Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 287-290 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 287-290 (2554)

ผลของอายุการเก็บเกี่ยวของเหง้าขิงต่อปริมาณ 6-gingerol และคุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน

Effect of Harvest Maturity of Ginger (*Zingiber officinale*) Rhizomes on 6-gingerol Content and Antioxidant Capacity

ธิดารัตน์ พีรภาคย์[1] และศศิธร ตรงจิตภักดี[1, 2]

Thidarat Peerapak[1] and Sasitorn Tongchitpakdee[1,2]

Abstract

Effect of harvest maturity of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes on 6-gingerol content and antioxidant capacity was investigated. Fresh gingers were harvested at 4, 6, 8, 10, 12 and14 months (mn) after transplanting. 6-Gingerol content was identified using high performance thin layer chromatography (HPTLC). Antioxidant capacity was evaluated using total phenols and 2, 2-diphenly-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assays. The results showed that 6-gingerol and antioxidant capacity of ginger rhizomes increased as maturity increased. However, there was no significant difference in 6-gingerol content or antioxidant capacity between the rhizomes harvested at 12 and 14 months (P>0.05). The 6-gingerol content of 12-to-14-month-old rhizomes was 17.1 to 17.5 mg/ g dry weight while the total phenolic content and DPPH radical scavenging capacity were 30.9 to 31.2 mg gallic acid equivalent/ g dry weight and 27.9 to 28.3 mg ascorbic acid equivalent/ g dried weight, respectively. There was a positive correlation between 6-gingerol and antioxidant capacity (r>0.87).

Keywords: maturity, 6-gingerol, antioxidant capacity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณ 6-gingerol และสมบัติการต้านออกซิเดชันของขิง โดยเก็บเกี่ยวเหง้าขิงสดที่มีอายุ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 เดือน หลังการย้ายปลูก และศึกษาปริมาณ 6-gingerol ด้วยวิธี high performance thin layer chromatography (HPTLC) รวมทั้งศึกษาสมบัติการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี total phenols assay และ 2, 2-diphenly-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay จากผลการทดลองพบว่า เมื่อขิงแก่มากขึ้นจะมีปริมาณ 6-gingerol และสมบัติการต้านออกซิเดชันเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เหง้าขิงที่มีอายุ 12 เดือน และ 14 เดือนมีปริมาณ 6-gingerol และสมบัติการต้านออกซิเดชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) โดยขิงที่มีอายุ 12 และ 14 เดือน มีปริมาณ 6-gingerol ในช่วง 17.1 ถึง 17.5 มิลลิกรัมในตัวอย่าง 1 กรัม น้ำหนักแห้ง ในขณะที่ปริมาณฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูล DPPH มีค่าในช่วง 30.9 ถึง 31.2 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิคในตัวอย่าง 1 กรัมน้ำหนักแห้ง และ 27.9 ถึง 28.3 มิลลิกรัมสมมูลกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่าง 1 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปริมาณ 6-gingerol และสมบัติการต้านออกซิเดชัน (r>0.877)

คำสำคัญ: ระยะการเจริญเติบโต, 6-จินเจอรอล, สมบัติการต้านออกซิเดชัน

คำนำ

ขิงเป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดชนิดหนึ่งของโลก เนื่องมาจากประโยชน์อันหลากหลาย โดยทั่วไปนิยมใช้เป็นเครื่องเทศ เครื่องปรุงรสในอาหารและเครื่องดื่ม สารสำคัญของขิงได้แก่ สารประกอบในกลุ่ม gingerols เป็นสารประกอบฟีนอลิกคีโตน ช่วยลดการอักเสบ (anti-inflammatory) ลดอาการปวด (analgesic) ในผู้ป่วยโรค rheumatism และเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) เป็นต้น นอกจากนี้ gingerols ยังทำหน้าที่คล้ายกับแอสไพรินซึ่งช่วยป้องกัน เลือดจับตัวแข็งเป็นก้อนได้ดีกว่ากระเทียมหรือหอม (เพ็ญนภา, 2545) 6-gingerol [1-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-5-hydroxy-3-decanone] คือสารประกอบฟีนอลหลักของสารในกลุ่ม gingerols (Jiang *et al*., 2008) มีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ ต้านการอักเสบ ต้านออกซิเดชัน ต้านการก่อกลายพันธุ์ ต้านสารก่อมะเร็ง ต้านการปฏิกิริยาของ

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Bangkok 10900

เซลล์มะเร็ง (Chen *et al*., 2009) ในงานวิจัยนี้ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวของเหง้าขิงที่ให้ปริมาณ 6-gingerol และสมบัติการต้านออกซิเดชันมากที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์แก่ ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม การแพทย์ และงานวิจัย ในการเลือกช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวขิงเพื่อให้ได้ปริมาณ 6-gingerol และสารสำคัญที่มีฤทธิต้านออกซิเดชันมากที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเหง้าขิงที่เก็บเกี่ยวจากจังหวัดนครปฐมที่มีอายุ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 เดือน หลังการย้ายปลูกมาล้างทำความสะอาด ทำแห้งแบบใช้ลมร้อนด้วยตู้ทำแห้งแบบใช้ลมร้อน (hot-air drying) ด้วยอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง สกัดด้วย Soxhlet apparatus เวลา 9 ชั่วโมง ด้วยเมทานอล ระเหยด้วย rotary evaporator (Rai *et al*., 2006) จากนั้นตรวจสอบปริมาณ 6-gingerol ด้วยเทคนิค high performance thin layer chromatography (HPTLC) โดยดัดแปลงวิธีของ Rout and Mirsha (2009) ใช้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (mobile phase) คือ hexane : acetone (7.2:2.8 v/v) และตรวจสอบค่าการดูดกลืนแสงที่ 286 นาโนเมตร นอกจากนี้นำสารสกัดมาตรวจสอบคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันโดย วัดปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดด้วยวิธี total phenols assay โดยใช้วิธีที่ดัดแปลงมาจาก Kim and Lee (2002) และวัดคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ 2, 2-diphenly-1-picrylhydrazyl (DPPH) ด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity โดยใช้วิธีที่ดัดแปลงมาจาก Singh *et al*. (2002) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ค่า สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ด้วยวิธี Pearson ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์การทดลอง

จากผลการทดลองโดยทั่วไปพบว่าเมื่ออายุของเหง้าขิงเพิ่มขึ้น ปริมาณ 6-gingerol สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของขิงจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าขิง ที่มีอายุ 12 และ14 เดือน หลังการย้ายปลูก มีปริมาณ 6-gingerol อยู่ในช่วง 17.1 ถึง 17.5 มิลลิกรัมในตัวอย่าง 1 กรัม น้ำหนักแห้ง ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดอยู่ในช่วง 30.9 ถึง 31.2 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิคในตัวอย่าง 1 กรัมน้ำหนักแห้ง และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วง 27.9 ถึง 28.3 มิลลิกรัมสมมูลกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่าง 1 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Fig. 1) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการรายงานของ ศิรินทิพย์ และสิงหนาท (2551) ที่พบว่าขิงจากจังหวัดเพชรบูรณ์ ประเทศไทย มีปริมาณ 6-gingerol สูงที่สุดเมื่อมีอายุ 10-12 เดือน หลังการย้ายปลูก นอกจากนี้มีรายงานปริมาณ 6-gingerol ของขิงที่ปลูกในฮาวาย โดยพบว่าเมื่อขิงมีอายุเพิ่มมากขึ้น ปริมาณ 6-gingerol น้ำมันซัน (oleoresin oil) และสารสำคัญต่างๆของขิงจะเพิ่มมากขึ้นด้วย (Baranowski, 1986) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณ 6-gingerol กับปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.877 และ 0.905 ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่าปริมาณ 6-gingerol สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก (Fig. 2)

ในปี ค.ศ. 1980 Denniff *et al*. รายงานว่า 6-gingerol เกิดจากการสังเคราะห์ของ ferric acid malonate และ hexanoyl ซึ่งสังเคราะห์ได้สารตัวกลาง (*intermediate*) เช่น สารประกอบ 1-dehydro-6-gingerdione สารดังกล่าวเป็นสารประกอบฟีนอลที่มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันสูง และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามเนื้อเยื่อในเหง้าขิงที่มีอายุเพิ่มมากขึ้น จากรายงานดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณ 6-gingerol เมื่อเหง้าขิงมีอายุเพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลให้สารประกอบฟีนอลทั้งหมดของขิงเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก 6-gingerol เป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลหลักของขิง นอกจากนี้โครงสร้างของ 6-gingerol ประกอบด้วยวงอะโรมาติกเชื่อมด้วยหมู่ ไฮดรอกซิลและหมู่เมทท็อกซิลในตำแหน่งออโท จึงมีสมบัติการต้านออกซิเดชัน (Wu, 2007) ดังนั้นเมื่อปริมาณ 6-gingerol เพิ่มมากขึ้นจึงอาจส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น ทำให้คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มมากขึ้น

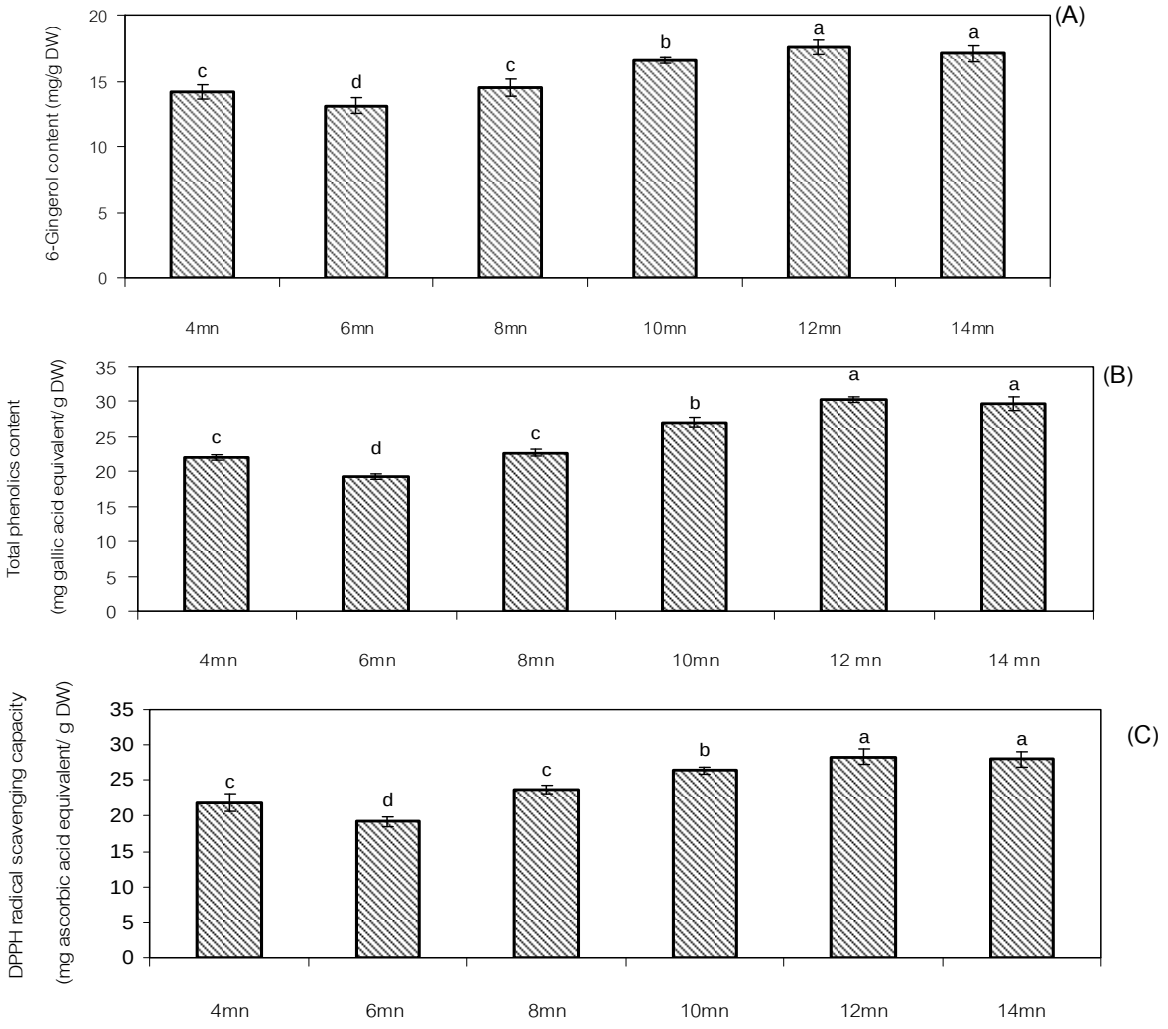

Fig.1 6-Gingerol content (A), total phenolic content (B) and DPPH radical scavenging capacity (C) of 4-to-14-month-old ginger rhizomes.
a-e Different letters show significant difference at $p \leq 0.05$.

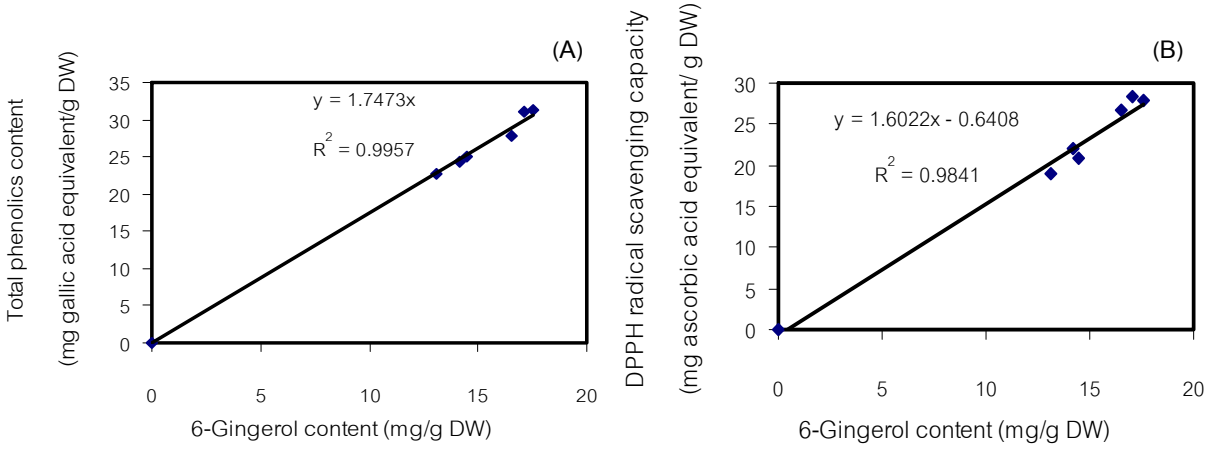

Fig. 2 Correlations between 6-Gingerol content and total phenols content (A) and between 6-gingerol content and DPPH radical scavenging capacity (B)

ในระยะการเจริญเติบโต 4 เดือน หลังการย้ายปลูก เหง้าขิงมีปริมาณ 6-gingerol สารประกอบฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าระยะการเจริญเติบโต 6 เดือนหลังการย้ายปลูกเล็กน้อย สอดคล้องกับผลการทดลองของ Baranowski (1986) ที่พบว่า 6-gingerol ในขิงสายพันธุ์ฮาวายมีปริมาณเพิ่มขึ้นและลดต่ำลงก่อนจะสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อเข้าสู่

ระยะการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยปริมาณ 6-gingerol สูงขึ้นจนถึง สัปดาห์ที่ 16 หลังการย้ายปลูก จากนั้นปริมาณ 6-gingerol ลดต่ำลง และเริ่มเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 24 หลังการย้ายปลูก อาจเนื่องมาจากความผันแปรของสภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน แร่ธาตุในดิน และอุณหภูมิเฉลี่ยส่งผลต่อปริมาณ 6-gingerol แตกต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต (Baranowski *et al*,. 1986; Bailey-Shaw *et al*., 2008) ซึ่งในการทดลองนี้ เก็บเกี่ยวขิงมีอายุ 4 เดือน หลังการย้ายปลูกในเดือนสิงหาคม ตรงกับช่วงฤดูฝนของประเทศไทย(เดือนพฤษภาคม ถึง กันยายน) ส่วนเหง้าขิงที่มีอายุ 6 เดือน หลังการย้ายปลูกเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม ซึ่งตรงกับช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย(เดือนตุลาคม ถึง มกราคม) ในฤดูหนาวปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าในช่วงฤดูฝน ด้วยเหตุผลดังกล่าวอาจทำให้ขิงที่มีอายุ 6 เดือน หลังการย้ายปลูก มีปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของขิงน้อยกว่าขิงที่เก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุ 4 เดือน หลังการย้ายปลูก Weiss (1997) รายงานปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญในขิงซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน โดยพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,500-3,000 มิลลิเมตร เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของขิง

สรุปผลการทดลอง

เหง้าขิงที่มีอายุ 12-14 เดือน หลังการย้ายปลูกมีปริมาณ 6-gingerol สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด ดังนั้นจึงเป็นอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ปริมาณ 6-gingerol และสมบัติการต้านออกซิเดชันของขิงดีที่สุด

คำขอบคุณ

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัย และ ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ. ดร. ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2545. สาระน่ารู้เกี่ยวกับสมุนไพรในชีวิตประจำวัน. พิมพ์ครั้งที่ 1 วารสารองค์การเภสัชกรรม 28.

ศิรินทิพย์ หนองแสง และสิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2551. การพัฒนากระบวนการทำแห้งขิง โดยการทำแห้งแบบใช้ลมร้อน และการทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ. น. 167 *ใน* **การสัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 6**. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Bailey-Shaw, Y.A., L.A.D. Williams, G-A.O. Junor, C.E. Green, S.L. Hibbert, C.N.A. Salmon and M. Smith. 2008. Changes in the contents of oleoresin and pungent bioactive principles of Jamaican ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.) during Maturation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 56: 5564-5571.

Baranowski, J.D. 1986. Changes in solids, oleoresin, and (6)-gingerol content of ginger during growth in Hawaii. **HortScience**. 21(1):14-146.

Chen C.Y., Y.W. Li and S-Y. Kuo. 2009. Effect of [10]-gingerol on [Ca2+]i and cell death in human colorectal cancer cells. **Molecules**. 14: 959-969.

Denniff P, I. Macloed and D.A. Whiting. 1980. Studies in the biosynthesis of [6]-gingerol, pungent principle of ginger (*Zingiber officinale*). **Journal of the Chemical *Society*, *Perkin Transactions*** 1: 2637-2644.

Jiang, S.Z., N.S. Wang and S.Q. Mi. 2008. Plasma pharmacokinetics and tissue distribution of [6]-gingerol in rats. **Biopharnaceutics and Drug Disposition** 29(9): 529-537.

Kim, D.O. and C.Y. Lee. 2002. Extraction and isolation of polyphenolics. *In* R.E. Wrolstad (eds.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, New York, Wiley. pp I1.2.1-12.

Rai, S., K. Mukherjee, M. Mal, A. Wahile, B.P. Saha and P.K. Mukhejee. 2006. Determination of [6]-gingerol in ginger (*Zingiber officinale*) using high-performance thin-layer chromatography. **Journal of Seperation Science** 29: 2292-2295.

Rout, K.K. and S.K. Mishra. 2009. Efficient and sensitive method for quantitative analysis of 6-gingerol in marketed ayurvedic formulation. **Journal of Planar Chromatography** 22(2): 127-131.

Singh, R. P., M. Chaidamdara, and G. K. Jayaprakasha. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using *in vitro* models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 50:81-86.

Weiss, E.A.1997. Essential Oil Crops. CAB International, Wallingford, UK. 600p.

Wu, H. 2007. **Isolation and characterization of natural products from ginger and *Allium ursinum***. Ph.D. Thesis. Rutgers State University of New Jersey - New Brunswick.