ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของมันเลือดในระดับกระถาง (ก) จำนวนต้นของมันเลือด (ต้น)/กระถาง (ข) ความสูงของมันเลือด (cm)/กระถาง และ (ค) จำนวนใบของมันเลือด (ใบ)/กระถาง

1.2) การขยายพันธุ์มันเลือดในระดับแปลงทดลอง

จากการศึกษาการขยายพันธุ์มันเลือดในระดับแปลงทดลอง 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 20 สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - กันยายน 2564 แสดงผลในตารางที่ 2 และภาพที่ 2 โดยพบว่าจากการปลูกหัวใต้ดินมันเลือด 1 หัวในทุก ๆ หลุม แต่ละชุดการทดลองเริ่มมีการเจริญจากมันเลือด 1 ต้น เป็นมากกว่า 1 ต้นในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเพาะปลูกครบ 20 สัปดาห์ ในชุดการทดลองที่ 4 (ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี) มีจำนวนต้นมันเลือดเจริญมากที่สุด (4.00 ± 1.00 ต้น) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ ชุดการทดลองที่ 3 (ใส่ปุ๋ยเคมี) (2.00 ± 0.00 ต้น) ชุดการทดลองที่ 2 (ใส่ปุ๋ยมูลวัว) (1.33 ± 0.57 ต้น) และชุดการทดลองที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ย) (1.25 ± 0.50 ต้น) (ภาพที่ 2ก) แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีเหมาะสำหรับการเพาะปลูกมันเลือดในระดับแปลงทดลองมากกว่าการใช้

ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาการขยายพันธุ์มันเลือดในระดับกระถางและระดับแปลงทดลอง จะเห็นได้ว่าจำนวนต้นมันเลือดในระดับกระถางจะมีมากกว่าระดับแปลงทดลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของดินในแปลงทดลองร่วมด้วย

สำหรับการวัดการเจริญเติบโตของมันเลือดด้านความสูง พบว่า เมื่อเพาะปลูกครบ 20 สัปดาห์ มันเลือดในชุดการทดลองที่ 2 - 4 มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันในสัปดาห์แรกจนกระทั่งสัปดาห์สุดท้าย โดยเมื่อครบ 20 สัปดาห์มีความสูงอยู่ในช่วง 346.00 ± 8.54 - 386.67.0 ± 7.02 cm ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 1 มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่น้อยกว่าทั้ง 3 ชุดการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 ของการเพาะปลูก มีความสูงในสัปดาห์สุดท้ายอยู่ที่ 278.33 ± 6.50 cm (ภาพที่ 2(ข)) เมื่อเปรียบเทียบความสูงของต้นมันเลือดจากการขยายพันธุ์ในระดับกระถางและระดับแปลงทดลอง จะเห็นได้ว่ามันเลือดที่ปลูกในระดับกระถางมีการเจริญเติบโตดีกว่ามันเลือดในระดับแปลงทดลอง ส่วนการวัดเจริญเติบโตโดยนับจำนวนใบของต้นมันเลือดในแปลงทดลองพบว่าสอดคล้องกับระดับกระถาง ทุกชุดการทดลองจะเริ่มปรากฏใบแรกในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะปลูก โดยเมื่อทำการศึกษาครบ 20 สัปดาห์ จำนวนใบของต้นมันเลือดในชุดการทดลองที่ 4 มีมากที่สุด (343.33 ± 5.50 ใบ) รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 3, 2 และ 1 โดยมีจำนวนใบ 293.67 ± 6.02, 223.33 ± 5.68 และ 165.00 ± 4.58 ใบ ตามลำดับ (ภาพที่ 2(ค)) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากปุ๋ยเคมีส่งเสริมการสร้างใบของมันเลือด



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของมันเลือดในระดับแปลงทดลอง (ก) จำนวนต้นของมันเลือด (ต้น)/หลุม (ข) ความสูงของมันเลือด (cm)/หลุม และ (ค) จำนวนใบของมันเลือด (ใบ)/หลุม

1.3) ผลผลิตของมันเลือด

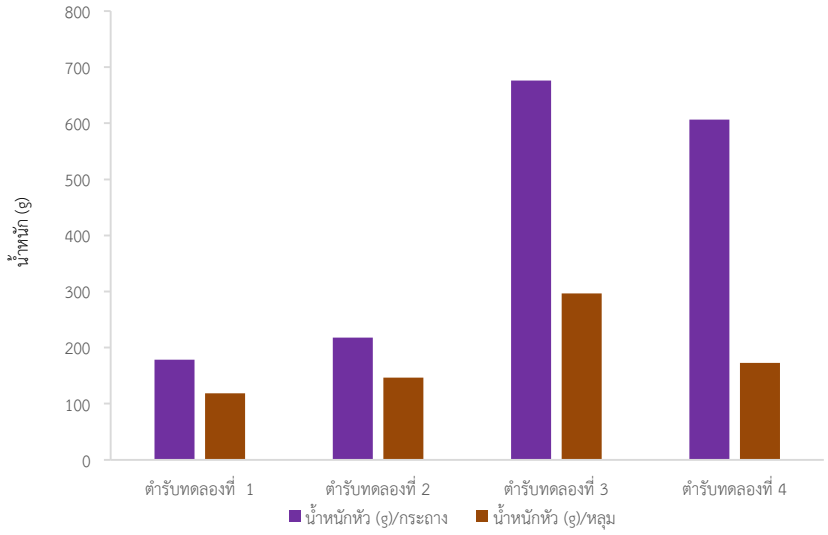
เมื่อนำผลผลิตส่วนหัวใต้ดินของมันเลือดที่ทำการศึกษาในระดับกระถางและระดับแปลงทดลองมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีน้ำหนักของส่วนหัวใต้ดินสอดคล้องกันทั้ง 2 ระดับการทดลอง (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) โดยน้ำหนักส่วนหัวใต้ดินของมันเลือดจากชุดการทดลองที่ 3 (ใส่ปุ๋ยเคมี) มากกว่าชุดการทดลองที่ 4 (ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี), 2 (ใส่ปุ๋ยมูลวัว) และ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ย) ตามลำดับ ซึ่งในทุกชุดการทดลองให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่การทดลองในระดับกระถางจะให้น้ำหนักผลผลิตสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเจริญเติบโตเป็นเวลา 20 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากความสมบูรณ์ของดินที่นำมาเพาะปลูก ซึ่งในระดับกระถางใช้ดินปลูก ส่วนในระดับแปลงทดลองเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการบำรุงดิน ทำให้มีความสมบูรณ์ของดินต่ำ

ตารางที่ 3 ผลผลิตของมันเลือดจากการศึกษาในระดับกระถางและระดับแปลงทดลอง

ชุดการทดลอง	น้ำหนักส่วนหัวใต้ดินของมันเลือด (g)	
	ระดับกระถาง	ระดับแปลงทดลอง
1	178.33 ± 5.77[d]	118.33 ± 6.65[d]
2	218.00 ± 5.56[c]	146.67 ± 7.02[c]
3	676.00 ± 8.71[a]	296.67 ± 7.63[a]
4	606.67 ± 4.50[b]	172.67 ± 6.42[b]

หมายเหตุ: - ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย, ชุดการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยมูลวัว, ชุดการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี และชุดการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี

- อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 3 น้ำหนักหัวมันเลือดในระดับกระถางและระดับแปลงทดลอง

2) การศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณสารสำคัญของมันเลือด

2.1) ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือน พบว่าสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือน มีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดเท่ากับ 207.01 ± 0.51 และ 378.36 ± 1.40 µg gallic acid/mL ของตัวอย่างตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าสารสกัดจากสมุนไพรบางชนิดในตำรับยาหอมเทพจิตร ได้แก่ รากแฝกหอม โกศหัวบัว หัวเปราะหอม โกศเชียง โกศเขมา ผิวส้มโอ ขอนดอก โกศกระดูก เทียนตาตั๊กแตน ดอกมะลิ เทียนเกล็ดหอย ผิวส้มเขียวหวาน ผิวมะนาว เทียนข้าวเปลือก เทียนสัตตบุษย์ เปลือกชะลูก ลูกกระวาน เนื้อไม้กฤษณา เทียนแดง ผิวส้มจีน เทียนขาว เทียนดำ ดอกพิกุล เกสรบัวหลวง โกฐจุฬาลัมพา โกศก้านพร้าว ผิวส้มตรังกานู ผิวมะกรูด แก่นจันทร์ขาว ผิวมะงั่ว และดอกสารภี โดยมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด เท่ากับ 40.875, 60.667, 65.250, 66.917, 83.375, 82.958, 88.583, 92.333, 95.250, 97.333, 104.208, 106.708, 108.167, 121.500, 124.625, 132.542, 139.417, 141.917, 146.292, 148.375, 158.583, 171.292, 176.083, 181.292, 182.125, 185.875, 190.250, 192.333, 193.167, 198.375 และ 199.417 µg gallic acid/mL ของตัวอย่าง ตามลำดับ (สุชาดา มานอก และ ปวีณา ลิ้มเจริญ, 2558) แต่อย่างไรก็ตามยังมีค่าต่ำกว่าปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากพืชผักสมุนไพรพื้นฐาน ได้แก่ มะนาว ตะไคร้ มะรุม มะขาม ขิง ใบเตย อัญชัน แมงลัก ขมิ้น ข่า โหระพา สะระแหน่ กระเพรา มะตูม และกระเจี๊ยบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.42, 0.68, 0.74, 0.83, 1.04, 1.80, 1.87, 1.90, 2.36, 2.38, 3.02, 3.45, 3.56, 4.80 และ 4.83 mg of gallic acid/g ของตัวอย่าง ตามลำดับ (อเนก หาลี และ บุญยกฤต รัตนพันธุ์, 2560)

จากผลการศึกษา จะเห็นได้ว่า ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเมื่อมันเลือดมีอายุมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ และคณะ, 2560) ซึ่งศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวและความเข้มแสงต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบเตยหอม ซึ่งพบว่าจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยว (5, 6 และ 7 เดือน) แต่อย่างไรก็ตามไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ (ภาวิณี อารีศรีสม และคณะ, 2561) ซึ่งรายงานว่าระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบบัวบกไม่สัมพันธ์กับปริมาณ

สารประกอบฟินอลิกทั้งหมด โดยพบว่าปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดจะลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น (4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์) เช่นเดียวกับการศึกษาผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่อสารพฤกษเคมีของพลับฝาด (ลลิตา คชารัตน์ และคณะ, 2560) แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของเปลือกและเนื้อผลพลับฝาดจะมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมากขึ้น (2, 3, 4 และ 5 เดือนหลังออกผล) ในขณะที่ใบกระเจี๊ยบแดงจะมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอายุการเก็บเกี่ยว ได้แก่ 40, 55, 70, 85 และ 100 วัน (ชนันดา ศรีบุญไทย และคณะ, 2559) อาจกล่าวได้ว่าสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว แต่มีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น ชนิดของพืช ส่วนที่ใช้ในการศึกษา และความเข้มแสงที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นต้น

2.2) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือนโดยวิธี 1) DPPH 2) ABTS และ3) FRAP (ตารางที่ 4) พบว่า

2.2.1) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging ability พบว่าสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือนมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 605.63 ± 0.01 และ 1,562.00 ± 0.01 µg Trolox/mL ของตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าข้าวไรซ์เบอรี่พร้อมบริโภคบรรจุถุงรีทอร์ต (237.33 ± 3.09 µM Trolox/100 g) (ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา และคณะ, 2561)

2.2.2) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS พบว่าสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือนมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 992.36 ± 3.32 และ 2,279.17 ± 0.51 µg Trolox/mL ของตัวอย่าง ตามลำดับ

2.2.3) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

การทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP พบว่าสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 และ 12 เดือนมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 366.52 ± 1.12 และ 864.09 ± 1.81 µg Trolox/mL ของตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าข้าวไรซ์เบอรี่พร้อมบริโภคบรรจุถุงรีทอร์ต (212.07 ± 2.06 µM Trolox/100 g) (ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา และคณะ, 2561) จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของมันเลือดโดยวิธี DPPH และ FRAP จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมันเลือดมาเป็นทางเลือกหนึ่งในการเป็นอาหารทดแทนข้าวและมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระร่วมด้วย

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากมันเลือดอายุ 12 เดือนมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP สูงกว่าสารสกัดจากมันเลือดอายุ 6 เดือน ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษา % inhibition ของใบเตยหอม โดยวิธี DPPH และ ABTS ของ (นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ และคณะ, 2560) และ (ภาวิณี อารีศรีสม และคณะ, 2561) ซึ่งศึกษาใบบัวบก ส่วน (ลลิตา คชารัตน์ และคณะ, 2560) ซึ่งศึกษาค่า IC_{50} ของพลับฝาด โดยวิธี DPPH และ ABTS รายงานว่าค่า IC_{50} ทั้ง 2 วิธี จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีอายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น นั่นคือประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระจะลดลงเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ส่วนวิธี FRAP จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในมันเลือดที่มีอายุ 12 เดือน

ตารางที่ 4 ปริมาณสารสำคัญของสารสกัดจากมันเลือดที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างกัน

อายุของมันเลือด	สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (µg Gallic acid/mL ของตัวอย่าง)	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (µg Trolox/mL ของตัวอย่าง)		
		DPPH	ABTS	FRAP
6 เดือน	207.01 ± 0.51	605.63 ± 0.01	992.36 ± 3.32	366.52 ± 1.12
12 เดือน	378.36 ± 1.40	1,562.00 ± 0.01	2,279.17 ± 0.51	864.09 ± 1.81

สรุปผล

การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์มันเลือดในระดับกระถางและระดับแปลงทดลอง พบว่า ในระดับกระถาง การใส่ปุ๋ยเคมีจะมีให้จำนวนต้นเพิ่มขึ้น โดยชุดการทดลองที่มีปุ๋ยเคมีเป็นส่วนประกอบจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของมันเลือดทั้งด้านความสูงและจำนวนใบมากกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว และการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในระดับแปลงทดลอง ชุดการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลวัวมีแนวโน้มที่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของมันเลือดมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ แต่การเจริญเติบโตของมันเลือดน้อยกว่าระดับกระถาง เนื่องจากการเจริญเติบโตจะขึ้นอยู่กับธาตุอาหารและความสมบูรณ์ของดินในแปลงทดลองร่วมด้วย เมื่อนำส่วนหัวใต้ดินมาชั่งน้ำหนัก พบว่า ได้

ปริมาณผลผลิตสอดคล้องกันทั้ง 2 ระดับการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะให้น้ำหนักของส่วนหัวใต้ดินมากที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลวัว ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว และชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของมันเลือดอายุ 6 เดือน และ 12 เดือน ด้วยวิธี 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical decolorization assay และ Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay พบว่า มันเลือดอายุ 12 เดือน มีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP สูงกว่ามันเลือดที่มีอายุ 6 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และศูนย์อนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ที่สนับสนุนทุนวิจัย

บรรณานุกรม

ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา ขนิษฐา ศรีนวล, และ อเนก หาลี. (2561). ผลของการแปรรูป การเก็บรักษา และการให้ความร้อนซ้ำต่อปริมาณและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของข้าวพร้อมบริโภคบรรจุถุงรีทอร์ต. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., 41*(3), 299-309.

ชนันดา ศรีบุญไทย ภาณุมาศ ฤทธิไชย เยาวพา จิระเกียรติกุล และอรุณพร อิฐรัตน์. (2559). ผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อการให้ผลผลิตและสารทุติยภูมิในใบของกระเจี๊ยบแดง. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3*(ฉบับพิเศษ III), 13–20.

เดลินิวส์. (2552). *การปลูกมันพื้นบ้าน มันป่าเชิงพาณิชย์*. http://www.Dailynews.co.th/web/html/popup_news/Default.aspx?Newsid188254&NewsType=1&Template.

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์, ภาวิณี อารีศรีสม, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์, วาริน สุทนต์, และกอบลาภ อารีศรีสม. (2560). ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและความเข้มแสงต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของใบเตยหอม. *แก่นเกษตร, 45*(3), 433–438.

เนตรนภา เมยกลาง และเฉลิม เรืองวิริยะชัย. (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟินอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 14*(4), 69-79.

บ้านพอเพียง. (ม.ป.ป.). *การปลูกมันเลือด*. https://บ้านพอเพียง.blogspot.com/2014/02/blog-post_3114.html

ภาวิณี อารีศรีสม, นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์, กอบลาภ อารีศรีสม, และ สัตยา มั่นคง. (2561). ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ในระบบปลูกแบบอินทรีย์และเคมีของบัวบก. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 27*(5), 904–914.

รงรอง หอมหวน, มณฑา วงศ์มณีโรจน์, สุลักษณ์ แจ่มจำรัส, สมนึก พรมแดง, วุฒิชัย ทองดอนแอ, ประเทือง ดอนสมไพร, รัตนา เอการรัมย์, และ สนธิชัย จันทร์เปรม. (2560). การขยายพันธุ์มันพื้นบ้านสกุล *Discorea* เพื่อเป็นแหล่งอาหารทดแทน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 69*(1), 1-13.

รีราวดี วรรณาเวศน์ และ ปฐมพงษ์ เที่ยงเพชร. (2560). *การหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของถั่วงอก* (น. 1035-1040). การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

ลลิตา คชารัตน์, อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ, ประภัสสร รักถาวร, เกสรี กลิ่นสุคนธ์, และ วีระศรี เมฆตรง. (2560). *ผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่อสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพของพลับฝาด* (น. 817–824). การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ ครั้งที่ 55 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมนึก พรมแดง, รงรอง หอมหวน, มณฑา วงศ์มณีโรจน์, รัตนา เอการัมย์, และ สุลักษณ์ แจ่มจำรัส. (2561). สารสำคัญทางโภชนาการของมันเลือด. *วารสารวิชาการเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน สายวิทยาศาสตร์, 1*(1), 20-27.

สุชาดา มานอก และ ปวีณา ลิ้มเจริญ. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์, 15*(1), 106-117.

อเนก หาลี และ บุณยกฤต รัตนพันธุ์. (2560). การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน 15 ชนิด. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., 40(2), 283-293.

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemical, 239*(1), 70-76.

Chen, Y., Fan, J., Yi, F., & Luo, Z. (2003). Rapid clonal propagation of *Dioscorea zingiberensis. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 73*(1), 75-80.

Daduang, J., Vichitphan, S., Daduang, S., Hongsprabhas, P., & Boonsiri, P. (2011). High phenolics and antioxidants of some tropical vegetables related to antibacterial and anticancer activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *5*(5), 608-615.

Oko, A. O., & Famurewa, A. C. (2015). Estimation of nutritional and starch characteristics of *Dioscorea alata* (Water Yam) varieties commonly cultivated in the south-eastern Nigeria. *British Journal of Applied Science & Technology, 6*, 145-152.

Polterait, O. (1997). Antioxidants and free radical scavengers of natural skin. *Current Organic Chemistry, 1*(4), 415-440.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, *26*(9-10), 1231-1237.

Satour, M., Mitaine-Offer, A. C., & Lacaille-Dubois, M. A. (2007). The *Dioscorea* genus: A review of bioactive steroid sopanins. *Journal of Natural Medicines, 61*(2), 91-101.

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T. (1992). Antioxidant properties of xanthans on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40*(6), 945-948.

Zlotek, U., Mikulska, S., Nagajek, M., & Swieca, M. (2016). The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts. *Saudi Journal of Biological Sciences, 23*(5), 628-633.