

อิทธิพลของการพรางแสงและวัสดุคลุมแปลงที่มีต่อปริมาณเทอร์พีนอยด์
ฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระของเหง้ากระชายดำ

**Effect of Shading and Mulching on Terpenoids, Total Phenolic Contents
and Radical Scavenging of *Kaempferia parviflora* Wall ex Baker Rhizomes**

เสริมสกุล พจนการุณ

Sermsakul Pojanagaroon

ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (ภูเรือ) เลข 42160

Loei Plant and Plant Production Material Technical Service Center (Phurua), Loei, Thailand 42160

E-mail: sskdoa@hotmail.com

Abstract

The research was conducted to study the effect of shading and mulching on terpenoids contents, total phenolic contents and radical scavenging of Krachai-Dam (*Kaempferia parviflora*) rhizomes. The first experiment was arranged in randomized complete block design (RCB) with 4 treatments, Krachai-dam was grown under 50, 60 and 70% shading and control (no shading). The second experiment was arranged in RCB with 3 treatments, which was mulched with colon grass, rice straw and no mulching (control) under 60% shading. 'Phurua-10' Krachai-Dam was grown during May 2008 to January 2009 at Plant and Plant Production Material Technical Service Center, Phurua, Loei (950 m asl).

The results revealed that the higher level of shading resulted in the higher content of the 5 sesquiterpenoids in *Kaempferia parviflora* hexane extracts; germacrene D, α -copaene, β -elemene, α -humulene and trans-carophyllene. The total phenolic content (TP) tended to increase under shading. On the other hand, 70% shading exhibited the lowest IC₅₀ and it tended to increase under the reduction of shading. The 60 and 70% shading showed the lower L* and higher a* values of internal rhizomes than those of 50% shading and no shading; however, the 70% shading showed significantly lower b* value than that of 50 and 60% shading and no shading. Mulching with colon grass and rice straw gave the similar results in TP and radical scavenging. Regardless of mulching, the 5 sesquiterpenoids contents and L* and a* color values of internal rhizomes were not significantly different; however, mulching with colon grass and rice straw gave the lowest b* value.

Keywords: *Kaempferia parviflora*, shading, mulching, chemical composition

บทคัดย่อ

ศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงและวัสดุคลุมแปลงที่มีต่อปริมาณสารเทอร์ปีนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระของเหง้ากระชายดำ การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (RCB) มี 4 กรรมวิธี คือ การปลูกในโรงเรือนที่คลุมหลังคาด้วยตาข่ายสีดำชนิดพรางแสงร้อยละ 50, 60 และ 70 เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ปลูกกลางแจ้ง) การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (RCB) มี 3 กรรมวิธี ได้แก่ การคลุมแปลงกระชายดำด้วยหญ้าคา และฟางข้าว และการไม่คลุมแปลง (วิธีการควบคุม) โดยปลูกภายใต้โรงเรือนพรางแสงร้อยละ 60 ปลูกกระชายดำพันธุ์ 'ภูเรือ-10' ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2551 ถึงมกราคม 2552 ณ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย (950 เมตรจากระดับน้ำทะเล)

ผลการศึกษา พบว่า ระดับความเข้มของการพรางแสงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารเซสควิเทอร์ปีนอยด์ 5 ชนิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ในสารสกัดเฮกเซนกระชายดำ คือ germacrene D, α -copaene, β -elemene, α -humulene และ trans-carophyllene และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการพรางแสง ขณะที่การพรางแสงร้อยละ 70 มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด และ IC_{50} มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการพรางแสงลดลง การพรางแสงร้อยละ 70 และ 60 มีค่า L^* ต่ำกว่า แต่มี a^* สูงกว่าการพรางแสงร้อยละ 50 และการปลูกกลางแจ้ง ขณะที่การพรางแสงร้อยละ 70 มีค่า b^* ต่ำกว่าการปลูกกลางแจ้งกับการพรางแสงร้อยละ 50 และ 60 อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการคลุมแปลงด้วยหญ้าคา และฟางข้าว มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันของปริมาณสารเซสควิ-

เทอร์ปีนอยด์ 5 ชนิด และค่า L^* และ a^* ในเหง้ากระชายดำระหว่างการคลุมและไม่คลุมแปลง แต่การคลุมแปลงด้วยหญ้าคาและฟางข้าว มีค่า b^* ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: กระชายดำ พรางแสง และวัสดุคลุมแปลง องค์ประกอบทางเคมี

คำนำ

กระชายดำ (Krachai-Dam) เป็นพืชล้มลุกอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Kaempferia parviflora* Wall ex Baker (เต็ม, 2544) เป็นสมุนไพรที่ได้รับการขนานนามว่าเป็น 'โสมไทย' มีสรรพคุณบำรุงกำลัง (ประเชิญ และสุเทพ, 2542) และได้รับการยืนยันทางเภสัชวิทยาว่า สารสกัดเอธานอลกระชายดำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ใกล้เคียงกับวิตามินอี (เสริมสกุล และไชยยง, 2547) จากการศึกษาสายพันธุ์กระชายดำที่รวบรวมจากแหล่งปลูกการค้า 12 แหล่ง ในจังหวัดเลย พินธุโลก และเพชรบูรณ์ สามารถจำแนกสายพันธุ์กระชายดำออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สายพันธุ์ 'ใบแดง' (มีสีเนื้อในเหง้า 'สีเข้ม') และสายพันธุ์ 'ใบเขียว' (สีเนื้อในเหง้า 'สีจาง') ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้รับรองขึ้นทะเบียนพันธุ์กระชายดำไว้ 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ 'ภูเรือ-10' (สายพันธุ์ 'ใบแดง') และพันธุ์ 'ภูเรือ-12' (สายพันธุ์ 'ใบเขียว') งานวิจัยนี้จะใช้กระชายดำพันธุ์ 'ภูเรือ-10' (สายพันธุ์ 'ใบแดง') ในการศึกษา เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด และได้รับการยืนยันว่ามีฤทธิ์ต้านการเกิดอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด (เสริมสกุล และไชยยง, 2547) และมีปริมาณ flavonoids 11 ชนิด สูงถึง 40.27 มก./ก. ของเหง้ากระชายดำแห้ง (Sutthanut et al., 2007) จากการศึกษาอิทธิพลของร่มเงาที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพกระชายดำ ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ระดับความสูงของพื้นที่ 204 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ฤดูกาลปลูกปี 2545-2546 พบว่า การปลูก

กระชายดำภายใต้สภาพพรางแสงร้อยละ 70 ทำให้กระชายดำมีการเจริญเติบโตสูงสุดตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต มีจำนวนหัว/กอ น้ำหนักสดหัวเฉลี่ย/หัว น้ำหนักสดหัว/กอ สูงและมีผลผลิตต่อไร่สูงที่สุดถึง 1,512.01 กก./ไร่ และได้แนะนำให้เกษตรกรในพื้นที่ราบภาคตะวันออก เนียงเหนือต้องการปลูกกระชายดำเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูง ควรใช้ตาข่ายพลาสติกสีดำพรางแสงร้อยละ 70 หรือ 50 ร่วมกับใช้ปุ๋ยคอก (มูลไก่) อัตรา 3,000 กก./ไร่ ผสมคลุกเคล้ากับดินปลูกโดยให้ระดับของตาข่ายสูงจากพื้นดิน 1.50 เมตร แต่ละแปลงห่างกันประมาณ 2 เมตร ใช้ระยะปลูก 30x30 ซม. (ทวีเกียรติ และศิวพร, 2546) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวมิได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีและเภสัชแต่อย่างใด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเน้นศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงและวัสดุคลุมแปลงที่มีต่อคุณภาพผลผลิตเหง้ากระชายดำด้านสีเนื้อในเหง้าในระบบ $L^* a^* b^*$ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระ และปริมาณสารกลุ่มเซสควิเทอร์ฟีนอยด์ที่แสดงฤทธิ์ต้านความเหนียวล้าเช่นเดียวกับโสมเกาหลี (เสริมสกุล และคณะ, 2552)

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงและวัสดุคลุมแปลงที่มีต่อคุณภาพผลผลิตเหง้ากระชายดำ สำหรับการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (RCBD) มี 4 กรรมวิธี คือ การปลูกในโรงเรือนลักษณะหน้าจั่ว ขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร และสูง 3 เมตร หลังคาคลุมด้วยตาข่ายต่างชนิดเพื่อให้สามารถพรางแสงได้ในระดับที่แตกต่างกัน คือ คลุมหลังคาด้วยตาข่ายสีดำชนิดพรางแสงร้อยละ 50, 60 และ 70 เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ปลูกกลางแจ้ง) การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (RCBD) มี 3 กรรมวิธี ได้แก่ การคลุมแปลงกระชายดำด้วยหญ้าคาและฟางข้าว และการไม่คลุมแปลง

(ชุดควบคุม) โดยปลูกภายใต้โรงเรือนพรางแสงร้อยละ 60 พันธุ์กระชายดำที่ใช้ได้แก่ พันธุ์ 'ภูเรือ-10 (ร่วมเกล้า)' (พันธุ์ 'ใบแดง') ปลูกในฤดูกาลปลูกปี 2551-2552 ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2551 ถึงมกราคม 2552 ณ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (ภูเรือ) อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย (ระดับความสูงของพื้นที่ 950 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ศึกษาคุณภาพผลผลิตเหง้ากระชายดำ 4 ด้าน ดังนี้

คุณภาพเหง้ากระชายดำด้านการเกิดสีเนื้อในเหง้า
ทำการวัดสีเนื้อในเหง้ากระชายดำด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ MINOLTA รุ่น CR-300 บันทึกค่าแกนสี a^* L^* และ b^* (เสริมสกุล และเชวง, 2547)

คุณภาพเหง้ากระชายดำด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบเมทานอลจากเหง้ากระชายดำโดยวิธี Folin-Ciocalteu (รัตติยา, 2544; Zoecklein *et al.*, 1995) รายงานผลเปรียบเทียบกับกรดแกลลิก (Gallic acid equivalent, GAE)

คุณภาพเหง้ากระชายดำด้านค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

ร้อยละความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยการดักจับอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay (Aruoma *et al.*, 1997) ของสารสกัดหยาบเมทานอลจากเหง้ากระชายดำ โดยใช้ 50% Inhibitory concentration (IC_{50}) ในการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ถ้า IC_{50} ของสารสกัดหยาบเมทานอลจากเหง้าที่ปลูกตามกรรมวิธีใดมีค่าต่ำ แสดงว่า เหง้าที่ได้จากกรรมวิธีนั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้า IC_{50} ของสารสกัดหยาบเมทานอลจากเหง้าที่ปลูกตามกรรมวิธีใดมีค่าสูง แสดงว่า เหง้าที่ได้จากกรรมวิธีนั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำ

คุณภาพเหง้ากระชายดำด้านปริมาณสาร
กลุ่มเซสควิเทอร์พีนอยด์

นำเหง้ากระชายดำที่ปลูกทดสอบมาทำการ
ผ่านเป็นแผ่นบางๆ ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วสกัดด้วยตัว
ทำละลายเฮกเซน โดยการหมักตัวอย่างเหง้ากระชาย
ดำแห้ง จำนวน 25 กรัม กับตัวทำละลายเฮกเซน 25 มล.
โดยใช้ o-xylene เป็น internal standard เป็นเวลา 5 วัน
ระเหยแห้งภายใต้ความดันต่ำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส
นำสารสกัดเฮกเซนจากเหง้ากระชายดำมาทำการ
วิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยเครื่อง
แก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC-MS)
ของกลุ่มสารเซสควิเทอร์พีนอยด์ 5 ชนิด ได้แก่

germacrene D, α -copaene, β -elemene, α -humulene
และ trans-carophyllene โดยใช้ผลรวมขององค์ประกอบ
ทั้ง 5 ชนิด เป็นเกณฑ์ในการศึกษา กล่าวคือ กรรมวิธี
ที่มีผลรวมขององค์ประกอบดังกล่าวสูงที่สุด แสดงว่ามี
ฤทธิ์ด้านความเหนียวล้าสูงที่สุด (เสริมสกุล และคณะ,
2552) สภาวะที่ใช้แยก คือ oven temperature 120-150
องศาเซลเซียส อัตราการไหลของแก๊สพา 1 องศาเซลเซียส/
นาที่ scan mass ระหว่าง 29-320 m/z (Figure 1)

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ณ ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่

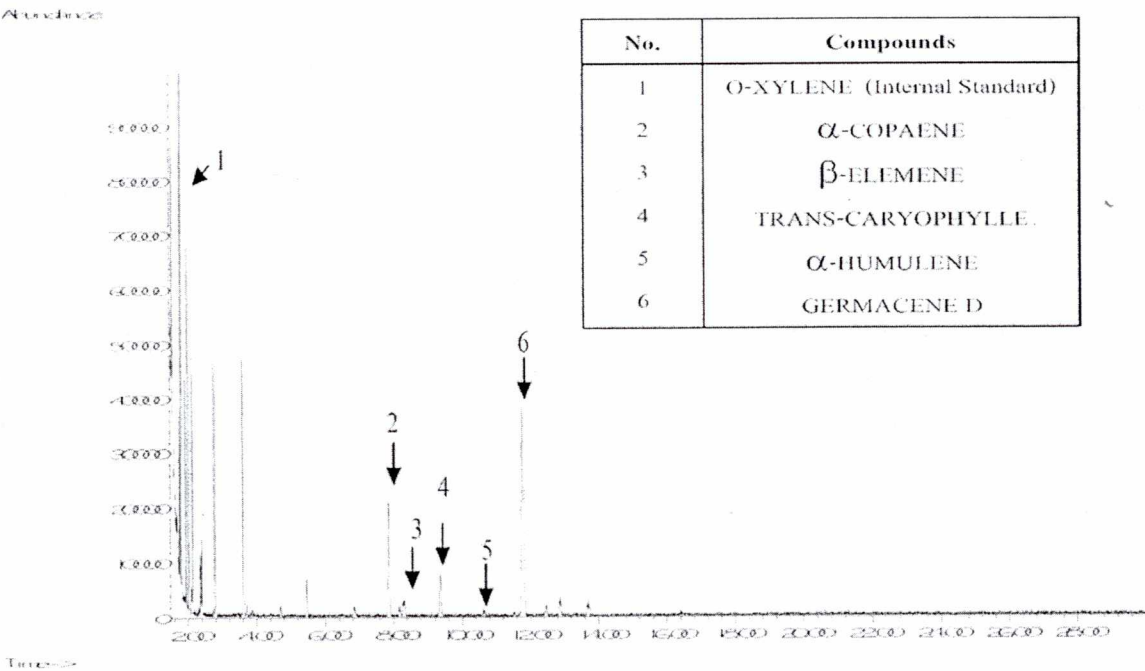


Figure 1 The 5 adaptogenic sesquiterpenoids compounds in Krachai-Dam hexane extract

ผลการทดลองและวิจารณ์

อิทธิพลของการพรางแสงที่มีต่อคุณภาพผลผลิตเหง้ากระชายดำ

สำหรับค่าสีเนื้อในเหง้าในระบบ L^* a^* b^* นั้นพบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างระดับความเข้มของการพรางแสงด้านค่าสี L^* a^* และ b^* (Table 1)

กล่าวคือ การพรางแสงร้อยละ 70 และ 60 มีค่าสี L^* ต่ำกว่า แต่มี a^* สูงกว่าการพรางแสงร้อยละ 50 และการปลูกกลางแจ้ง อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ตามลำดับ ขณะที่การพรางแสงร้อยละ 70 มีค่าสี b^* ต่ำกว่าการพรางแสงร้อยละ 60 และ 50 อย่างไรก็ตามการพรางแสงทุกระดับ มีค่าสี b^* ต่ำกว่าการปลูกกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญ

Table 1 Effect of shading level on internal color in L^* a^* b^* of Krachai-Dam rhizomes

Shading level	Internal color of rhizomes		
	L^*	a^*	b^*
70% shading	33.09c	14.08a	-8.89c
60% shading	33.54c	14.00a	-6.68b
50% shading	35.01b	13.37b	-6.17b
No shading (control)	36.10a	13.21b	-2.51a

Means within the same column with different common letters differ significantly by DMRT ($p<0.05$)

ระดับความเข้มของการพรางแสงที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Table 2) และผลรวมขององค์ประกอบสารแซสควิเทอร์พีนอยด์ 5 ชนิด ที่แสดงฤทธิ์ต้านความเหี่ยวเฉา (Table 3) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 66.41 มก./GAE/มล. และ Relative abundance 1.59 (การปลูกในสภาพกลางแจ้ง) เป็น 76.01 มก./GAE/มล. และ 2.72 (พรางแสงร้อยละ 50) 76.93 มก./GAE/มล. และ 2.80 (พรางแสงร้อยละ 60) และ

88.63 มก./GAE/มล. และ 2.82 (พรางแสงร้อยละ 70) ตามลำดับ ขณะที่การพรางแสงร้อยละ 70 มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด (0.085 มก./มล.) (Table 3) นั่นคือ มีความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระสูงที่สุด และ IC_{50} มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเข้มของการพรางแสงลดลง โดยมีค่าสูงที่สุด (มีความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระต่ำที่สุด) ในชุดควบคุมที่ปลูกกลางแจ้ง (0.125 มก./มล.)

Table 2 Effect of shading level on total phenolic content and 50% inhibitory concentration (IC₅₀) of Krachai-Dam methanolic crude extract

Shading level	Total phenolic (mg GAE/ml)	SD	IC ₅₀ (mg/ml)	SD
70% shading	88.63	3.08	0.085	0.004
60% shading	76.93	3.47	0.090	0.003
50% shading	76.01	0.94	0.107	0.014
No shading (control)	66.14	3.94	0.125	0.006

Krachai-Dam methanolic extracts were extracted from 2.5 g of Krachai-Dam rhizomes.

Table 3 Effect of shading level on adaptogenic sesquiterpenoids contents of Krachai-Dam hexane extract

Shading level	Relative abundance					Total
	α -Copaene	β -Elemene	trans-Carophyllene	α -Humulene	Germacrene D	
70% shading	0.62	0.30	0.26	0.07	1.62	2.87
60% shading	0.62	0.27	0.15	0.05	1.70	2.80
50% shading	0.60	0.26	0.16	0.05	1.64	2.72
No shading (control)	0.19	0.34	0.21	0.04	0.82	1.59

Relative abundance of these adaptogenic sesquiterpenes were compared with o-xylene that used as the internal standard.

อิทธิพลของวัสดุคลุมแปลงที่มีต่อคุณภาพผลผลิต
เหง้ากระชายดำ

ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ของ
ค่าสีเนื้อในเหง้ากระชายดำระหว่างการคลุม และไม่คลุม

แปลงทั้งค่าสี L^* และ b^* แต่พบว่า กรรมวิธีที่มีการ
คลุมแปลงด้วยหญ้าคาและฟางข้าว มีค่าสี a^* ต่ำกว่า
การไม่คลุมแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4)

Table 4 Effect of mulching materials on internal color in $L^*a^*b^*$ of Krachai-Dam rhizomes

Mulching materials	Internal color of rhizomes		
	L^*	a^*	b^*
Colon grass	33.88ns	14.31ns	-8.13b
Rice straw	33.99	14.30	-7.61b
No mulching	33.64	13.99	-5.21a

Means within the same column with different common letters differ significantly by DMRT; * = $p < 0.05$; ns= non-significant

สำหรับการคลุมแปลงด้วยหญ้าคา และฟางข้าว มีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (Table 5) ใกล้เคียงกัน (85.82 มก.GAE/มล. IC₅₀ 0.107 มก./มล. และ 78.89 มก.GAE/มล. IC₅₀ 0.100 มก./มล. ตามลำดับ) แต่มีค่ามากกว่าการไม่คลุมแปลงเล็กน้อย (ซึ่งมีค่า 69.54 มก.GAE/มล. และ

IC₅₀ 0.117 มก./มล.) สำหรับผลรวมขององค์ประกอบสารเซสควิเทอร์พีนอยด์ 5 ชนิด ที่แสดงฤทธิ์ต้านความเหนียวล้า (Table 6) ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างการคลุมแปลงด้วยหญ้าคาและฟางข้าว และไม่คลุมแปลงอย่างชัดเจนแต่อย่างใด โดยมีค่า Relative bundance เท่ากับ 2.47, 2.68 และ 2.71 ตามลำดับ

Table 5 Effect of mulching materials on total phenolic content and 50% Inhibitory concentration (IC₅₀) of Krachai-Dam methanolic crude extract

Mulching materials	Total phenolic (mg GAE/ml)	SD	IC ₅₀ (mg/ml)	SD
Colon grass	85.82	0.63	0.107	0.001
Rice straw	78.89	0.74	0.100	0.004
No mulching	69.54	2.55	0.117	0.002

Note: Krachai-Dam methanolic extracts were extracted from 2.5 g of Krachai-Dam rhizomes.

Table 6 Effect of mulching materials on adaptogenic sesquiterpenoids contents of Krachai-Dam hexane extract

Mulching materials	Relative abundance					Total
	α -Copaene	β -Elemene	trans-Carophyllene	α -Humulene	Germacrene D	
Colon grass	0.29	0.60	0.33	0.04	1.19	2.47
Rice straw	0.58	0.25	0.15	0.05	1.65	2.68
No mulching	0.72	0.25	0.15	0.05	1.54	2.71

Relative abundance of these adaptogenic sesquiterpenes were compared with o-xylene that used as the internal standard.

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังควรศึกษาเพิ่มเติม โดยการวัดความเข้มของแสงที่ต้นกระชายดำได้รับจากการพรางแสงระดับต่างๆ กันด้วยลักซ์มิเตอร์ประกอบเพื่อความชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรสร้างสมการถดถอย (หากมีสหสัมพันธ์ต่อกันสูง) ระหว่างความเข้มแสงกับคุณภาพทางเคมีภายในเหง้า ด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารเซสควิเทอร์

พีนอยด์ 5 ชนิด ที่แสดงฤทธิ์ต้านความเหนียวล้า และความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระของเหง้ากระชายดำ นอกจากนี้ ยังควรศึกษาอิทธิพลความเข้มของแสงดังกล่าวในพื้นที่ปลูกที่มีระดับความสูงต่างๆ กัน ประกอบด้วย เพื่อสามารถสรุปเกษตรกรดีที่เหมาะสมของการปลูกกระชายดำได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สรุปผลการทดลอง

การพรางแสงร้อยละ 70 มีผลต่อค่าสีเนื้อในเหง้า
คุณภาพทางเคมีภายในเหง้าด้านปริมาณสารประกอบ
ฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารแซลควิเทอร์ฟีนอยด์ 5 ชนิด
ที่แสดงฤทธิ์ต้านความเหนียวล้า และความสามารถ
กำจัดอนุมูลอิสระของเหง้ากระชายดำ ขณะที่การคลุม
แปลงด้วยหญ้าคา หรือฟางข้าวมีแนวโน้มทำให้เหง้า
กระชายดำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และ
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงกว่าการไม่
คลุมแปลงเล็กน้อย แต่มีคุณภาพด้านปริมาณสารแซลควิ-
เทอร์ฟีนอยด์ที่แสดงฤทธิ์ต้านความเหนียวล้า และสีเนื้อ
ในเหง้าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นค่าสี b^*

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา
วงศ์พรชัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์
ทางเคมีภายในเหง้า ด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิก
ทั้งหมด ปริมาณสารแซลควิเทอร์ฟีนอยด์ 5 ชนิด ที่
แสดงฤทธิ์ต้านความเหนียวล้า และความสามารถ
กำจัดอนุมูลอิสระของเหง้ากระชายดำ จนงานวิจัยนี้
สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์ และศิวัพร อินทร์ประสิทธิ์. 2546.

อิทธิพลของร่มเงาที่มีผลต่อการเจริญเติบโต
ผลผลิต และคุณภาพกระชายดำ. **มติชนบท
ฉบับเทคโนโลยีชาวบ้าน**. 16(321): 76.

เต็ม สมิตินันท์. 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**.
พิมพ์ครั้งที่ 2 บริษัทประชาชน จำกัด,
กรุงเทพฯ. 810 น.

ประเชิญ สร้อยทองคำ และสุเทพ เจียบแหลม. 2542.
กระชายดำ สมุนไพรไทยสู้ไวกัว. **วนสาร**.
57(2): 134-138.

รัตติยา ส้าราญสกุล. 2544. **ปริมาณสารโพลีฟีนอล
และฤทธิ์การต้านออกซิเดชันโดยรวมของ
ใบหม่อนและชาใบหม่อนจากบางแหล่ง
ในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาหารเคมีและ
โภชนศาสตร์ทางการแพทย์, บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 115 น.
วิชัย จินดาเหม. 2543. **กระชายดำ...สมุนไพรมากคุณค่า
ที่เมืองเลย**. **เทคโนโลยีชาวบ้าน**.
12(241): 38.

เสริมสกุล พจนการุณ ประสาท กิตตะคุปต์ และ
ไชยยง รุจจนเวท. 2552. **ศึกษาเครื่องหมาย
ทางเคมีของส่วนสกัดที่มีฤทธิ์ต้านความ
เหนียวล้าของสารสกัดเอ็กเซนจากเหง้า
กระชายดำเพื่อการคัดเลือกพันธุ์เชิงพาณิชย์**.
วารสารวิชาการเกษตร. (รอการตีพิมพ์)

เสริมสกุล พจนการุณ และเชวง แก้วรักษ์. 2547.
รวบรวม ศึกษา และคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ:
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย
จากเหง้ากระชายดำ. **วารสารเกษตร**.
20(1): 44-55.

เสริมสกุล พจนการุณ และไชยยง รุจจนเวท. 2547.
ความสัมพันธ์ระหว่างสีของเนื้อเหง้ากระชาย
ดำกับฤทธิ์ต้านการเกิดอนุมูลอิสระ. **วารสาร
วิทยาศาสตร์มช**. 32(4): 270-277.

Aruoma, O.I., B. Halliwell and G. Williamson.
1997. *In vitro* methods for characterizing
potential prooxidant and antioxidant
actions of nonnutritive substance in plant
foods. In: Aruoma, O.I., S.L. Cuppett.
(eds) **Antioxidant methodology**. AOCS
press, USA. pp.173-204.

Sutthanut, K., B. Sripanidkulchai, C. Yenjai and M. Jay. 2007. Simultaneous identification and quantitation of 11 flavonoid constituents in *Kaempferia parviflora* by gas chromatography. **Journal of Chromatography A**. 1113(1): 227-233.

Zoecklein, B.W., K.C. Fugelsang, B.H. Gump and F.S. Nury. 1995. **Wine Analysis and Production**. Chapman & Hall, New York. 621 p.