วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2560 : 35 (2) : 129 - 136

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.

นาตยา มนตรี[1] และ มานิตา คำแป้น[1]
Nattaya Montri[1] and Manita Kampan[1]

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 มีผลต่อการจริญเติบโต 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 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเกล้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ประเทศไทยมีการนำสารเคมีมาใช้เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นเวลานาน โดยส่วนใหญ่มักเป็นสารสังเคราะห์ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นสูง และมีการใช้แบบไม่ถูกต้อง โดยมีการใช้ในความเข้มข้นที่มากกว่ากำหนดไว้เสมอ ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมเรื่อยมาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันจึงได้ให้ความสนใจและมุ่งเน้นที่จะใช้สารที่มีพิษต่ำต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัยต่อการบริโภคซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด การใช้สารจากพืชที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาพัฒนาใช้ทดแทนสารเคมีที่มีพิษสูง จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยพบว่ามีการนำสมุนไพรหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชได้ดี 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 โดยไม่มีการปลูกทดแทน ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบเพื่อการนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม จากการศึกษาวิจัยของนาตยา (2549) และ Montri *et al.* (2006) พบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการผลิตต้นพันธุ์หนอนตายหยากเชิงการค้า ให้ได้ปริมาณของต้นกล้าจำนวนมาก และเมื่อนำส่วนของรากของต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาสกัดสารสำคัญกลุ่ม stemona alklaoids พบว่า รากจากต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และจากการปลูกเลี้ยงเป็นเวลา 1 ปี นั้นมีการผลิตสารอัลคาลอยด์ stemoncurtisine, stemoncurtisinol ได้เช่นเดียวกับต้นจากธรรมชาติ

ในการผลิตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากหนอนตายหยากเชิงอุตสาหกรรม จำเป็นจะต้องใช้วัตถุดิบที่มีความสม่ำเสมอด้านคุณภาพ ได้แก่ปริมาณสารสำคัญ ดังนั้นการกระตุ้นสะสมสารสำคัญให้ได้ปริมาณมากในแปลงปลูกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยทั่วไปพืชจะมีการสร้างสารทุติยภูมิเมื่อเกิดความเครียด โดยมีสารที่ทำหน้าที่ในการรับส่งสัญญาณเมื่อเกิดความเครียดภายในพืชและกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ Ca^{2+}, Jasmonic acid (JA), Salicylic acid (SA), Abscisic acid (ABA) และ ethylene เพื่อให้พืชอยู่รอดในธรรมชาติ จากหลักการนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้ในการปลูกพืชสมุนไพร โดยการชักนำให้พืชเกิดความเครียดด้วยการให้ปัจจัยต่างๆ รวมทั้งการให้นำส่งสัญญาณในพืช 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาให้ SA เป็นสิ่งกระตุ้นแก่ในต้นหนอนตายหยากในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อให้รากมีการสะสมสาร Stemona alkaloids ที่เป็นสารออกฤทธิ์ในการควบคุมศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อไป

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 เมื่อต้นหนอนตายหยากมีอายุ 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)

การเตรียมสกัดจากหนอนตายหยาก

1. นำรากของหนอนตายหยากที่ได้จากแปลงปลูก มาล้างให้สะอาด จากนั้นนำมาหั่นและพึ่งในที่ร่ม เป่าด้วยพัดลม แล้วนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดไฟฟ้า

2. นำผงรากหนอนตายหยากที่ได้มาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ปริมาณ 0.3 กรัม เติม methanol ปริมาตร 20 มิลลิลิตร หมักทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นทำการกรองด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 1 นำส่วนของกากไปหมักต่อและทำการกรองอีกจำนวน 2 ครั้ง ได้สารสกัดรวมปริมาตร 60 มิลลิลิตร

3. นำสารสกัดไปเก็บไว้ในตู้เย็น ที่ควบคุมอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ

นำสารกัดไปวิเคราะห์หาปริมาณ 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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และนำรากไปสกัดด้วย methanol 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำสารสกัดไปวัดปริมาณสารสำคัญในกลุ่ม stemona alkaloids พบว่า

1. การเจริญเติบโตของหนอนตายหยาก

การพ่น SA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 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) ที่ได้ทำการทดลอง พบว่า การพ่น SA มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบในดาวเรืองเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่น เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของรากหนอนตายหยากที่ได้รับ SA ความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SA และ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดที่ 42.80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการพ่นด้วย SA ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Figure 1) สอดคล้องกับงานทดลองของ Khandaker *et al.* (2011) ที่รายงานว่า การพ่น SA ความเข้มข้น 10-5 โมลาร์บนใบ ช่วยเพิ่มผลผลิตใน *Amaranthus tricolor* L. และการทดลองของ Pacheco *et al.* (2013) ที่ได้ทำการทดลอง พบว่า การพ่น SA มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตสดและแห้งของดาวเรือง ทั้งนี้เนื่องจาก SA เป็นสารที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ กระตุ้นการทำงานของกรดอะมิโนและโปรตีน (ชานนท์ และคณะ, 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	
(mg/l)	(g)	(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	Leaf color values		
(mg/l)	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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

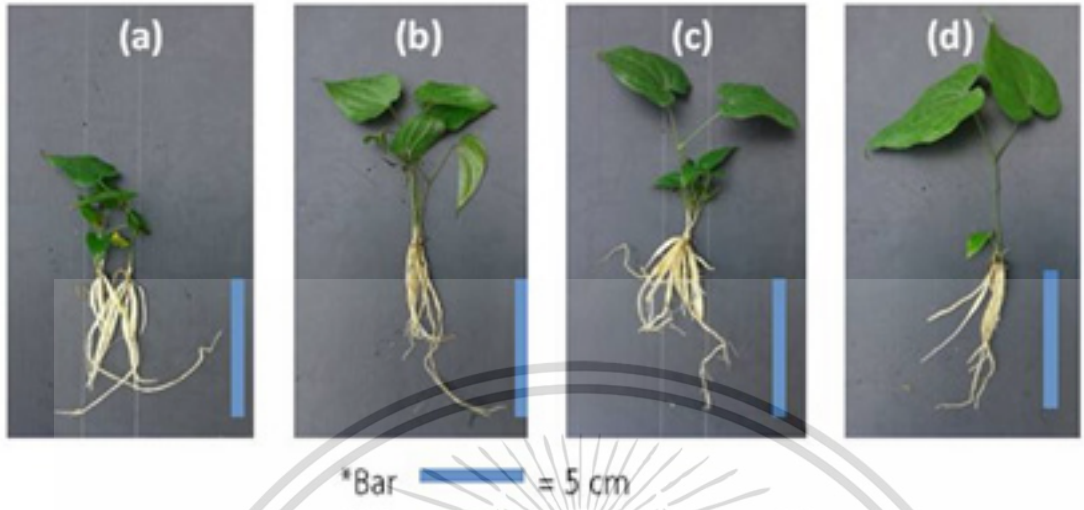

Figure 1 Characteristics of *Stemona cutisii* Hook.f. plants after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old; (a) 0 mg/l; (b) 500 mg/l; (c) 1,000 mg/l; (d) 1,500 mg/l.

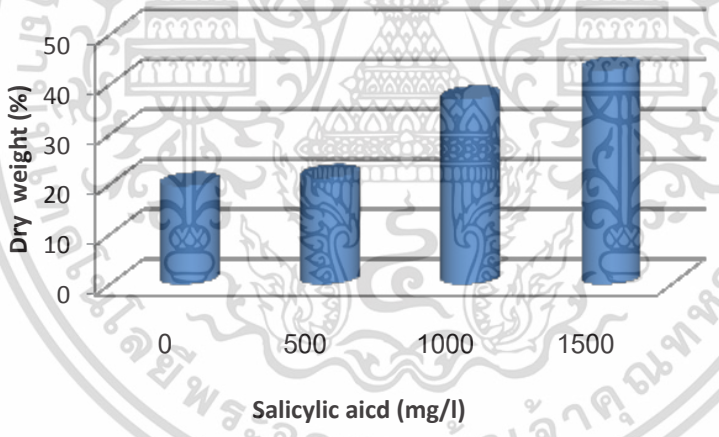

Figure 2 Dry weight percentage of *Stemona cutisii* Hook.f. roots after spraying with various concentrations of salicylic acid for 30 days before harvesting at 7 months-old.

1.1 ปริมาณสารสำคัญในรากหนอนตายหยาก

มีปริมาณสารทั้งสามชนิด ได้แก่ total stemona alkaloids stemocurtisine และ stemocurtisinol แตกต่างกันทางสถิติ หลังการพ่นสาร SA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว โดยการพ่นสาร SA ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณสาร stemona alkaloifs 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Calendula officinalis* สามารถกระตุ้นให้เกิดการสะสมสาร β-pinene เพิ่มขึ้น Zhao *et al*. (2005) รายงานว่าการให้ salicylic acid ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Vitis vinifera* ทำให้เกิดการสร้างสาร anthocyanin เพิ่มขึ้น Sun *et al.* (2012) รายงานการพ่น SA ใน คะน้าก่อนเก็บเกี่ยว 6 วัน พบว่ามีการสะสมสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น และ Chotikadachanarong *et al.* (2011) รายงานการให้ SA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ใน *stemona curtisii* Hook. f. ทำให้เกิดการสร้างสาร stemocurtisinol และ stemocurtisine สูงกว่าการที่พืชไม่ได้รับสาร ทั้งนี้เนื่องจาก SA เป็นสารที่ทำหน้าที่ในวิถีการสังเคราะห์โดยตรงในการส่งสัญญาณในพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับ SA จึงถูกกระตุ้นให้เกิดการผลิตสารทุติยภูมิต่างๆ ได้โดยการกระตุ้นและปริมาณสารสำคัญที่พืชสร้าง 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 concentations (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 ก่อนเการเก็บเกี่ยวมีผลในทางบวก ต่อการเจริญเติบโตของหนอนตายหยาก และการสะสมสารอัลคาลอยด์ โดยต้นที่ได้รับการพ่นสาร SA ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบมาก และในส่วนของรากมีการสะสมสารสำคัญ ในกลุ่ม stemona alkaloids ทั้ง total stemona alkaloids stemocurtisine และ stemocurtisinol มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ของ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ต่อการเจริญเติบโตและสารต้านอนุมูลอิสระ ในผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk.). แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3 : 778-783.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2542. พัฒนาหนอนตายหยากเป็นสมุนไพรฆ่าแมลง. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับวันพุธที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542.

นาตยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์หนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook.f.). โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. การประชุมวิชาการ ม.อุบลวิจัย ครั้งที่ 1 วันที่ 27-29 กรกฎาคม 2549, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี

นาตยา มนตรี กนกพร บุญญะอติชาติ และพงศ์พล ลือจันทึก. 2553. ผลของการใช้สารสกัดจากหนอนตายหยากต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของกล้วยหอมทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (พิเศษ) : 333-336.

นาตยา มนตรี กนกพร บุญญะอติชาติ และพรรณิภา ยั่วยล. 2558. ผลของการชักนำให้เกิดความเครียดต่อการสะสมสาร curcumin ในขมิ้นชัน. รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร, จังหวัดชุมพร

นาตยา มนตรี ชนนิกานต์ ขวัญช่วย และพรประพา คงตระกูล. 2557. ผลของสารสำคัญจากหนอนตายหยากต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชบางชนิด. แก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ 3) : 649-653.

เลาจนา ธีรภัทรสกุล และประคอง พันธุ์อุไร. 2520. การศึกษาพิษของหนอนตายหยากที่มีต่อหนอนแมลงวันบ้าน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 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.

Chotikadachanarong, 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. Fermino 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้