

ความแปรปรวนของปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของงา 22 พันธุ์

Variation of sesamin content and antioxidant activity of sesame 22 varieties

อิทธิพล ขิมภูเขียว^{1*} และ ปริญดา แฉ่งขัน¹

Ittipon Khuimhukhieo^{1*} and Parinda Khaengkhan¹

บทคัดย่อ: การศึกษาความแปรปรวนของปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในแหล่งพันธุ์กรรมงาเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์งาเพื่อเพิ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของงา 22 พันธุ์/สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 22 พันธุ์/สายพันธุ์ 4 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์ปริมาณเซซามินด้วย HPLC และทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วย DPPH assay ผลการทดลองพบว่าพันธุ์งาที่ศึกษามีปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ปริมาณเซซามินของงา 22 พันธุ์/สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 1.08 – 5.01 มก./ก. พบว่าพันธุ์ขาวพื้นเมืองลาวมีปริมาณเซซามินมากที่สุด (5.01 มก./ก.) รองลงมาคือพันธุ์ C-plus 1 มข. 1 CM-53 และ WL9 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตามสีของเมล็ด พบว่าเมล็ดสีขาวมีปริมาณเซซามินมากกว่าเมล็ดสีดำและแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) สำหรับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันพบว่า งาพันธุ์ มข 2 มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด ($IC_{50} = 24.00$ มก./มล.) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ WL9 ขาวพื้นเมืองลาว มก 18 และมหาสารคาม 60 นอกจากนี้พบว่าเมล็ดสีแดงมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้น้อยกว่างาดำและงาขาว ข้อมูลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงพันธุ์งาที่มีศักยภาพในลักษณะปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งทางด้านอาหาร ยาเสริม และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง หรือเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์งาเพื่อเพิ่มปริมาณเซซามินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: *Sesamum indicum* L., สารต้านอนุมูลอิสระ, HPLC, DPPH, แหล่งพันธุ์กรรม

ABSTRACT: The study on variation of germplasm for sesamin content and antioxidant activity is an important for sesame breeding for improvement of useful bioactive compound. The objectives of this experiment were to study of sesamin content and antioxidant activity of 22 sesame cultivars/lines. The experimental design was laid out in RCBD, using 22 cultivars/lines with 4 replications. Data were recorded for sesamin content using HPLC and antioxidant activity by DPPH assay. The results showed significant different ($P \leq 0.01$) in sesamin content and antioxidant activity among sesame cultivars/lines. Sesamin content was ranged from 1.08 – 5.01 mg/g grain, which White-Lao cultivar had the highest sesamin content (5.01 mg/g grain) followed by C-plus 1, KCU1 CM-53 and WL9. Based on the seed coat color the white grain color had significantly sesamin content ($P \leq 0.01$) higher than those with black and red color. KCU2 cultivar had the highest antioxidant activity ($IC_{50} = 24.00$ mg/ml), but not significant different with WL9, White-Lao, KU18 and Mahasarakham 60. Cultivars with red grain color were antioxidant activity less than those with black and white color.

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ กาฬสินธุ์ 46000

Division of Plant Production Technology, Faculty of Agro-industrial Technology, Kalasin University, Kalasin 46000

* Corresponding author: ittipon49@hotmail.com

The results of this study exhibited potential of cultivars/lines having high sesamin content and antioxidant activity, which is benefit for food, pharmaceuticals, cosmetic industries and important information for further sesame breeding program for higher for sesamin content and antioxidant activity.

Keywords: *Sesamum indicum* L., antioxidant, HPLC, DPPH, germplasm

บทนำ

งา (*Sesamum indicum* L.) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Pedaliaceae มีถิ่นกำเนิดบริเวณแถบประเทศเอธิโอเปีย ทวีปแอฟริกา เมล็ดงาประกอบด้วยไขมันประมาณร้อยละ 50 ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีโปรตีนประมาณร้อยละ 20 นอกจากนี้ยังประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต เส้นใย และอุดมไปด้วยกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายและเป็นชนิดที่พบได้น้อยมากในพืชชนิดอื่น เช่น เมทไธโอนีน (methionine) และทริปโตเฟน (tryptophan) (มนตรา และคณะ, 2557) นอกจากนี้ในเมล็ดงายังมีสารต้านอนุมูลอิสระจำพวกสารประกอบลิกแนน (lignan) ลิกแนนไกลโคไซด์ (lignan glycoside) และโทโคฟีรอล (tocopherol) (Lee et al., 2008) โดยสามารถพบได้ในส่วนต่างๆ เช่น เปลือกงา เมล็ดงา และน้ำมันงา (นิอร, 2553) เซซามิน (sesamin) เป็นสารในกลุ่มลิกแนนที่พบในเมล็ดงา (Shyu and Hwang, 2002; Rangkadilok et al., 2010) มีรายงานวิจัยพบว่า เซซามินมีฤทธิ์ในการเพิ่มอัตราการกำจัดสารพิษ ด้านแบคทีเรีย มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระช่วยยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอล ยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอลในตับ (ศัลยา, 2547) ลดความดันโลหิต และจุลินทรีย์ในลำไส้ของมนุษย์สามารถเปลี่ยนสารเซซามินเป็นสารเอนเทอโรแลกโตน (enterolactone) ได้ (Penalvo et al., 2005) มีรายงานว่าสารเอนเทอโรแลกโตนช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคเรื้อรังบางชนิดได้ เช่น โรคมะเร็ง (Pietinen et al., 2001) และโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Vanharanta et al., 2003) ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่างาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทำให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภค และมีการนำเมล็ดงาไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น อาหาร และ

เครื่องสำอาง นอกจากนี้ปัจจุบันมีการสกัดเซซามินบริสุทธิ์จากงาจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอย่างแพร่หลาย ดังนั้นการศึกษาปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในแหล่งพันธุกรรม (germplasm) ของงาที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มลักษณะดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรดำเนินการ

แหล่งพันธุกรรมและข้อมูลความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะที่สนใจในเชื้อพันธุกรรมเป็นข้อมูลสำคัญเบื้องต้นที่จำเป็นในการปรับปรุงพันธุ์ (อิทธิพล และคณะ, 2560) Rangkadilok et al. (2010) รายงานว่าปริมาณเซซามินของพันธุ์งาในประเทศไทยมีค่าระหว่าง n.d-7.23 มก./ก. ประสาร และคณะ (2548) ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของงา 25 พันธุ์พบว่าพันธุ์ มข. 2 มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันดีที่สุด อย่างไรก็ตามข้อมูลปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของพันธุ์งาในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนพันธุ์งาที่มีอยู่ในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาดังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของงา 22 พันธุ์/สายพันธุ์ ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการบริโภค การแปรรูป และเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

พันธุ์งาที่ใช้ศึกษานี้ได้รับความอนุเคราะห์จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี รวมทั้งหมด 22 พันธุ์/สายพันธุ์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ พันธุ์พื้นเมือง (landrace) สายพันธุ์

ดีเด่น (elite lines) และพันธุ์แนะนำ (recommended cultivars) (Table 1)

การปลูกและดูแลรักษา

ปลูกงาทั้ง 22 พันธุ์/สายพันธุ์ ในต้นฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2559 ณ ไร่ฝึกทดลอง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกจำนวน 3 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 4 เมตร (ขนาดแปลง 4 ตารางเมตร/แปลงย่อย) ปลูกงาโดยโรยเป็นแถว หลังออก 10 วัน ถอนแยกให้เหลือประมาณ 10 ต้นต่อความยาวแถว 1 เมตร ใช้ระยะปลูก 50x10 ซม. เมื่องามีอายุ 15 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ให้น้ำในระบบสปริงเกอร์ (sprinkler system) กำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม และเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะสุกแก่โดยสังเกตจากฝักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองประมาณ 1 ใน 4 ของลำต้น เมล็ดค่อนข้างเต่งตึงและเปลี่ยนสีตามพันธุ์ (อภิชาติ, 2545) เก็บเกี่ยวงาแยกแต่ละแปลงย่อย (ไม่เก็บต้นที่อยู่หัวและท้ายแถว) โดยใช้เคียวเกี่ยว ต่ำกว่าฝักกลางเล็กน้อยจากนั้นนำไปตากแดดแล้วคือนวด หลังจากนั้นสุมเมล็ดงาที่เก็บเกี่ยวได้ จำนวน 10 ก./แปลงย่อย เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

การวิเคราะห์ปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

การเตรียมตัวอย่างเมล็ดงา

ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Rangkadilok et al. (2010) โดยอบเมล็ดงาที่สุ่มมาจำนวน 10 ก. ให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดงาที่ผ่านการอบมาบดให้ละเอียดแล้วเก็บในอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งตัวอย่างงา 400 มก. ใส่ในหลอดพลาสติกขนาด 15 มล. จากนั้นสกัดตัวอย่างงาด้วยเมทานอล 80% ปริมาตร 5 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง

(centrifuge) ที่ 2,000g อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที นำส่วนที่เป็นน้ำสกัดใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มล. และสกัดส่วนที่ตกตะกอนอีกครั้งด้วยเมทานอล 80% ปริมาตร 4 มล. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 2,000g อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที แล้วนำส่วนที่เป็นน้ำรวมกันกับสารที่สกัดครั้งแรก ปรับปริมาตรให้ครบ 10 มล. ด้วยเมทานอล 80% กรองด้วยหัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร Nylon ก่อนเข้าเครื่อง HPLC

การวิเคราะห์ปริมาณเซซามินด้วย HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

การวิเคราะห์ปริมาณเซซามินด้วยเครื่อง HPLC (Shimadzu SPD-M20A; Diode array detector) ดัดแปลงมาจาก Rangkadilok et al. (2010) ใช้คอลัมน์ C₁₈ (Inertsil ODS-3 GL Science Ins, Made in Japan) ขนาด 4.6 x 250 มม., 5 ไมโครเมตร และใช้การวัดคอลัมน์ Inertsil ODS-3 อุณหภูมิคอลัมน์ 25 องศาเซลเซียส (CTO-20A) เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) A คือ น้ำ เฟสเคลื่อนที่ B คือ เมทานอล (Merck, KGaA, Germany) ในระบบเกรเดียนท์ (gradient system) ดังนี้ นาที่ที่ 0-5 เฟสเคลื่อนที่ B 5-18% นาที่ที่ 5-10 เฟสเคลื่อนที่ B 18-35% นาที่ที่ 10-15 เฟสเคลื่อนที่ B 35-62% นาที่ที่ 15-20 เฟสเคลื่อนที่ B 80% นาที่ที่ 20-25 เฟสเคลื่อนที่ B 80% และนาที่ที่ 25-30 เฟสเคลื่อนที่ B 80-5% อัตราการไหล 1 มล./นาที่ ปริมาณการฉีด (inject volume) 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว 280 นาโนเมตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐานเซซามิน (sesamin standard) โดยชั่ง sesamin (Sigma-Aldrich) 5 มก. ปรับปริมาตรด้วย absolute methanol ในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 มล. ได้สารละลายเข้มข้น 1,000 มก./ล. จากนั้นเจือจางสารละลายเข้มข้น 1, 5, 10, 50, 100, 250, 500, 750 และ 1,000 มก./ล. กรองตัวอย่างด้วยหัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร Nylon แล้วนำไปฉีดปริมาตร 20 ไมโครลิตร อัตราการไหล 1 มล./นาที่ จากนั้นสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์

ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายเซซามินกับพื้นที่ใต้พีค (peak) และคำนวณหาค่า Linear regression ทำ 2 ซ้ำ ($r^2 = 0.99$)

ทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วย 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazylhydrate (DPPH) assay

เตรียมสารละลาย DPPH โดยชั่ง DPPH (MW 394.32) 1 มก. ละลายด้วยเมทานอล 6.25 มล. (0.406 มิลลิโมลาร์) ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปิดด้วยพาราฟิล์ม หุ้มด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ และเขย่าอยู่ตลอดเวลาด้วยเครื่องเขย่า จากนั้นเตรียมตัวอย่างหาความเข้มข้น 0.078 – 40 มก./มล. ด้วยเมทานอล 80% ดูดสารละลายแต่ละความเข้มข้นมา 100 ไมโครลิตร เติมนเมทานอล 100 ไมโครลิตร และสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ 50 ไมโครลิตร ได้ปริมาตรในแต่ละหลุมเท่ากับ 250 ไมโครลิตร ทำ 3 ซ้ำต่อไม่โครเพลทด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ ทิ้งไว้ในที่มีดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบน Microplate reader (ASYS UVM 340) สำหรับการเตรียมสารละลายวิตามินอี (α -tocopherol) (Sigma-Aldrich) สารมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบเตรียมความเข้มข้นเดียวกับตัวอย่าง นำค่าที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้นหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาคำนวณ %

inhibition จากสมการ:

$$\% \text{inhibition} = 1 - \left\{ \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \right\} \times 100$$

เมื่อ A sample = absorbance ที่วัดได้ของสารสกัดตัวอย่างที่ผสมกับ methanolic DPPH radical

A control = absorbance ที่วัดได้จาก methanolic DPPH radical ผสมกับตัวทำละลายที่ใช้คำนวณหาความเข้มข้นที่จับอนุมูลอิสระได้ 50% (The half maximal inhibitory concentration; IC_{50}) โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร (มก./มล.) กับ %inhibition

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple's range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบปริมาณเซซามินและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันระหว่างกลุ่มตามสีของเมล็ดงา โดยการแยก sum of squares ของทรีตเมนต์ (treatments) (ไพศาล, 2535) และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเซซามินกับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธีเพียร์สัน (Pearson's correlation)

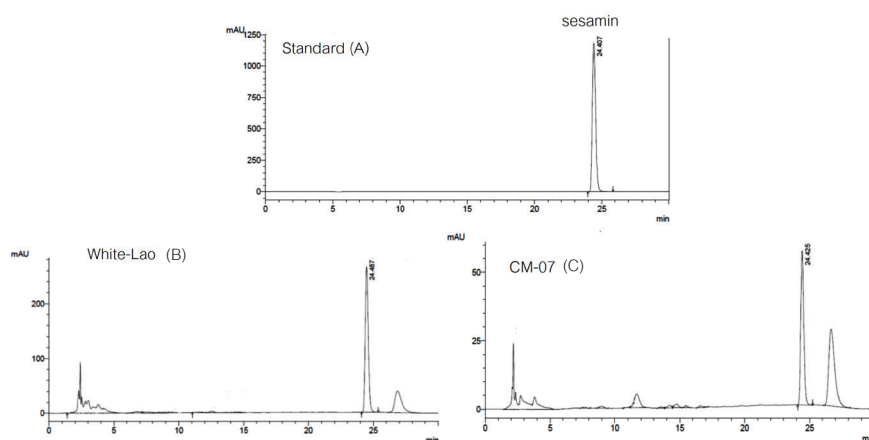


Figure 1 HPLC fingerprints of standard sample concentration 1,000 mg/l (A) sesame grain cultivars white-Lao (B) and CM-07 (C)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณเซซามินในเมล็ดงา 22 พันธุ์/สายพันธุ์

การศึกษาปริมาณเซซามินในเมล็ดงาพบว่า งาทั้ง 22 พันธุ์/สายพันธุ์มีปริมาณเซซามินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยปริมาณเซซามินมีค่าตั้งแต่ 1.08 - 5.01 มก./ก. และมีค่าเฉลี่ย 2.57 มก./ก. (Table 1) ให้ผลใกล้เคียงกับ Rangkadilok et al. (2010) ที่พบว่าปริมาณเซซามินของพันธุ์งาในประเทศไทยมีค่าระหว่าง n.d. - 7.23 มก./ก. และมีค่าเฉลี่ย 1.55 มก./ก. Fukuda et al. (1988) ศึกษาปริมาณเซซามินจากแหล่งพันธุ์กรรมของงาพบว่ามีความระหว่าง 0.1 - 10.0 มก./ก. ส่วน Wang et al. (2013) ศึกษาจากพันธุ์งาในประเทศจีนพบว่าปริมาณเซซามินมีค่าระหว่าง 0.82 - 11.05 มก./ก. และมีค่าเฉลี่ย 5.19 มก./ก. ปริมาณเซซามินในเมล็ดงามีความแตกต่างกันเนื่องจากพันธุ์กรรมและสภาพแวดล้อม เช่น ดิน การให้น้ำและปุ๋ย และสภาพอากาศ (Rangkadilok et al., 2010) ในการทดลองนี้พบว่าพันธุ์ขาวพื้นเมืองลาวมีปริมาณเซซามินมากที่สุด (5.01 มก./ก.) (Table 1, Figure 1; B) รองลงมาคือพันธุ์ C-plus 1 (3.84 มก./ก.) มข.1 (3.68 มก./ก.) CM-53 (3.51 มก./ก.) และ WL9

(3.39 มก./ก.) ขณะที่พันธุ์ CM-07 มีปริมาณเซซามินน้อยที่สุด (1.08 มก./ก.) (Table 1, Figure 1; C) การศึกษานี้ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Rangkadilok et al. (2010) ที่พบว่าพันธุ์ C-plus 1 มีปริมาณเซซามินมากกว่า C-plus 2 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตามสีเมล็ดงา พบว่าพันธุ์งาที่มีเมล็ดสีขาว (3.23 มก./ก.) มีปริมาณเซซามินมากกว่างาดำ (2.08 มก./ก.) และงาแดง (2.19 มก./ก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ขณะที่งาเมล็ดสีดำและสีแดงมีปริมาณเซซามินไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) (Figure 2; A) ให้ผลสอดคล้องกับ Wang et al. (2012) ที่รายงานว่างาเมล็ดสีขาวมีปริมาณเซซามินมากที่สุด รองลงมาคืองาเมล็ดสีเหลือง สีน้ำตาล และสีดำ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Tashiro et al. (1990); Wang et al. (2013) พบว่างาเมล็ดสีขาวมีปริมาณเซซามินมากกว่าเมล็ดสีดำ ในทางตรงกันข้าม Pathank et al. (2014) พบว่างาเมล็ดสีดำมีปริมาณเซซามินมากกว่าเมล็ดสีขาว อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานที่ชัดเจนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสีของเมล็ดกับการสังเคราะห์สารลิแกนในเมล็ดงา (Wang et al., 2013)

Table 1 Sesamin content and antioxidant activity in 22 sesame cultivars/lines

Cultivars/lines	Type	Seed color	Source ^{1/}	Sesamin content (mg/g grain)	IC ₅₀ (mg/ml) ^{2/}
White-Lao	Landrace	White	UBU	5.01 ^a	29.89 ^{bcd}
Kanchanaburi	Landrace	Black	UBU	1.62 ^j	34.94 ^{ab}
WL9	Landrace	White	UBFCRC	3.39 ^{bcd}	24.25 ^{cd}
BL5	Landrace	Black	UBFCRC	2.20 ^{ij}	>40.00
MKS-I-84001	Elite line	Black	UBFCRC	1.97 ⁱ	35.52 ^{ab}
MKS-I-83042-1	Elite line	Black	UBFCRC	1.72 ^{kl}	32.28 ^{abc}
MR36	Elite line	Black	UBFCRC	1.81 ^{kl}	>40.00
MR13	Elite line	Red	UBFCRC	2.14 ^{h-k}	>40.00
Mahasarakham 60	Recommended	White	UBFCRC	1.64 ^l	31.56 ^{a-d}
Roi-et1	Recommended	White	UBFCRC	2.74 ^{efg}	36.18 ^{ab}
Red UB1	Recommended	Red	UBFCRC	1.67 ^{kl}	>40.00
Red UB 2	Recommended	Red	UBFCRC	2.49 ^{gh}	>40.00
White UB 2	Recommended	White	UBFCRC	2.29 ^{gj}	34.93 ^{ab}
Black UB 3	Recommended	Black	UBFCRC	2.39 ^{fi}	37.59 ^{ab}
KKU1	Recommended	White	KKU	3.68 ^b	38.22 ^{ab}
KKU2	Recommended	Black	KKU	3.10 ^{cde}	24.00 ^d
KKU3	Recommended	Red	KKU	2.44 ^{fi}	>40.00
CM-53	Recommended	White	KU	3.51 ^{bc}	35.70 ^{ab}
KU18	Recommended	Black	KU	2.81 ^{ef}	30.50 ^{bcd}
CM-07	Recommended	Black	KU	1.08 ^m	>40.00
C-plus 1	Recommended	White	KU	3.84 ^b	34.45 ^{ab}
C-plus 2	Recommended	White	KU	2.97 ^{de}	39.37 ^a
F-test				**	**
C.V.(%)				11.99	15.35

** Significant at $P \leq 0.01$, means in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT ($P \leq 0.05$)

^{1/}UBU = Ubon Ratchathani University, UBFCRC = Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, KKKU = Khon Kaen University and KU = Kasetsart University ^{2/}Analysis of variance from 15 genotypes (df = 14)

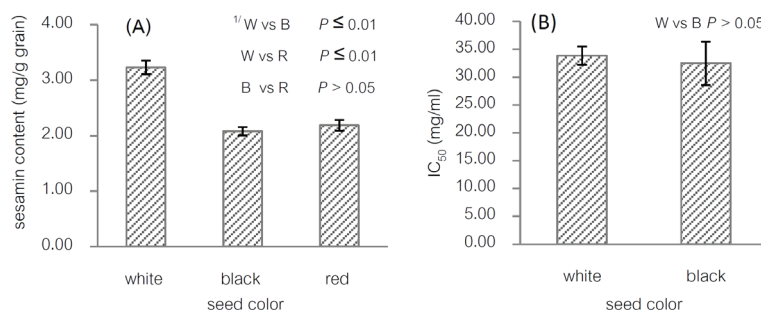


Figure 2 Comparison between group of seed color for sesamin content (A) and antioxidant activity (B) $^{1/2}W$ = white seed color, B = black seed color and R = red seed color

ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันรายงานเป็นค่า IC_{50} หมายถึง ความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระลดลง 50% (เกสรี และคณะ, 2558) สำหรับการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วย DPPH assay ของงาทั้ง 22 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ MR36 MR13 BL5 แดง อุบลราชธานี 1 แดง อุบลราชธานี 2 มข 3 และ CM-07 จับอนุมูลอิสระได้น้อยกว่า 50% ที่ความเข้มข้น 40 มก./มล. ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุด จึงไม่สามารถคำนวณค่า IC_{50} ได้ชี้ให้เห็นว่าพันธุ์เหล่านี้มีค่า $IC_{50} > 40$ มก./มล. ส่วนพันธุ์ที่จับอนุมูลอิสระได้มากกว่า 50% จำนวน 15 พันธุ์ เมื่อคำนวณค่า IC_{50} และวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าทั้ง 15 พันธุ์/สายพันธุ์ มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยมีค่า IC_{50} ระหว่าง 24.00 – 39.37 มก./มล. และไม่พบพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีเท่ากับ วิตามินอี ($IC_{50} = 0.36$ มก./มล.) ซึ่งเป็นสารมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบพบว่าพันธุ์ มข 2 มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด ($IC_{50} = 24.00$ มก./มล.) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ WL9 ($IC_{50} = 24.25$ มก./มล.) ขาวพื้นเมืองลาว ($IC_{50} = 29.89$ มก./มล.) มก 18 ($IC_{50} = 30.50$ มก./มล.) และมหาสารคาม 60 ($IC_{50} = 31.56$ มก./มล.) (Table 1) ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ ประสาร และคณะ (2548) ที่พบว่างาพันธุ์ มข 2 มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุดจากงาที่ศึกษาทั้งหมด

25 พันธุ์ ขณะที่ ประวิทย์ และ จิตตินันท์ (2559) ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในเมล็ดงาดำ พบว่ามีค่า $IC_{50} = 195.12$ มก. ส่วน บังอร และคณะ (2546) พบว่าเมล็ดงาดำ ($IC_{50} = 500$ มก./มล.) มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันน้อยกว่ากากงาดำ ($IC_{50} = 45.45$ มก./มล.) และน้ำมันงาดำ ($IC_{50} = 166.67$ มก./มล.) ส่วน มนตรา และคณะ (2557) พบว่ากากงาขาว กากงาดำ และกากงาแดงที่ไม่ผ่านการอบมีค่า $IC_{50} = 0.83 \pm 0.14$, 0.89 ± 0.13 และ 2.7 ± 0.43 มก./มล. ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มตามสีของเมล็ด พบว่าพันธุ์ที่มีเมล็ดสีแดงทุกพันธุ์ในการศึกษาครั้งนี้ (MR13 แดง อุบลราชธานี 1 แดง อุบลราชธานี 2 และ มข 3) จับอนุมูลอิสระได้น้อยกว่า 50% ที่ความเข้มข้นสูงสุด ($IC_{50} > 40.0$ มก./มล.) ในทางตรงกันข้ามพันธุ์ที่มีเมล็ดสีขาวทุกพันธุ์สามารถจับอนุมูลอิสระได้มากกว่า 50% และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันระหว่างกลุ่มตามสีเมล็ดพบว่ากลุ่มเมล็ดสีดำ ($IC_{50} = 32.47$ มก./มล.) กับกลุ่มเมล็ดสีขาว ($IC_{50} = 33.84$ มก./มล.) มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Figure 2; B) ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่างาเมล็ดสีแดงมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้น้อยกว่างาขาวและงาดำ (โสภิตา และคณะ, 2548; ประสาร และคณะ, 2546; มนตรา และคณะ, 2557) การศึกษากันนี้พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเซซามินกับฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ($r = -0.197$, $P > 0.05$) เนื่องจากเซซามินเป็นเพียง

ส่วนหนึ่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่หลายชนิดในเมล็ดงา เช่น วิตามินอี เซซาโมลิน และเซซามอล (ศัลยา, 2547) มีรายงานว่าเซซามินความเข้มข้นต่ำไม่พบฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน (มนตรา และคณะ, 2557) นอกจากนี้มีรายงานว่าเมล็ดงาต้องผ่านกระบวนการบางอย่าง เช่น การคั่ว เพื่อทำให้สารที่อยู่ในน้ำมันเปลี่ยนเป็นสารที่มีฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน (นาถิศา และคณะ, 2551) ซึ่งการคั่วหรือการอบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารในเมล็ดงา เช่น เซซามินหรือเซซาโมลินเปลี่ยนไปเป็นสารในกลุ่มลิแกแนนด์อื่น เช่น เซซามอล (Osawa et al., 1985; Fukuda, 1990) ซึ่งเซซามอล ($IC_{50} < 0.0020$ มก./มล.) มีฤทธิ์ด้านออกซิเดชันได้ดีกว่าเซซามิน ($IC_{50} > 0.031$ มก./มล.) (มนตรา และคณะ, 2557)

เมื่อพิจารณาปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันจากผลการศึกษาค้นคว้านี้ร่วมกับการให้ผลผลิตของงาพันธุ์เหล่านี้ที่รายงานโดย อิทธิพล และคณะ (2560) พบว่าสายพันธุ์ WL9 เหมาะสำหรับการปลูกเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการใช้ประโยชน์จากเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน เนื่องจากมีผลผลิต (ต้นฤดูฝน 140.5 กก./ไร่ และปลายฤดูฝน 82.8 กก./ไร่) ปริมาณเซซามิน (3.39 มก./ก.) และฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน ($IC_{50} = 24.25$ มก./มล.) อยู่ในระดับสูง ส่วนพันธุ์ขาวพื้นเมืองลาวถึงแม้จะมีปริมาณเซซามิน (5.01 มก./ก.) และฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน ($IC_{50} = 29.89$ มก./มล.) อยู่ในระดับสูง แต่มีผลผลิตต่ำ (ต้นฤดูฝน 79.2 กก./ไร่ และปลายฤดูฝน 69.4 กก./ไร่) (อิทธิพล และคณะ, 2560) จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน อย่างไรก็ตามการศึกษาค้นคว้านี้ทำการศึกษาปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันจากเมล็ดงาที่ปลูกเพียงฤดูกาลเดียว ซึ่งสภาพแวดล้อมการปลูกที่แตกต่างกันส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของปริมาณเซซามินในเมล็ดงา (Yasumoto and Katsuta, 2006; Rangkadilok et al., 2010) และฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน (Wu et al., 2004) ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาความเสถียรภาพของปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันของงาในหลายๆ สภาพแวดล้อม

ความแตกต่างระหว่างพันธุกรรมของปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันในการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์งาเพื่อเพิ่มปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั้งต่อการนำมาบริโภค หรือ การนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

สรุป

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สรุปได้ว่ามีความแตกต่างของปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันของพันธุ์งาที่นำมาศึกษา พันธุ์ขาวพื้นเมืองลาวมีปริมาณเซซามินมากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ C-plus 1 มข1 และ WL9 โดยจากกลุ่มเมล็ดสีขาวมีปริมาณเซซามินมากกว่ากลุ่มเมล็ดสีดำและสีแดง สำหรับฤทธิ์ด้านออกซิเดชันพบว่า งาพันธุ์ มข 2 มีฤทธิ์ด้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด แต่ไม่ต่างกับสายพันธุ์ WL9 ชาวพื้นเมืองลาว มก18 และมหาสารคาม 60 งากลุ่มเมล็ดสีแดงมีฤทธิ์ด้านออกซิเดชันได้น้อยกว่ากลุ่มเมล็ดสีขาวและสีดำ ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้านี้จะเป็นประโยชน์ต่อโครงการปรับปรุงพันธุ์งาเพื่อเพิ่มปริมาณเซซามินและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันในอนาคต

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์งาในการศึกษาค้นคว้า ขอขอบคุณนายลิขิต แดนกาไสย และนายชูชาติ เนตรแก้ว นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่ช่วยเก็บข้อมูล และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- เกสรี่ กลิ่นสุคนธ์, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, ประภัสสร รักถาวร และลลิตา ศษารัตน์. 2558. การประเมินคุณสมบัติด้านอนุมูลอิสระและด้านเชื้อแบคทีเรียของพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. น. 1077-1084. ใน: ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 3-6 กุมภาพันธ์ 2558. กรุงเทพฯ.
- นาถธิดา วีระปรียากร นงนุชเศรษฐเสถียร นฤมล ลีลา ยุวัฒน์ ชาตรี เศรษฐเสถียร นันทรัตน์ ไหมมานะ สิ้น ผดุงขวัญ จิตโรภาส เทวัญ สุวานิช และภัทรพงศ์ มกรเวช. 2551. การเตรียมผลิตภัณฑ์จากกากงาในการป้องกันโรคทางระบบหลอดเลือดและหัวใจ (ปีที่ 2). รายงานวิจัยทุนสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นิอร ชุมศรี. 2553. การใช้ประโยชน์สารสกัดกากงากำจัดไขมันเป็นสารต้านออกซิเดชันในน้ำมันบริโภค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- บังอร ศรีพานิชกุลชัย, นาถธิดา วีระปรียากร, และแคทรียา สุทธานุช. 2546.ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในเมล็ดงา กากงา และน้ำมันงาที่ได้จากกระบวนการบีบอัดเย็น. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประวิทย์ สันติวัฒนา และจิตตินันท์ ปานประไพ. 2559. การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม มะเขือเทศ และงาดำ. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 15: 1-13.

- ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, ปวีณา พงษ์ดนตรี และประสิทธิ์ ใจคิด. 2546. การศึกษาความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดงา. น. 33-39. ใน: ประชุมวิชาการงานทางวันละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 3 11-12 ธันวาคม 2546. ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, ปวีณา พงษ์ดนตรี, และประสิทธิ์ ใจคิด. 2548. การศึกษาความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดงา. แก่นเกษตร. 32: 164-171.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- มนตรา ศรีชะแย้ม, นาถธิดา วีระปรียากร, และพนมพร ศรีบัวรินทร์. 2557. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในหลอดทดลองของเมล็ดงาขาว ดำ และ แดง. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน. 10: 136-146.
- ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. 2547. เซซามินกับสุขภาพ (Sesamin and health). วารสารโภชนาบำบัด. 15: 98-105.
- โสภิตา สมคิด, สายสุนีย์ รังสิปิยกุล, กัลยารัตน์ หมื่นวณิชกุล, อรรณพ กสิวิวัฒน์, อ้อยทิน จันทรเมือง, อานนท์ มลิพันธุ์, เบญจมาศ คำสืบ และนฤทัย วรสถิตย์. 2548. ปริมาณน้ำมันชนิดของกรดไขมัน และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในงาสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน. ใน: การประชุมวิชาการ งานทางวันละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 4. 16-18 พฤศจิกายน 2548. โรงแรมเนวาด้าแกรนด์, อุบลราชธานี.

- อภิชาติ ผลเกิด. 2545. เทคโนโลยีการปลูกงา. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- อิทธิพล ชีมภูเขียว, ปริญญา แข็งขัน, เอกรินทร์ สารีพัฑ และ อรวรรณ รักสงฆ์. 2560. อัตราพันธุ์กรรมและสหัสสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของงา (*Sesamum indicum* L.). วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 4: รวการตีพิมพ์.
- Fukuda, Y. 1990. Food chemical studies on antioxidant in sesame seed. Nippon Shokushi Kogyo Gakkaishi. 37: 484-492.
- Fukuda, Y., T. Osawa, S. Kawagishi and M. Namiki. 1988. Comparison of contents of sesamol and lignin antioxidants in sesame seed cultivated in Japan. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 35: 483-486.
- Lee, J.Y., Y.S. Lee and E.C. Choe. 2008. Effects of sesamol, sesamin and sesamol extracted from roasted sesame oil on the thermal oxidation of methyl linoleate. LWT-Food Science and Technology. 42: 1871-1875.
- Osawa, T., M. Nagata, M. Namiki and Y. Fuguda. 1985. Sesamolinal, a novel antioxidant isolated from sesame seed. Agric. Biol. Chem. 49: 33-51.
- Pathank, N., K.A. Rai, S. Saha, S. Walia, K.S. Sen and V.K. Bhat. 2014. Quantitative dissection of antioxidative bioactive components in cultivate and wild sesame germplasm reveals potentially exploitable wide genetic variability. Crop Sci. Biotechnol. 17: 127-139.
- Penalvo, J.L., S.M. Heinonen, A.M. Aura and H. Adlercreutz. 2005. Dietary sesamin is converted to enterolactone in humans. J. Nutr. 135: 1056-1062.
- Pietinen, P., K. Stumpf, S. Mannisto, V. Kataja, M. Uusitupa and H. Adlercreutz. 2001. Serum enterolactone and risk of breast cancer: a case-control study in eastern Finland. Cancer Epidemiol. Biomark. Prev. 10: 339-344.
- Rangkadilok, N., N., Pholphana, C. Mahidol., W. Wongyai, K. Saensooksree, S. Nookabkaew and J. Satayavivad. 2010. Variation of sesamin, sesamol and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. Food Chemistry. 122: 724 -730.
- Shyu, Y.S. and L.S. Hwang. 2002. Antioxidative activity of the crude extract of lignin glycosides from unroasted Burma black sesame meal. Food Research International 35: 357-365.
- Tashiro, T., Y. Fukuda, T. Osawa and M. Kamiki. 1990. Oil and minor components of sesame (*Sesamum indicum* L.) strains. J. Am. Oil Chem. Soc. 67: 508-511.
- Vanharanta, M., S. Voutilainen, T.H. Rissanen, H. Adlercreutz and J.T. Salonen. 2003. Risk of cardiovascular disease-related and all-cause death according to serum concentrations of enterolactone: Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. Arch. Intern. Med. 163: 1099-1104.

- Wang, L., Y. Zhang, P. Li, X. Wang, W. Zhang, W. Wei and X. Zhang. 2012. HPLC Analysis of seed sesamin and sesamol in variation in a sesame germplasm collection in China. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 89: 1011-1020.
- Wang, L., Y. Zhang, P. Li, W. Zhang, X. Wang, X. Qi and X. Zhang. 2013. Variation of sesamin and sesamol contents in sesame cultivars from China. *Pak. J. Bot.* 45: 177-182.
- Wu, X., G.R. Beecher, J.M. Holden and D.B. Haytowitz. 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.* 52: 4026-4037.
- Yasumoto, S. and M. Katsuta. 2006. Breeding a high-lignan-content sesame cultivar in the prospect of promoting metabolic functionality. *JARQ.* 40: 123-129.