Journal of Agricultural Research and Extension 43(1): 42-54

การเจริญเติบโตและปริมาณสารสำคัญของปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิงที่ปลูกในวัสดุปลูกจากดินนาระยะปรับเปลี่ยนสู่นาอินทรีย์ที่เสริมด้วยวัตถุอินทรีย์ต่างชนิด

Growth, and Phytochemicals of Collard Green (*Brassica oleracea* var. *acephala* 'Morris Heading') Grown in Growing Media from Transitioned-paddy Soil to Organic Paddy Soil Supplemented with Different Organic Materials

เพชรรัตน์ พรหมมา[1] นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย[1,*] สุนิสา เยาวสกุลมาศ[1] สายฝน ทดทะศรี[1] และนันทา สมเป็น[2]

Petcharat Promatar[1], Nitipat Pattanachatchai[1,*], Sunisa Yaowasakunmat[1], Saifon Todtasri[1] and Nandha Sompen[2]

[1]สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

[2]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

[1]Program in Agriculture, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand 32000

[2]Program in Animal Science, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand 32000

*Corresponding author: nitipat.pa@srru.ac.th

*ORCID iD: https://orcid.org/0000-0003-0275-5768

Received: *May 27, 2025*
Revised: *October 30, 2025*
Accepted: *November 24, 2025*

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of supplementing paddy soil, after three years of transition to organic rice farming (T-PSOPS), with composted spent Bhutan oyster mushroom waste (SBOMW) mixed with dried Azolla (DA) and dried goat manure (DGM) on the growth performance and phytochemical properties of collard green 'Morris Heading' grown in planting bags. The experiment employed a completely randomized design with five treatments and six replications. The treatments consisted of T-PSOPS (control) (T_1); T_1 + SBOMW at a ratio of 20:2 kg (T_2); T_1 + 50% SBOMW co-composted with 50% DA at a ratio of 20:2 kg (T_3); T_1 + 50% co-composted with 50% DGM at a ratio of 20:2 kg (T_4); and T_1 + 50% SBOMW co-fermented with 25% DA and 25% DGM at a ratio of 20:2 kg (T_5). Results showed that the treatment with 50% SBOMW composted with 25% DA and 25% DGM yielded the highest leaf width (16.11±0.80 cm), leaf length (26.92± 1.15 cm), leaf chlorophyll content (56.59±1.35 SPAD units), dry weight of leaves including petioles (20.60±0.90 g), total phenolic content (7.47±0.79 mg GAE g^{-1} DW), and antioxidant activity (4.72±0.44 mg VitC g^{-1} DW). Meanwhile, the mixture of 50% SBOMW and 50% DA produced the highest petiole length (7.77±0.39 cm) and total flavonoid content (45.81±2.74 mg QE g^{-1} DW). Therefore, the specific combinations of organic amendments into

T-PSOPS were able to enhance both growth and phytochemical substances in collard green under planting bag conditions.

Keywords: collard green, phytochemical, spent mushroom, azolla, goat manure

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการเสริมก้อนเห็ดนางฟ้าภูฐานเก่า (ก้อนเห็ด) หมักร่วมกับแหนแดงแห้ง (แหนแดง) และมูลแพะแห้ง (มูลแพะ) ลงในดินนาระยะปรับเปลี่ยนสู่นาอินทรีย์มาแล้ว 3 ปี (ดินนา) ที่มีต่อลักษณะการเจริญเติบโต ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิงในสภาพถุงปลูกได้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 5 กรรมวิธี ๆ ละ 6 ซ้ำ คือ กรรมวิธีที่ 1 ดินนา (ควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 ดินนา + ก้อนเห็ดหมักอัตราส่วน 20:2 กิโลกรัม กรรมวิธีที่ 3 ดินนา + ก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 50% อัตราส่วน 20:2 กิโลกรัม กรรมวิธีที่ 4 ดินนา + ก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับมูลแพะ 50% อัตราส่วน 20:2 กิโลกรัม และกรรมวิธีที่ 5 ดินนา + ก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 25% และมูลแพะ 25% อัตราส่วน 20:2 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความกว้างใบ (16.11±0.80 ซม.) ความยาวใบ (26.92±1.15 ซม.) คลอโรฟิลล์ใบ (56.59±1.35 SPAD unit) น้ำหนักแห้ง (20.60±0.90 กรัม) และสารพฤกษเคมี ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (7.47±0.79 mgGAE g^{-1} DW) และความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (4.72±0.44 mgVitc g^{-1} DW) เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 25% และมูลแพะ 25% ลงในดินนา แต่การเสริมเฉพาะก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 50% มีผลต่อความยาวก้านใบ (7.77±0.39 ซม.) และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (45.81±2.74 mgQE g^{-1} DW) เฉลี่ยสูงที่สุด ดังนั้น การเสริมก้อนเห็ดที่หมักร่วมกับแหนแดงและมูลแพะแห้งหรือที่หมักร่วมกับแหนแดงแห้งในอัตราส่วนตามผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นลงในดินนา สามารถเพิ่มทั้งการเจริญเติบโต และการสร้างสารพฤกษเคมีของปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิงในสภาพถุงปลูก

คำสำคัญ: ปูเล่ สารพฤกษเคมี ก้อนเห็ดเก่า แหนแดง มูลแพะ

บทนำ

ปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิง (*Brassica oleracea* var. *acephala* 'Morris Heading') เป็นพืชผักประเภทสองปี (biennial) ที่มีลำต้นเจริญเติบโตตั้งตรงสูง 2–3 ฟุต จากนั้นจึงสร้างใบจำนวนมาก ในส่วนยอดของลำต้นที่มีลักษณะคล้ายหัวกะหล่ำปลีที่ใบห่อตัวยึดติดกับลำต้นอย่างหลวม ๆ (Stephen, 1994) มีสารประกอบหลายชนิดที่มีศักยภาพในการต้านมะเร็งที่มีศักยภาพ (Vetrano *et al*., 2013) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คือ พันธุกรรม สภาพแวดล้อม และการปฏิบัติในการเพาะปลูก (Bravo, 1998) ซึ่งผักในตระกูลกะหล่ำหลายชนิดที่ปลูกแบบอินทรีย์มีค่าความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิค สูงกว่าวิธีการปลูกตามแบบแผนที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (Sakunasing and Kangsadalampai, 2008)

เนื่องจากดินนาในระยะปรับเปลี่ยนสู่การทำนาแบบอินทรีย์มาแล้ว 3 ปี ยังคงมีข้อจำกัดด้านธาตุอาหารพืชในปริมาณค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของปูเล่ซึ่งเป็นผักกินใบ และยังไม่ปรากฏรายงานเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปูเล่มาก่อน การนำก้อนเห็ดเก่าจำนวนมากที่เหลือหลังจากเก็บเกี่ยวเห็ดแล้วเพื่อหมุนเวียนมาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช โดยการเสริมลงในดินนาร่วมกับแหนแดง

และมูลแพะที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น จึงช่วยลดข้อจำกัดด้านปริมาณธาตุอาหารพืชของดินนาดังกล่าวได้ เพราะก้อนเห็ดเก่าเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองของพืชหลายชนิด (Kadiri and Mustapha, 2010) การเสริมก้อนเห็ดเก่าลงในดินปลูกมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตในพืชหลายชนิด (Idowu and Kadiri, 2013) แหนแดงเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ต่ำจึงปลดปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้อย่างรวดเร็ว (Kaewsuralikhit and Thangraa, 2014) มูลแพะเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ (Office of Science for Land Development, 2024) การผสมมูลแพะร่วมกับก้อนเห็ดเก่าในสัดส่วน 60:40 และ 80:20 มีผลต่อปริมาณเฉลี่ยของธาตุอาหารหลักที่สูง และมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ลดลง (Jamaludin *et al.*, 2012) และยังมีผลต่อปริมาณฟลาโวนอยด์และฟีนอลเฉลี่ยในกะหล่ำปลีสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและการไม่ให้ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ (Obidola *et al*., 2019)

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าวัสดุอินทรีย์เป็นแหล่งของธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชค่อนข้างครบถ้วน และเมื่อสลายตัวจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาเป็นประโยชน์กับพืชอย่างช้า ๆ การเสริมวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับดินนา ยังช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ส่งผลต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก ซึ่งส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชที่มีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง โดยกลูโคสที่ได้จะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์สารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิตามลำดับ (Stern *et al*., 2003) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่มุ่งเน้นในการนำก้อนเห็ดนางฟ้าภูฐานเก่ากลับมาใช้เป็นส่วนผสม ร่วมกับแหนแดงแห้งและมูลแพะแห้ง ก่อนนำมาเสริมลงในดินนาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิง ในการศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณสารสำคัญในสภาพถุงปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) 5 กรรมวิธี ทำ 6 ซ้ำ ๆ ละ 2 ต้น ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ดินนา ปริมาณ 22 กิโลกรัมต่อถุงปลูก (ควบคุม) กรรมวิธีที่ 2–5 ดินนา ปริมาณ 20 กิโลกรัมต่อถุงปลูก ผสมกับวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ก้อนเห็ดหมักปริมาณ 2 กิโลกรัม ก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 50% ปริมาณ 2 กิโลกรัม ก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับมูลแพะ 50% ปริมาณ 2 กิโลกรัม และก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 25% และมูลแพะ 25% ปริมาณ 2 กิโลกรัม ตามลำดับ หมักวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดตามสัดส่วนโดยปริมาตรที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธีเป็นเวลา 60 วัน ก่อนนำไปเสริมลงในกรรมวิธีควบคุม ย้ายปูเล่ย์พันธุ์มอริสเฮดดิงอายุ 120 วัน ลงปลูกในถุงปลูกชนิด high density polyethylene สีขาวขนาด 8X15 นิ้ว จำนวน 1 ต้นต่อถุง จัดเรียงในโรงเรือนปลูกพืชทดลองขนาดกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 6x12x3 เมตร ที่คลุมด้วยมุ้งไนลอนกันแมลงสีขาวขนาด 32 เมช หลังคาคลุมด้วยพลาสติกชนิดป้องกันรังสียูวี บันทึกข้อมูลครั้งเดียวหลังย้ายปลูก 95 วัน ได้แก่ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวก้านใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ใบ น้ำหนักแห้งใบรวมก้านใบ ปริมาณฟีนอลิคและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินนาและวัสดุอินทรีย์

ดินนาที่ใช้ในการศึกษาเป็นชุดดินชำนิ (Cni Series; Fine-silty, Mixed, Semiactive, Isohyperthermic Aquic (plinthaquic) Haplustalfs) มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) (Land Development Department, 2022) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังคงใช้ปลูกข้าวและผ่านการปรับเปลี่ยนเข้าสู่วิธีการ

จัดการดินแบบอินทรีย์มาแล้วเป็นเวลา 3 ปี โดยเก็บดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตรจากผิวดิน วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุบางชนิด ก้อนเห็ดและมูลแพะวัดความเป็นกรด-ด่างและการนำไฟฟ้าโดยพีเอชมิเตอร์และอีซีมิเตอร์ตามลำดับ ไนโตรเจนวัดโดยวิธี KCl extraction method ฟอสฟอรัสวัดโดยวิธี Vanadomolybdate โพแทสเซียมและธาตุรองวัดโดยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer กำมะถันวัดโดยวิธี $BaCl_2$ method และโบรอนวัดโดยวิธี Azomethine-H ส่วนแหนแดงวัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Dumas combustion ฟอสฟอรัสวัดโดยวิธี Vanadomolybdate โพแทสเซียมธาตุรองและจุลธาตุวัดโดยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer และโบรอนวัดโดยวิธี Azomethine-H ตามวิธีการของห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Table 1)

การสกัดสารพฤกษเคมีและความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

เก็บใบพืชทดลองทุกใบในแต่ละต้นโดยตัดก้านใบชิดกับลำต้น และหั่นโดยละเอียดคลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอจากนั้นสุ่มมา 150 กรัม ในแต่ละหน่วยทดลอง เพื่อนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผงละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง ชั่งผงตัวอย่างมา 5 กรัม เติมเมทานอล 99.9% ปริมาณ 20 มล. สกัดโดยคลื่นอัลตราซาวน์ที่ความถี่ 60 เฮิร์ซ ณ อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเฉพาะสารสกัดที่ได้ไปใช้เพื่อตรวจวัดปริมาณสารพฤกษเคมีทั้ง 2 ชนิด และความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

วัดปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu ที่ดัดแปลงจากวิธีของ Yingngam *et al.* (2014) รายงานปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมดในหน่วยของ Gallic Acid Equivalent (GAE) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร โดย OD765 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง slope คือ ความชันจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค (0.006) dilution คือ ค่าการเจือจางตัวอย่างก่อนนำมาวิเคราะห์ (2 เท่า) volume คือ ปริมาณของสารสกัดทั้งหมด (20 มล.) และ W คือ น้ำหนักของตัวอย่างของพืชแห้ง (1 กรัม)

$$\text{mgGAE/gDW} = \left[\frac{\text{OD765}+0.0523}{\text{slope}}\right]\frac{\text{dilution x volume}}{1000 \text{ x W}}$$

วัดปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดโดยวิธี Aluminium trichloride ($AlCl_3$) ที่ดัดแปลงจากวิธีของ Kaewnarin *et al.* (2014) รายงานปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของเควอเซติน (Quercetin Equivalent: QE) ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร โดย OD415 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง slope คือ ความชันจากกราฟมาตรฐานเควอเซติน (0.0032) dilution คือ ค่าการเจือจางตัวอย่างก่อนนำมาวิเคราะห์ (5 เท่า) volume คือ ปริมาณของสารสกัดทั้งหมด (20 มล.) และ W คือ น้ำหนักของตัวอย่างของพืชแห้ง (1 กรัม)

$$\text{mgQE/gDW} = \left[\frac{\text{OD415}+0.0214}{\text{slope}}\right]\frac{\text{dilution x volume}}{1000 \text{ x W}}$$

Table 1 Chemical properties and plant nutrients content of three years transitioned-paddy soil to organic paddy soil (T-PSOPS), spent oyster mushroom Bhutan waste (SBOMW), dried azolla (DA) and dried goat manure (DGM)

Chemical properties and plant nutrients	T-PSOPS	SBOMW	DA	DGM
1. pH	6.38	6.42	N/A	8.41
2. EC ($\mu S\ cm^{-1}$)	9.00	3.12	N/A	12.55
3. OM (%)	0.49	N/A	N/A	N/A
4. N (%)	0.04	N/A	3.82	N/A
Exch.NH_4^+ - N (mg kg^{-1})	N/A	77.65	N/A	299.41
Exch. NO_3^- - N (mg kg^{-1})	N/A	< 5.00	N/A	77.65
5. CEC (cmolc kg^{-1})	4.39	N/A	N/A	N/A
6. total P (%)	N/A	0.30	0.57	0.32
Avail.P (mg kg^{-1})	28.41	N/A	N/A	N/A
7. total K (%)	N/A	0.55	2.75	2.46
Exch.K (mg kg^{-1})	6.32	N/A	N/A	N/A
8. total Ca (%)	N/A	2.09	1.67	1.27
Exch.Ca (mg kg^{-1})	465.80	N/A	N/A	N/A
9. total Mg (%)	N/A	0.37	0.28	0.52
Exch.Mg (mg kg^{-1})	26.22	N/A	N/A	N/A
10. total Fe (mg kg^{-1})	N/A	229.82	1,964.57	1,763.00
Avail.Fe (mg kg^{-1})	55.95	N/A	N/A	N/A
11. total Mn (mg kg^{-1})	N/A	190.47	2,136.17	1,235.33
Avail.Mn (mg kg^{-1})	15.78	N/A	N/A	N/A
12. total Zn (mg kg^{-1})	N/A	44.28	68.93	58.22
Avail.Zn (mg kg^{-1})	11.85	N/A	N/A	N/A

N/A = Not Available; Depending on the type of organic materials were analyzed.

ทดสอบความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay ที่ดัดแปลงจาก Yingngam *et al.* (2014) คำนวณค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) ของสารละลายมาตรฐานแอสคอร์บิคแอซิดในแต่ละความเข้มข้นจากสูตร

$$\% \text{ inhibition} = \frac{A_0(A_1-A_2)}{A_0} \times 100$$

โดย Ao คือ เมทานอล 0.30 มล. + สารละลาย DPPH 1.50 มล. A_1 คือ สารสกัดจากตัวอย่างพืช 0.30 มล. + สารละลาย DPPH 1.50 มล. และ A_2 คือสารสลัดจากตัวอย่างพืช 0.30 มล. + เมทานอล 1.50 มล. เปรียบเทียบค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระที่คำนวณได้กับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในรูปแอสคอร์บิคแอซิด จากสมการเส้นตรง y = 2.3871x – 5.2143, r^2 = 0.9915 ซึ่งสร้างจากกราฟมาตรฐานความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแอสคอร์บิคแอซิด โดย Y คือ ค่า % การยับยั้งอนุมูลอิสระ และ X คือ ความเข้มข้นของแอสคอร์บิกแอซิด คำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เมื่อเปรียบเทียบในรูปของแอสคอร์บิคแอซิด รายงานความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในหน่วยมิลลิกรัมวิตามินซีต่อพืชแห้ง 1 กรัม นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร โดย % inhibition คือ ค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ slope คือ ความชันจากกราฟมาตรฐานแอสคอร์บิกแอซิด (2.3871) dilution คือ ค่าการเจือตัวอย่างก่อนนำมาวิเคราะห์ (3 เท่า) volume คือ ปริมาณของสารละลายทั้งหมด (20 มล.) และ W คือ น้ำหนักของตัวอย่างผงพืชแห้ง (1 กรัม)

$$\text{mgVitC g}^{-1}\text{ DW} = \left[\frac{\%\text{inhibition}+5.2143}{\text{slope}}\right]\frac{\text{dilution x volume}}{1000 \text{ x W}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตรวจสอบคุณสมบัติตามข้อกำหนดเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความแปรปรวนก่อนดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ วิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเฉพาะสารพฤกษเคมีและความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ผลการวิจัย

ลักษณะการเจริญเติบโตปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิง

ความกว้างใบเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) คือ 15.90, 16.37 และ 16.11 ซม. ตามลำดับ เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงหรือมูลแพะชนิดละ 50% และการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงร่วมกับมูลแพะชนิดละ 25% ความยาวใบเฉลี่ยสูงที่สุด 26.92 ซม. และน้ำหนักแห้งของใบรวมก้านใบ เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 20.60 กรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงและมูลแพะชนิดละ 25% อย่างไรก็ตามการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 50% มีผลต่อความยาวก้านใบเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คือ 7.77 ซม. (Table 2)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ใบเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คือ 56.40 และ 56.59 SPADunit ตามลำดับ เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับมูลแพะ 50% หรือร่วมกับแหนแดงและมูลแพะ ชนิดละ 25% (Table 2)

Table 2 Leaf width (LW), leaf length (LL), petiole length (PL), leaf chlorophyll content (LCC) and dry weight of leaves including petioles (DWLIP) of collard green cv Morris Heading as supplemented with different ratio of organic materials

Treatments	LW (cm)	LL (cm)	PL (cm)	LCC (SPADunit)	DWLIP (g)
1. T-PSOPS 22 kg pb^{-1}	13.99b	19.60d	5.35d	50.36b	15.52c
2. T-PSOPS : SBOMW = 20:2 kg	13.27b	21.00c	7.28b	50.81b	17.08b
3. T-PSOPS : SBOMW 50% + DA50% = 20 : 2 kg	15.90a	23.52b	7.77a	50.33b	17.51b
4. T-PSOPS : SBOMW 50% + DGM50% = 20 : 2 kg	16.37a	23.27b	6.05c	56.40a	17.20b
5. T-PSOPS : SBOMW 50% + DA25% + DGM25% = 20 : 2 kg	16.11a	26.29a	7.57ab	56.59a	20.60a
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	**6.19**	**4.74**	**5.56**	**3.08**	**6.09**

Means in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT at 0.01.

** statistically significant difference at the 0.01 level

สารพฤกษเคมี

ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงหรือมูลแพะชนิดละ 50% หรือร่วมกับแหนแดงและมูลแพะชนิดละ 25% และการไม่เสริมวัสดุอินทรีย์ คือ 6.67, 7.71, 7.47 และ 7.31 mgGAE g^{-1} DW ตามลำดับ ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คือ 45.81 mgQE g^{-1} DW เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 50% ความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เป็นผลมาจากการเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงหรือมูลแพะชนิดละ 50% หรือร่วมกับแหนแดง 25% และมูลแพะ 25% คือ 4.72, 4.65 และ 4.72 mgVitC g^{-1} DW ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC) and antioxidant activity (AA) of collard green cv Morris Heading as supplemented with different ratio of organic materials

Treatments	TPC (mgGAE g^{-1} DW)	TFC (mgQE g^{-1} DW)	AA (mgVitC g^{-1} DW)
1. T-PSOPS 22 kg pb^{-1}	7.31a	34.34c	4.13ab
2. T-PSOPS : SBOMW = 20.2 kg	4.19b	27.98d	3.55b
3. T-PSOPS : SBOMW 50% + DA50% = 20 : 2 kg	6.67a	45.81a	4.72a
4. T-PSOPS : SBOMW 50% + DGM50% = 20 : 2 kg	7.71a	38.24b	4.65a
5. T-PSOPS : SBOMW 50% + DA25% + DGM25% = 20 : 2 kg	7.47a	35.52bc	4.72a
F-test	**	**	**
CV (%)	**13.89**	**7.71**	**13.59**

Means in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT at 0.01.

**statistically significant difference at the 0.01 level

วิจารณ์ผลการวิจัย

ความกว้างใบเฉลี่ยสูงที่สุดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเสริมด้วยแหนแดง และมูลแพะร่วมกับก้อนเห็ด แต่สูงกว่าการไม่เสริมวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด และการเสริมเฉพาะก้อนเห็ด แสดงให้เห็นว่าวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งมีปริมาณธาตุหลัก ธาตุรอง และจุลธาตุที่แตกต่างกัน (Table 1) โดยมีปริมาณธาตุอาหารทั้ง 3 กลุ่มในระดับต่ำ ดังนั้นการเสริมด้วยแหนแดงร่วมกับมูลแพะจึงช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าวได้ เนื่องจากมีผลต่อการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักและลดอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Jamaludin *et al*., 2012) การเสริมด้วยก้อนเห็ดที่หมักร่วมกับแหนแดงชนิดละ 50% มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียม (Table 1) ซึ่งไนโตรเจนเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างพืช (Mengel and Kirby, 2001) ในขณะที่โพแทสเซียมมีผลโดยทางอ้อมความยาวก้านใบ เนื่องจากเป็นธาตุเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยา และการสังเคราะห์โปรตีนในทุกขั้นตอน (Trakoonyingcharoen, 2021)

การเสริมเฉพาะก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับมูลแพะ 50% หรือร่วมกับแหนแดงและมูลแพะชนิดละ 50% มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนรวมกันจากทั้ง 3 แหล่ง เท่ากับ 4.1278% (Table 1) เนื่องจากเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของส่วนหัวที่ชอบน้ำของคลอโรฟิลล์ (Mohr and Schopfer, 1995) จึงมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ใบ (Brojovic and Stojanovic, 2005; Fritschi and Ray, 2007) นอกจากนี้แล้วธาตุฟอสฟอรัสที่พบในวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจมีผลต่อการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ใบเฉลี่ย เนื่องจากระดับของฟอสฟอรัสลดต่ำลงมีผลต่อการลดลงของคลอโรฟิลล์ (Hossain *et al.,* 2010) ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่พบในก้อนเห็ดมีปริมาณต่ำกว่าที่พบในมูลแพะและแหนแดง 4.5–5 เท่า (Table 1) การเสริมวัสดุอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด อาจมีผลต่อการสังเคราะห์

คลอโรฟิลล์ได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทในการคงสภาพโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ (Osotsapa, 2000) และการเพิ่มขึ้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว (Akanda *et al.,* 2012) การเสริมด้วยก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงและมูลแพะชนิดละ 25% มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารพืชที่เปลี่ยนแปลงไปซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง (Gardner *et al.,* 1985) จึงมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้ง

การเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดงหรือมูลแพะ 50% หรือแหนแดงร่วมกับมูลแพะ ชนิดละ 25% มีผลต่อปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงที่สุด เนื่องจากวิถีชีวสังเคราะห์ของสารประกอบฟีนอลิคเป็นผลมาจากเมแทบอลิซึมของคาร์บอนปฐมภูมิผ่านเข้าสู่วิถีชิกิมิค (Saltveit, 2010) และภายใต้สภาพการเจริญเติบโตตามปกติของพืชมีปริมาณคาร์บอนที่ถูกตรึงถึง 20% ถูกลำเลียงเข้าสู่วิถีชิกิเมท (Tohge *et al.,* 2013) การวิจัยนี้พบว่า มีสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดกับปริมาณคลอโรฟิลล์ใบ r = 0.432* (n = 30) เนื่องจากการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิคได้รับอิทธิพลจากการให้ปุ๋ยไนโตรเจน (Treutter, 2010) สอดคล้องกับผลการศึกษาในมะเขือเทศและเยรูซาเลมอาร์ทิโชค (Amarowicz, *et at*., 2020)

การเสริมแหนแดงที่หมักร่วมกับก้อนเห็ดชนิดละ 50% มีผลต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด เนื่องจากธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในวัสดุอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว (Table1) มีผลโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง น้ำตาลกลูโคสที่ได้ถูกใช้เป็นสารตั้งต้นของอีดีรีโทรส-4-ฟอสเฟตและฟอสโฟอีนอลไพรูเวท (Stern *et al*., 2003) ในการสังเคราะห์เฟนิลอะลานีนและฟลาโวนอยด์ตามลำดับ (Maeda and Dudareva, 2012) ระดับธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมมีผลต่อสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ (Alhasan and Al-Ameri, 2021) สอดคล้องกับผลการศึกษาในชาพุ่ม (Khathutshelo *et al.,* 2016) และโหระพา (Hanif *et al.,* 2017)

จากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (r=0.727**, n=30) และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (r=0.595**, n=30) ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์สารประกอบทั้ง 2 ชนิดต่อการสนับสนุนความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่พืชสร้างขึ้นเพื่อป้องกันความเสียหายจากออกซิเดชั่น (oxidative damage) อันเกิดจาก reactive oxygen species (ROS) ที่ถูกสร้างขึ้นในปริมาณมากภายในเซลล์ (Kasote *et al.,* 2015) โดยปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอันเป็นคุณสมบัติที่พบได้ทั่วไปในพืช (Li *et al.,* 2018) สอดคล้องกับการศึกษาในข้าว (Panhwar *et al.,* 2015) ซึ่งชนิดความเป็นประโยชน์และปริมาณในการให้ปุ๋ยมีอิทธิพลโดยทางอ้อมต่อชีวสังเคราะห์ของสารประกอบทุติยภูมิหลายชนิดในพืช (Naguib *et al.,* 2012)

สรุปผลการวิจัย

การเสริมก้อนเห็ดในอัตรา 50% ซึ่งหมักร่วมกับแหนแดง 25% และมูลแพะ 25% ลงในดินนา พบว่ามีผลต่อการเพิ่มความกว้างใบ ความยาวใบ คลอโรฟิลล์ใบ น้ำหนักแห้ง ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดและความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุด แต่การเสริมก้อนเห็ด 50% ที่หมักร่วมกับแหนแดง 50% ลงในดินนาระยะปรับเปลี่ยนสู่นาอินทรีย์มาแล้ว 3 ปี มีผลต่อการเพิ่มปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุด ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว เพื่อเสริมลงในดินนาระยะปรับเปลี่ยนสู่นาอินทรีย์มาแล้ว 3 ปี สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสร้างสารพฤกษเคมีของปูเล่พันธุ์มอริสเฮดดิงในสภาพถุงปลูกได้ และควรศึกษาการตอบสนองกับพืชผักกินใบที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ทั้งที่จัดอยู่ในวงศ์เดียวกันหรือต่างวงศ์ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกจากทั้ง 2 กรรมวิธีจากการสรุปผลการวิจัยนี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัยและพัฒนานวัตกรรม และสถานที่ทำการวิจัย และสถานีอุตุนิยมวิทยาสุรินทร์ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา

เอกสารอ้างอิง

Akanda, K.I., A.K.M. Azad-ud-Doula Prodhan, S. Rahman, M.S. Alam and S. Afrin. 2012. Effect of nitrogen and potassium on morpho-physiological characteristics of fine grain aromatic rice. **Journal of Agroforestry and Environment** 6(1) : 99–103.

Alhasan, A.S. and D.T. Al-Ameri. 2021. Effects of macronutrient fertilization on plant growth, essential oil content, and chemical composition in medicinal and aromatic plants grown under different environmental conditions: a review. **Natural Volatiles and Essential Oils** 8(6): 2588–2601.

Amarowicz, R., B. Cwalina-Ambroziak, M.A. Janiak and B. Bogucka. 2020. Effect of N fertilization on the content of phenolic compounds in Jerusalem artichoke *(Helianthus tuberosus* L.) tubers and their antioxidant capacity. **Agronomy** 10(8): 1–12. https://doi.org/10.3390/agronomy10081215

Bravo, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews** 56: 317–333.

Brojovic, B. and J. Stojanovic. 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. **Archives of Biological Science** 57(4): 283–290.

Fritschi, F.B. and J.D. Ray. 2007. Soybean leaf nitrogen, chlorophyll content, and chlorophyll a/b ratio. **Photosynthetica** 45(1): 92–98.

Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. **Physiology of Crop Plants.** Ames: Iowa State University Press. 327 p.

Hanif, M.A., H. Nawaz, M.A. Ayub, N. Tabassum, N. Kanwal, N. Rashid, M. Saleem and M. Ahmad. 2017. Evaluation of the effect of Zinc on the chemical composition and biological activity of basil essential oil by using Raman spectroscopy. **Industrial Crops and Products** 96: 91–101.

Hossain, Md. D., M.H. Musa, J. Talib and H. Jol. 2010. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium levels on kenaf (*Hisbicus cannabinus* L.) growth and photosynthesis under nutrient solution. **Journal of Agricultural Science** 2(2): 49–57.

Idowu, O.O. and M. Kadiri. 2013. Growth and yield response of okra to spent mushroom compost from the cultivation of *Pleurotus ostreatus* an edible mushroom. **Academia Journal of Agricultural Research** 1(3): 39–44.

Jamaludin, A.A., N.Z. Mahmood and N. Abdullah. 2012. Waste recycling: feasibility of saw dust based spent mushroom substrate and goat manure in vermicomposting. **Sains Malaysiana** 4(11): 1445–1450.

Kadiri, M. and Y. Mustapha. 2010. The use of spent mushroom substrate of *Lentinus subnudus* (Berk) as a soi conditioner for vegetables. **Bayero Journal of Pure and Applied Science** 3: 16–19.

Kaewnarin, K., H. Niamsup, L. Shank and N. Rakariyatham. 2014. Antioxidant and antiglycation activities of some edible and medicinal plants. **Chiang Mai Journal of Science** 41(1): 105–116.

Kaewsuralikhit, S. and P. Thongraa. 2014. **Study on Proportion of Azolla as Carrier for Phosphate Solubilizing Biofertilizer.** 9 p. *In* Research Report. Bangkok: Department of Agriculture. [in Thai]

Kasote, D.M., S.S. Katyare, M.V. Hegde and H. Bae. 2015. Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. **International Journal of Biological Sciences** 11(8): 982–991. https://doi.org/10.7150/ijbs.12096

Khatutshelo, M.V., N. Mpumelelo, N. Wonder and M.N. Fhatuwani. 2016. Effects of foliar spray application of selected micronutrients on the quality of bush tea. **HorTScience** 51(7): 873–879

Land Development Department. 2022. **Series Cni soil series group15hi**. Retrieved from https://iddindee.ldd.go.th/SoilSeries/Ch_3/16_Series_(Cni).pdf [in Thai]

Li, M., P.W. Paré, J. Zhang, T. Kang, Z. Zhang, D. Yang, K. Wank and H. Xing. 2018. Antioxidant capacity connection with phenolic and flavonoid content in chinese medicinal herbs. **Record of Natural Products** 12(3): 239–250.

Maeda, H. and N. Dudareva. 2012. The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. **Annual Review of Plant Biology** 63: 73–105. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105439

Mengel, K. and E.A. Kirby. 2001. **Principle of Plant Nutrition.** 5th Ed. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 849 p.

Mohr, H. and P. Schopfer. 1995. **Plant Physiology.** Berlin: Springer-Verlag. 629 p.

Naguib, A. E-M. M., F.K. El-Baz, Z.A. Salaman, H.A.E.B. Hanaa, H.F. Ali and A.A. Gaafar. 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences** 11(2): 135–142.

Obidola, S.M., I.I. Iro and Z.A. Rebeca. 2019. Influence of organic manure and inorganic fertilizer on the growth, yield and phytochemical constituents of cabbage (*Brassica oleracea*). **Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research** 4(1): 1–9.

Office of Science for Land Development. 2024. **Average amount of nutrients in different types of dry animal manure.** Retrieved from https://worldsoilday.ldd.go.th/Data/3_poster/th/poster_TH4_6364b60bcb6fb.pdf [in Thai]

Osotsapa, Y. 2000. **Plant Nutrients.** 1st Ed. Bangkok: Kasetsart University Press. 424 p. [in Thai]

Panhwar, Q.A., U.A. Naher, O. Radziah, J. Shamshuddin, I. Mohd Razi, S.S. Dipti and M.T. Karabalei Aghamolki. 2015. Quality and antioxidant activity of rice grown on alluvial soil amended with Zn, Cu and Mo. **South African Journal of Botany** 98: 77–83.

Sakunasing, P. and K. Kangsadalampai. 2008. Different antimutagenicity against urethane between conventionally and organically grown cruciferous vetgetables (*Brassica* spp.). **Thai Journal of Toxicology** 23(2): 126–134.

Saltveit, M.E. 2010. Synthesis and Metabolism of Phenolic Compounds. pp. 89–100. *In* de la Rosa, L.A., E. Alvarez-Parrilla and G.A. González-Aguilar (eds.). **Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value, and Stability.** Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.

Stephen, J.M. 1994. **Collards-*Brassica oleracea* L. (Acephala group).** Retrieved from https://edis.ifas.ufl.edu/publication/MV053.

Stern, K.R., S. Jansky and J.E. Bidlack. 2003. **Introductory Plant Biology.** 9th Ed. New York: McGraw-Hill. 624 p.

Tohge, T., M. Watanabe, R. Hoefgen and A.R. Fernie. 2013. Shikimate and phenylalanine biosynthesis in the green lineage. **Frontiers in Plant Science** 4: 1–13. https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00062

Trakoonyingcharoen, P. 2021. Potassium for Plant Growth. **Thai Journal of Soils and Fertilizers** 43(1): 10–27. [in Thai]

Treutter, D. 2010. Managing phenol contents in crop plants by phytochemical farming and breeding - visions and constraints. **International Journal of Molecular Sciences** 11(3): 807–857

Vetrano, F., A. Miceli, A. Moncada, G. Mutazza and C. Romando. 2013. Collard green (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cultivation in Sicily. **Acta Hortic** 1005: 471–477. https://doi.org/10.17660/AactaHtortic.2013.1005.57

Yingngam, B., M. Monschein and A. Brantner. 2014. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Cratoxylum formosum* ssp. *formosum* leaves using central composite design and evaluation of its protective ability against H_2O_2-incuced cell death. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine** 7(Suppl. 1): 5497–5505.