

ผลของสารละลายกรดซาลิซิลิกต่อการเจริญเติบโต และการสะสมสาร stemona alkaloids ในรากของหนอนตายหยากในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

Effect of Salicylic Acid at Pre-harvesting Stage on the Growth and Stemona Alkaloids Accumulation in the Roots of *Stemona curtisii* Hook. f.

นัตยา มนต์รี¹ และ มานิตา คำแป้น¹
Nattaya Montri¹ and Manita Kampan¹

บทคัดย่อ

จากการใช้สารละลาย salicylic acid (SA) ในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโต และการสะสมสาร stemona alkaloids ในรากของหนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook. f.) โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized block design ประกอบด้วย 3 blocks 4 treatments 10 replications และทำการทดลองโดยพ่นสารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 0 500 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 30 วัน บันทึกการเจริญเติบโต และเก็บเกี่ยวรากที่อายุ 7 เดือน จากนั้นสกัดผงรากด้วย methanol ที่ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ พบว่า ความเข้มข้นของ SA มีผลต่อการเจริญเติบโต และการสะสมสารอัลคาลอยด์ โดยการพ่น SA ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบ มากที่สุดที่ 15.60 ใบ และปริมาณสาร total stemona alkaloids stemocurtisine และ stemocurtisinol สะสมในรากมากที่สุดที่ 179.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง 3.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ 6.62 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

คำสำคัญ : กรดซาลิซิลิก สิ่งกระตุ้น อัลคาลอยด์

Abstract

Application of salicylic acid at pre-harvesting stage on the growth and stemona alkaloids accumulation in the roots of *Stemona curtisii* Hook. f. was investigated. The experiment was conducted in completely randomized block design with 3 blocks, 4 treatments and 10 replications. The 0, 500, 1,000 and 1,500 mg/l of salicylic acid were sprayed at 30 days before harvesting. Roots were harvested and growth parameters were recorded at 7 months – old plants. Dried root powders were extracted in 95% methanol. The methanolic extract samples were analyzed for secondary compounds content. The results found that, the growth and alkaloids accumulation in root of *S. curtisii* Hook.f. was significantly different among treatments. The 500 mg/l SA concentration could promote the maximum of leave numbers at 15.60 leaves and highest contents of total stemona alkaloids, stemocurtisine and stemocurtisinol were 179.01 mg/gDW, 3.13 mg/gDW and 6.62 µg/gDW, respectively.

Keywords: salicylic acid, elicitors, alkaloids

¹ หลักสูตรพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

คำนำ

ประเทศไทยมีการนำสารเคมีมาใช้เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นเวลานาน โดยส่วนใหญ่มักเป็นสารสังเคราะห์ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานสูง และมีการใช้แบบไม่ถูกต้อง โดยมีการใช้ในความเข้มข้นที่มากกว่ากำหนดไว้เสมอ ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมเรื่อยมาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันจึงได้ให้ความสนใจและมุ่งเน้นที่จะใช้สารที่มีพิษต่ำต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัยต่อการบริโภคซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด การใช้สารจากพืชที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาพัฒนาใช้ทดแทนสารเคมีที่มีพิษสูง จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยพบว่ามีสารสมุนไพรหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชได้ดี หนอนตายหยากเป็นพืชสมุนไพรอีกชนิดในสกุล *Stemona* วงศ์ *Stemonaceae* ที่มีศักยภาพในการควบคุมศัตรูพืช โดยพืชในสกุลนี้มีการนำมาใช้ประโยชน์หลากหลายทั้งทางการแพทย์และการเกษตร เช่น การนำมาใช้เป็นสมุนไพรแก้ไอ ขับเสมหะ ขับลม ฆ่าพยาธิ กำจัดศัตรูพืช (เลาจนา และประคอง, 2520) กำจัดเห็บ หมัด และไรในฟาร์มปศุสัตว์ (ทวีศักดิ์, 2542) สำหรับหนอนตายหยากชนิด *Stemona curtisii* Hook.f. พบมากบริเวณป่าชายหาดติดกับทะเลฝั่งอ่าวไทย และในพื้นที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร รวมทั้งพื้นที่อื่น ๆ ในจังหวัดชุมพร เจริญได้ดีในป่าชายหาดและพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทราย มีการนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมเชื้อราโรคพืช (นาตยา และคณะ, 2553; นาตยาและคณะ, 2557) และแมลงศัตรูพืช เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ได้แก่ stemofoline, stemocurtisine และ stemocurtisinol (Kaltenegger *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตามปัจจุบันหนอนตายหยากชนิดนี้มีปริมาณลดลงมาก เนื่องจากมีการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตร ปลูกสร้างที่อยู่อาศัยและการเสียพื้นที่บริเวณชายฝั่งเนื่องจากการถูกกัดเซาะจากน้ำทะเล อีกทั้งยังมีการขุดรากจากพื้นที่ธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการปลูกทดแทนทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบเพื่อนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม จากการศึกษาวิจัยของนาตยา (2549) และ Montri *et al.* (2006) พบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการผลิตต้นพันธุ์หนอนตายหยากเชิงการค้า ให้ได้ปริมาณของต้นกล้าจำนวนมาก และเมื่อนำส่วนของรากของต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาสกัดสารสำคัญกลุ่ม stemona alkaloids พบว่า รากจากต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และจากการปลูกเลี้ยงเป็นเวลา 1 ปี นั้นมีการผลิตสารอัลคาลอยด์ stemoncurtisine, stemoncurtisinal ได้เช่นเดียวกับต้นจากธรรมชาติ

ในการผลิตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากหนอนตายหยากเชิงอุตสาหกรรม จำเป็นจะต้องใช้วัตถุดิบที่มีความสม่ำเสมอด้านคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณสารสำคัญ ดังนั้นการกระตุ้นสะสมสารสำคัญให้ได้ปริมาณมากในแปลงปลูกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยทั่วไปพืชจะมีการสร้างสารทุติยภูมิเมื่อเกิดความเครียด โดยมีสารที่ทำหน้าที่ในการรับส่งสัญญาณเมื่อเกิดความเครียดภายในพืชและกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ Ca^{2+} , Jasmonic acid (JA), Salicylic acid (SA), Absciscic acid (ABA) และ ethylene เพื่อให้พืชอยู่รอดในธรรมชาติ จากหลักการนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้ในการปลูกพืชสมุนไพร โดยการชักนำให้พืชเกิดความเครียดด้วยการให้ปัจจัยต่าง ๆ รวมทั้งการให้น้ำส่งสัญญาณในพืช เป็นสิ่งกระตุ้น (elicitors) และเกิดสังเคราะห์สารทุติยภูมิต่าง ๆ (Zhao *et al.*, 2005) ซึ่งการสังเคราะห์สารแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและสิ่งกระตุ้นที่พืชได้รับ และได้มีรายงานการให้ SA เป็นสิ่งกระตุ้นในพืชหลายชนิด เช่น ใน *Arabidopsis thaliana* เพื่อกระตุ้นให้พืชสร้างสาร Indole glucosinolates และสาร camalexin (Zhao *et al.*, 2005) การใช้ใน *Vitis vinifera* เพื่อเพิ่มการสะสมสาร anthocyanin (Saw *et al.*, 2010) ในดาวเรืองเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างสาร flavonoids (Pacheco *et al.*, 2013) และในขมิ้นชันก่อนระยะก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 30 วันเพื่อเพิ่มการสะสมสาร flavonoids (นาตยา และคณะ, 2558)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาให้ SA เป็นสิ่งกระตุ้นแก่นต้นหนอนตายหายากในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อให้รากมีการสะสมสาร Stemona alkaloids ที่เป็นสารออกฤทธิ์ในการควบคุมศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมการผลิตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมต้นพันธุ์

นำต้นพันธุ์โคลน NM19 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไปอนุบาลโรงเรือนพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นเลือกต้นกล้าที่มีใบสีเขียวเข้ม ใบกางเต็มที่ และมีความสม่ำเสมอ มาใช้ในการทดลอง

การทดลองศึกษาผลของสาร Salicylic acid ต่อการสะสมสาร Stemona alkaloids

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design (CRBD) ประกอบไปด้วย 3 blocks 4 treatments 10 replications ทำการทดลองโดยนำต้นกล้าหนอนตายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและผ่านการอนุบาลแล้ว มาย้ายลงแปลงปลูกด้วยระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นหนอนตายหายากมีอายุ 6 เดือน ในแปลงปลูก ทำการพ่นด้วยสารละลาย salicylic acid ความเข้มข้น 0 500 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นบันทึกการเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวน จำนวนราก ความยาวราก ความสูงของต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบและราก และวัดใบพื้นที่ใบ ด้วยเครื่อง leaf area meter (LI-COR® รุ่น LI-3100) และสีใบด้วยเครื่องวัดค่าสี (Minolta® รุ่น CR-400)

การเตรียมสกัดจากหนอนตายหายาก

1. นำรากของหนอนตายหายากที่ได้จากแปลงปลูก มาล้างให้สะอาด จากนั้นนำมาหั่นและฟุ้งในที่ร่ม เป่าด้วยพัดลม แล้วนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดไฟฟ้า
2. นำผงรากหนอนตายหายากที่ได้มาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ปริมาณ 0.3 กรัม เติมน้ำ methanol ปริมาตร 20 มิลลิลิตร หมักทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นทำการกรองด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 1 นำส่วนของกากไปหมักต่อและทำการกรองอีกจำนวน 2 ครั้ง ได้สารสกัดรวมปริมาตร 60 มิลลิลิตร
3. นำสารสกัดไปเก็บไว้ในตู้เย็น ที่ควบคุมอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ

นำสารสกัดไปวิเคราะห์หาปริมาณ total stemona alkaloids ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร สาร stemocurtisine และ stemocurtisinol ที่ความยาวคลื่น 297 นาโนเมตร โดยใช้วิธี UV spectroscopy ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer (TG90 UV-Vis P&G Instrument®) และใช้สารละลาย total stemona alkaloids stemocurtisine และ stemocurtisinol เป็นสารละลายมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมดโดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการนำหนอนตายหายากปลูกลงแปลงปลูก และทำการพ่นสาร salicylic acid ความเข้มข้น 0, 500, 1,000, และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 30 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวหนอนตายหายากที่อายุ 7 เดือน บันทึกการเจริญเติบโต

และนำรากไปสกัดด้วย methanol 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำสารสกัดไปวัดปริมาณสารสำคัญในกลุ่ม stemona alkaloids พบว่า

1. การเจริญเติบโตของหนอนตายหยาก

การพ่น SA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความกว้างทรงพุ่ม ความสูง ความยาวราก พื้นที่ใบ และจำนวนยอด (Table 1) น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของใบ (Table 2) และสีใบ (Table 3, Figure 1) แต่มีผลต่อจำนวนใบของหนอนตายหยาก โดย การพ่นสารที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบมากที่สุด 15.60 ใบ (Table 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Pacheco *et al.* (2013) ที่ได้ทำการทดลองพบว่า การพ่น SA มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบในดาวเรืองเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่พ่น เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งของรากหนอนตายหยากที่ได้รับ SA ความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SA และ เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดที่ 42.80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการพ่นด้วย SA ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Figure 1) สอดคล้องกับงานทดลองของ Khandaker *et al.* (2011) ที่รายงานว่าการพ่น SA ความเข้มข้น 10-5 โมลาร์บนใบ ช่วยเพิ่มผลผลิตใน *Amaranthus tricolor* L. และการทดลองของ Pacheco *et al.* (2013) ที่ได้ทำการทดลอง พบว่า การพ่น SA มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตสดและแห้งของดาวเรือง ทั้งนี้เนื่องจาก SA เป็นสารที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ กระตุ้นการทำงานของกรดอะมิโนและโปรตีน (ชานนท์และคณะ, 2556) ควบคุมการดูดซับธาตุอาหาร (Raskin, 1992) การแบ่งเซลล์ การสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และรงควัตถุชนิดอื่นๆ (ชานนท์ และคณะ, 2557) จึงอาจส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนใบและเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งในหนอนตายหยากเพิ่มขึ้น

Table 1 Plant diameter, shoot height, root length, leaf area, shoot and leave numbers of *Stemona cutisii* Hook.f. after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old.

Salicylic acid (mg/l)	Plant diameter (cm)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Leaf area (cm ²)	Shoot numbers	Leaf numbers
0	15.00	8.80	9.68	40.38	2.40	7.40b
500	15.00	7.60	10.42	49.39	3.60	15.60a
1,000	12.80	7.00	12.02	46.96	3.80	11.60ab
1,500	17.60	9.20	9.52	37.62	3.20	11.60ab
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V.%	23.76	27.91	30.35	42.27	37.68	35.22

^{1/} ns = non significant and * = significantly different at the 0.5 % level (Duncan's Multiple Range Test, DMRT)

Table 2 Leaf fresh and dry weight and percentage of leaf dry weight of *Stemona cutisii* Hook.f. after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old.

Salicylic acid (mg/l)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight	
		(g)	(%)
0	0.58	0.20	34.83
500	0.81	0.29	36.97
1,000	0.65	0.21	32.41
1,500	0.47	0.16	35.65
F – test	ns	ns	ns
C.V.%	37.11	36.02	15.78

^{1/} ns = non significant at the 0.5 % level DMRT

Table 3 Leaf color values of *Stemona cutisii* Hook.f. after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old.

Salicylic acid (mg/l)	Leaf color values		
	L*	a*	b*
0	38.75	-14.46	20.96
500	36.16	-12.54	17.35
1,000	37.98	-13.85	19.93
1,500	39.41	-15.19	22.38
F – test	ns	ns	ns
C.V.%	5.74	-13.45	16.94

^{1/} ns = non significant at the 0.5 % level DMRT

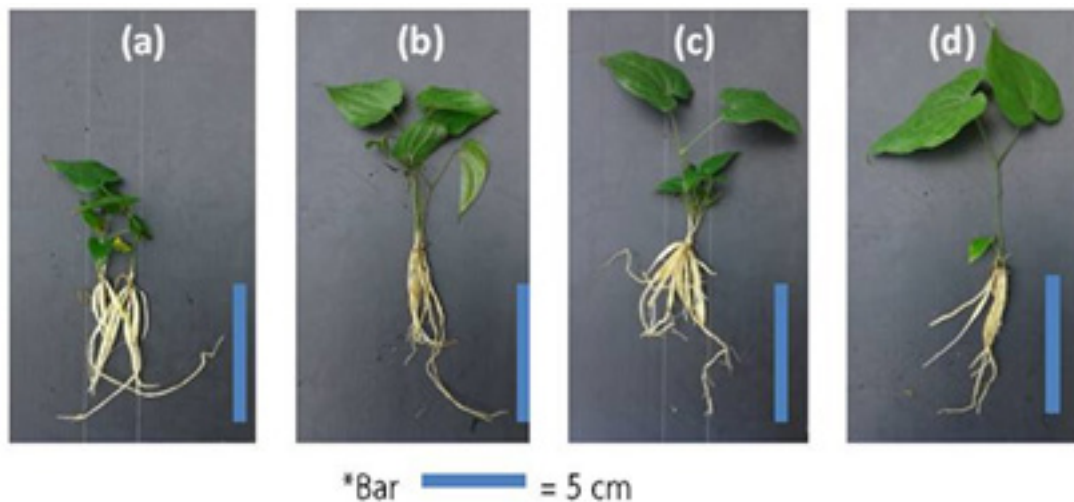


Figure 1 Characteristics of *Stemona cutisii* Hook.f. plants after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old; (a) 0 mg/l; (b) 500 mg/l; (c) 1,000 mg/l; (d) 1,500 mg/l.

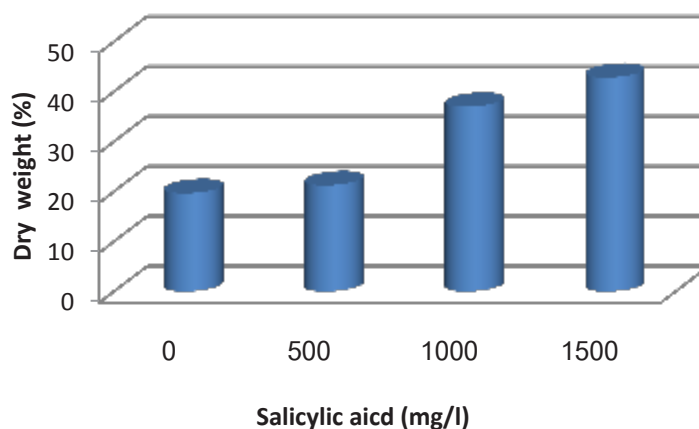


Figure 2 Dry weight percentage of *Stemona cutisii* Hook.f. roots after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old.

1.1 ปริมาณสารสำคัญในรากหนอนตายหายาก

มีปริมาณสารทั้งสามชนิด ได้แก่ total stemona alkaloids stemocurtisine และ stemocurtisinol แตกต่าง กันทางสถิติ หลังการพ่นสาร SA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว โดยการพ่นสาร SA ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณสาร stemona alkaloids มากที่สุด ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ total stemona alkaloids มีปริมาณ 179.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง stemocurtisinol มีปริมาณ 6.62 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ stemocurtisine มีปริมาณ 3.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของราก (Table 4) สอดคล้องกับการทดลองของ Khandaker *et al.* (2011) ที่ได้รายงานว่าการพ่น SA ความเข้มข้น 10-5 M บนใบ ผักโขม (*Amaranthus tricolor* L.) สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกได้ Al-oubaidi and Mohammed-Ameen (2014) พบว่า การให้ SA ความ

เข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Calendula officinalis* สามารถกระตุ้นให้เกิดการสะสมสาร β -pinene เพิ่มขึ้น Zhao *et al.* (2005) รายงานว่าการให้ salicylic acid ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Vitis vinifera* ทำให้เกิดการสังเคราะห์ anthocyanin เพิ่มขึ้น Sun *et al.* (2012) รายงานการพ่น SA ใน ค่ะน้ำก่อนเก็บเกี่ยว 6 วัน พบว่ามีการสะสมสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น และ Chotikadachanarong *et al.* (2011) รายงานการให้ SA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ใน *stemona curtisii* Hook. f. ทำให้เกิดการสังเคราะห์ stemocurtisinol และ stemocurtisine สูงกว่าการที่พืชไม่ได้รับสาร ทั้งนี้เนื่องจาก SA เป็นสารที่ทำหน้าที่ในวิถีการสังเคราะห์โดยตรงในการส่งสัญญาณในพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับ SA จึงถูกกระตุ้นให้เกิดการผลิตสารทุติยภูมิต่างๆ ได้ โดยการกระตุ้นและปริมาณสารสำคัญที่พืชสร้าง มีความแตกต่างกันไปตามระดับความเข้มข้นและเวลาที่พืชได้รับ (Zhao *et al.*, 2005)

Table 4 Total stemona alkaloids stemocurtisine and stemocurtisinol of *Stemona cutisii* Hook.f. after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old.

Salicylic concentrations (mg/l)	Total stemona alkaloids (mg/gDW)	Stemocurtisinol (ug/gDw)	Stemocurtisine (mg/gDW)
0	147.72 ab	5.11 ab	2.22 b
500	179.01 a	6.62 a	3.13 a
1,000	133.46 b	5.08 ab	2.01 b
1,500	140.30 ab	4.29 b	2.33 b
F-Test	*	*	*
C.V.%	38.73	44.84	44.58

^{1/} * = significantly different at the 0.5 % level DMRT

สรุป

การให้ SA ก่อนการเก็บเกี่ยวมีผลในทางบวกต่อการเจริญเติบโตของหนอนตายหยาก และการสะสมสารอัลคาลอยด์ โดยต้นที่ได้รับการพ่นสาร SA ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบมาก และในส่วนของรากมีการสะสมสารสำคัญ ในกลุ่ม stemona alkaloids ทั้ง total stemona alkaloids stemocurtisine และ stemocurtisinol มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ของ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และได้รับงบประมาณสนับสนุนการทำวิจัยจากเงินงบประมาณการวิจัย จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ Professor Dr. Harald Greger และขอขอบคุณ Mr. Johann Schinnerl จาก Chemodiversity Research Group, Univeristy of Vienna สำหรับสารละลายมาตรฐาน stemona alkaloids และคำแนะนำในการวิเคราะห์สารสำคัญ ขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ และขอขอบคุณ ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล สำหรับเครื่องมือวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ชานนท์ มณีรัตน์ ภาณุมาศ ฤทธิไชย เยาวพา จิระเกียรติกุล และ นภาพร ยังวิเศษ. 2556. ผลของการ Priming และการพ่น Salicylic Acid ทางใบ ต่อผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatic Forsk.*). ว. วิทย์. กษ. 44(2) (พิเศษ): 297-300.
- ชานนท์ มณีรัตน์ ภาณุมาศ ฤทธิไชย เยาวพา จิระเกียรติกุล และ นภาพร ยังวิเศษ. 2557. ผลของ salicylic acid ต่อการเจริญเติบโต และสารต้านอนุมูลอิสระ ในผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica Forsk.*). แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3 : 778-783.
- ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2542. พัฒนาหนอนตายหายากเป็นสมุนไพรฆ่าแมลง. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับวันพุธที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542.
- นาคยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์หนอนตายหายาก (*Stemona curtisii* Hook.f.). โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. การประชุมวิชาการ ม.อุบล วิจัย ครั้งที่ 1 วันที่ 27-29 กรกฎาคม 2549, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี
- นาคยา มนตรี กนกพร บุญญะอดิชาติ และพงษ์พล ลือจันทิก. 2553. ผลของการใช้สารสกัดจากหนอนตายหายากต่อการควบคุม โรคแอนแทรกสน้ำของกล้วยหอมทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (พิเศษ) : 333-336.
- นาคยา มนตรี กนกพร บุญญะอดิชาติ และพรพรรณ ยั่วยล. 2558. ผลของการชักนำให้เกิดความเครียดต่อการสะสมสาร curcumin ในขมิ้นชัน. รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร, จังหวัดชุมพร
- นาคยา มนตรี ชนินันต์ ขวัญช่วย และพรประพา คงตระกูล. 2557. ผลของสารสำคัญจากหนอนตายหายากต่อการยับยั้งการเจริญของ เชื้อราโรคพืชบางชนิด. แก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ 3) : 649-653.
- เลาณา อีรวาทสกุล และประคอง พันธุ์โอไร. 2520. การศึกษาพืชของหนอนตายหายากที่มีต่อหนอนแมลงวันบ้าน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์ 19 (4) : 217-226.
- Al-oubaidi, H.K. and A.S. Mohammed-Ameen. 2014. Increasing secondary metabolites of *Calendula officinalis* L. using salicylic acid *In Vitro*. WJPPS. J. India. 3(5): 1146-1150.
- Chotikadachanong, K., S. Dheeranupattana, A. Jatisatienr, S. Wangkarn and P. Mungkornasawakul. 2011. Influence of salicylic acid on alkaloid production by root cultures of *Stemona curtisii* Hook. F. Curr. Res. J. Biol. Sci., 3: 322 - 325.
- Kaltenegger, E., B. Brem, K. Mereiter, H. Kalchhauser, H. Kahlig, O. Hofer, S. Vajrodaya and H. Greger. 2003. Insecticidal pyrido (1,2-a) azepine alkaloids and related derivatives from *Stemona* species. Phytochem. 63 : 803 - 816.
- Khandaker, L., A.S.M.G. Masum Akond and S. Oba. 2011. Foliar application of salicylic acid improved the growth, yield and leaf's bioactive compounds in red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.).Vegetable Crop Research Bulletin. 74: 77-86.
- Montri, N., Wawrosch C. and B. Kopp. 2006. Micropropagation of *Stemona curtisii* Hook f., a Thai Medicinal Plant. Acta Hort. 725: 341-346.
- Pacheco, A.C., C. S. Cabral, E.S.S. Fermio and C.C. Aleman. 2013. Salicylic acid-induced changes to growth, flowering and flavonoids production in marigold plants. Global Science Research Journals 1 (1): 95-100.
- Raskin, I. 1992. The role of salicylic acid in plants. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 43: 439-463.
- Saw, N., H. Riedel, O. Kütük, K. Ravichandran and I. Smetanska. 2010. effect of elicitors and precursors on the synthesis of anthocyanin in grape *Vitis vinifera* cell cultures. Energy Research Journal 1 (2): 189-192.
- Sun, B., Yan, H., Zhang, F. and Wang, Q., 2012, Effects of plant hormones on main health-promoting compounds and antioxidant capacity of Chinese kale. Food Research International, 48: 359-366.
- Zhao, J., T. Lawrence, C. Davis and R. Verpoorte. 2005. Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. Biotechnology Advances. 23: 283-333.