สารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยและการเจริญเติบโตของเปราะหอม ที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลในสภาวะกระถาง

Major Chemical Composition of Essential Oil and Growth of *Kaempferia galanga* L. as Affected to Paclobutrazol Application under Pot Condition

อัญชลี นิลสุวรรณ[1*] ธงชัย ขำมี[2] และณัฐวัฒน์ ปาลพันธ์[1]
Unchalee Ninsuwan[1*] Thongchai Khammee[2] and Nattawat Palapan[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการตอบสนองของเปราะหอมที่ปลูกโดยได้รับสารพาโคลบิวทราโซล 0 (ควบคุม) 1,500 และ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน ในสภาวะกระถางเป็นเวลา 5 เดือน และเก็บผลการเจริญเติบโตด้านความกว้างใบ น้ำหนักสดและแห้งของใบและเหง้า และสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย พบว่าความกว้างใบ (16.25±1.31 15.83±1.12 และ 15.14±2.18 เซนติเมตร) น้ำหนักแห้งใบ (4.01±0.83 4.38±1.03 และ 5.37±0.41 กรัม) น้ำหนักแห้งเหง้า (6.93±1.93 7.01±1.92 และ 8.78±1.02 กรัม) และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (ร้อยละ 91.87±2.10 91.03±1.86 และ 88.45±1.18) ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการวิเคราะห์สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยจากใบแห้งและเหง้าแห้งของเปราะหอมด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-เฟลมไอออไนเซชัน และใช้ค่า retention index ในการตรวจสอบสารประกอบ พบว่าสารสำคัญที่พบมากที่สุดในใบแห้งคือ acetylcedrene (ร้อยละ 55-65) และในเหง้าแห้งคือ pentadecanol (ร้อยละ 65-75) สรุปได้ว่าการให้พาโคลบิวทราโซลกับเปราะหอมไม่ทำให้เกิดชะลอการเจริญเติบโต และมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างสารสำคัญทั้งในใบและเหง้า

คำสำคัญ: พืชวงศ์ขิง พืชที่มีกลิ่นหอม สารควบคุมการเจริญเติบโต สมุนไพร สกุลเปราะ

[1] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
[2] สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
[*] Corresponding author e-mail: unchalee@pnru.ac.th

Received: 6 March 2022, Revised: 8 April 2022, Accepted: 18 April 2022

Abstract

The responses of *Kaempferia galanga* L. as affected to the paclobutrazol application at concentrations of 0 (control), 1,500, and 3,000 mg/L (ppm) for 5 months under pot condition were investigated. The plant growth based on leaf width, fresh weight and dry weight of leaves and rhizomes, and major chemical composition of essential oil were recorded. There was no statistically significant difference ($p < 0.05$) between treatments for the leaf width (16.25±1.31 15.83±1.12 and 15.14±2.18 cm.), the dry weight of leaves (4.01±0.83 4.38±1.03 and 5.37±0.41 g.), the dry weight of rhizomes (6.93±1.93 7.01±1.92 and 8.78±1.02 g.), and the leaf relative water content (91.87±2.10 91.03±1.86 and 88.45±1.18%), respectively. In addition, the major chemical composition of essential oil from dried leaves and dried rhizomes were analyzed by the Gas chromatography - flame ionization detector (GC-FID), and the retention indices were further evaluated for possible compounds identification. Results shows that the major chemical composition of dried leaves was acetylcedrene (55-65%) and dried rhizomes was pentadecanol (65-75%). It was concluded that the application of paclobutrazol exhibited *K. galanga* growth without any retardant. Moreover, its application could contribute to the synthesis of the major chemical composition in both plant organs; leaves and rhizomes.

Keywords: Ginger family, Aromatic plant, Plant growth regulator, Herb, *Kaempferia*

บทนำ

เปราะหอม (*Kaempferia galanga* L.) อยู่ในวงศ์ขิง (Zingiberaceae หรือ ginger family) สกุลเปราะ *(Kaempferia*) เป็นพืชล้มลุกที่มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้าหรือไรโซม มีรากสะสมอาหาร ใบเดี่ยวเจริญจากเหง้า แผ่นใบค่อนข้างกลม แบนราบตามผิวดิน ก้านใบเป็นกาบ พืชสกุล *Kaempferia* นิยมนำเหง้ามาใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพรอย่างแพร่หลายและการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย ได้แก่ กระชายดำ (*K. parviflora* Wall. ex Baker) และเปราะหอม (สุรพล และคณะ, 2560) ส่งผลให้ความต้องการพืชมีมากขึ้น วัตถุดิบจากพืชนี้ส่วนมากได้จากการเกิดเองตามสภาพธรรมชาติ จึงอาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ควรมีการส่งเสริมการปลูกทดแทนหรือปลูกเพื่อเพิ่มรายได้เกษตรกร (นิจศิริ และคณะ, ม.ป.ป.) การศึกษาเพื่อการปลูก การขยายพันธุ์ องค์ประกอบทางเคมี สารต้านอนุมูลอิสระ สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย ในพืชสมุนไพรทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานและเป็นทางเลือกของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติให้แก่ผู้บริโภคได้ การสร้างน้ำมันหอมระเหยของพืชในปริมาณและคุณภาพแตกต่างกันเกิดจากปัจจัยภายในด้านพันธุกรรมและระยะการเจริญเติบโตของพืช และขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของพืช การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตจากภายนอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการสะสมสาร

เมแทบอไลท์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) ประเภทน้ำมันหอมระเหยในพืชสมุนไพรบางชนิดในวงศ์กะเพราและเพิ่มต่อมสะสมน้ำมันหอมระเหย (Sharafzadeh and Zare, 2011; Prins *et al*., 2010) รายงานวิจัยการให้ไซโตไคนินกับพืชมีผลต่อการสร้างน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ Stancheva *et al*. (2010) พบว่าต้นมิ้นทำให้สะสมสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น โดยรายงานหน่วยเป็นร้อยละ คือ 1,8 cineol และ *p*-cymene (ร้อยละ13.8-22.5 และ 13.0-16.5) และมี carvacrol และ thymol เพิ่มขึ้น 2 เท่า Ali *et al*. (2018) พบว่าพืชสมุนไพรอาซูก้าที่ได้รับไซโคไคนินชนิด thidiazuron ทำให้กระตุ้นการแตกยอดอ่อนและยอดสะสมสารสำคัญ monoterpene เพิ่มขึ้น Hsie *et al*. (2019) รายงานการใช้ไซโคไคนินชนิด 6-benzylaminopurine ร่วมกับออกซิน naphthaleneacetic acid ความเข้มข้นสูงผสมในอาหารปลูกพืชวงศ์ผกากรอง ทำให้ปลายยอดพืชมีสารสำคัญ terpenes ในน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น เช่น myrcenone และ limonene แต่สารสองชนิดนี้ที่ความเข้มข้นต่ำทำให้ยอดสะสม ocimenone เพิ่มขึ้น นอกจากนี้สารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีความสำคัญทั้งในการตอบสนองในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและในการสร้างน้ำมันหอมระเหยของพืช ได้แก่ กรดแอบไซซิก (abscisic acid: ABA) กรดซาลิไซลิก (salicylic acid: SA) และพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol: PBZ) Abdi and Karami (2020) ทดลองปลูกสาระแหน่ในภาวะขาดน้ำร่วมกับฉีดพ่น SA ทางใบ พบว่าการขาดน้ำเพียงอย่างเดียวทำให้การเจริญเติบโตของพืชโดยพิจารณาจากน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และปริมาณน้ำมันหอมระเหยลดลง แต่เมื่อให้ SA ร่วมด้วยทำให้พืชปรับตัวโดยมีค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้น Mansouri and Asrar (2012) พบว่าการให้ ABA ทำให้พืชกัญชามีปริมาณสารสำคัญ terpenes เปลี่ยนแปลงไปโดยมีสัดส่วนของ monoterpenes ต่อ sesquiterpenes สูงขึ้นมากกว่าทรีตเมนต์ควบคุม

สำหรับ PBZ จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต ประเภทสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardant) โดยมีการทำงานตรงข้ามกับจิบเบอเรลลิน (GA) ที่ทำหน้าที่กระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ สาร PBZ สามารถใช้ร่วมกับอาหารเลี้ยงต้นพืช การพ่นทางใบหรือรดลงดิน ผลต่อพืชประเด็นหลักคือทำให้ความสูงลดลงเพราะลดการยืดยาวของปล้องลำต้นพืช ซึ่งเป็นการเพิ่มสัดส่วนรากต่อต้นและทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น อย่างไรก็ตาม PBZ ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการพัฒนาของพืชและไม่เป็นพิษต่อพืช (Desta and Amare, 2021) ในสภาวะขาดน้ำมีรายงานว่า PBZ ทำให้พืชมีพื้นที่ใบลดลง การคายน้ำที่ใบพืชลดลง และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของพืชเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้พืชสามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำได้ (Rezazadeh *et al*., 2016; Soumya *et al*., 2017) Singh *et al*. (2008) พบว่า PBZ เกี่ยวข้องกับการออกดอก และการสร้างสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยของดอกคลารี่เสจ (*Salvia sclarea* L.) พืชวงศ์กะเพรา โดย PBZ ทำให้ออกดอกมากที่สุดเมื่อเทียบกับ kinetin และ IAA และส่งเสริมคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยให้ดีขึ้นโดยมี linalool และ linalyl acetate ในดอกสูงกว่าชุดควบคุมร้อยละ 12

พืชวงศ์ขิงมีลักษณะเด่นเพราะมีน้ำมันหอมระเหยมาก สมาชิกในวงศ์ของแต่ละสกุลหรือแต่ละชนิดมีสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างกัน ทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน Yoshioka *et al*. (2019) รายงานว่าพืชวงศ์ขิง สกุลขมิ้นพบสารสำคัญ terpenes ได้แก่ myrcene pinene และ albicanal ในสารสกัดจากเหง้าขิงอินเดีย (*Curcuma amada*) ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของสัตว์ (หนู) และอาจช่วยป้องกันการเกิดโรคอ้วนได้ เอกสารรีวิวโดย Singh *et al*.

(2013) รวบรวมข้อมูลสารประกอบในสารระเหยที่สกัดจากเปราะหอม (*K. galanga*) สารสำคัญที่พบ ได้แก่ ethyl *p*-methoxycinnamate และ methyl cinnamate และสารอื่น ๆ ได้แก่ carvone eucalyptol pentadecane 3-carene camphene borneol cineol kaempferol kaempferide และ cinnamaldehyde นอกจากนี้ Tekalign and Hammes (2005) ได้กล่าวว่า PBZ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มีลำต้นสะสมอาหารใต้ดินชนิดทิวเบอร์ (tuber) ของมันฝรั่ง โดยไปยับยั้งการสร้าง GA ทำให้มันฝรั่งมีความสูงของลำต้นเหนือดินและพื้นที่ใบลดลง แต่พบว่าทำให้ใบมีความหนามากขึ้นเพราะมีชั้นเนื้อเยื่อภายในใบกว้างขึ้นและน้ำหนักใบเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม PBZ ทำให้ทิวเบอร์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับสาร

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยของเปราะหอมพันธุ์ไทยที่ปลูกในกระถาง การใช้สาร PBZ เพราะมีคุณสมบัติช่วยให้พืชทนต่อภาวะน้ำจำกัด ที่ได้รับ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ พืชทดลองคือเปราะหอม (*K. galanga* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่สำคัญในวงศ์ขิง ส่วนเหง้ามีประโยชน์ใช้เป็นส่วนประกอบในตำรับยา ใบใช้รับประทานสดและเป็นผลิตภัณฑ์ปรุงรส โดยคาดว่า PBZ มีความเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเหง้า และช่วยรักษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ รวมทั้งการสร้างสารประกอบภายในเหง้าซึ่งเป็นส่วนใต้ดินที่ใช้สะสมอาหารและสารสำคัญ การเก็บผลทำโดยวัดความกว้างใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจากใบและเหง้า และวิเคราะห์สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบแบบแห้งของใบและเหง้าที่ได้จากเปราะหอมที่ได้รับสาร PBZ ความเข้มข้นแตกต่างกัน รายงานฉบับนี้ไม่มีผลด้านความสูงเพราะเปราะหอมไม่มีลำต้นเหนือดิน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตการทดลองและพืชทดลอง

พืชที่ใช้คือเปราะหอมที่ได้รับหัวพันธุ์จากจังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทดลองปลูกในกระถาง การวิจัยนี้มี 3 ชุดทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้รับ PBZ ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ 0 1,500 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือหนึ่งส่วนในล้านส่วน (part per million: ppm) ดัดแปลงตามวิธีการของ Jungklang *et al*. (2017) ปลูกในสภาพโรงเรือนแบบเปิด ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครกรุงเทพมหานคร

2. การปลูกพืชทดลอง

2.1 เตรียมวัสดุปลูกใส่กระถางขนาด 8x12 นิ้ว ประกอบด้วย ดิน : ใบไม้แห้ง : มูลวัว อัตราส่วน 2 : 1 : 1 จำนวน 12 กระถาง การผสมใบไม้แห้งเพื่อให้คล้ายกับสภาพธรรมชาติ ดัดแปลงตามนิจศิริ และคณะ (ม.ป.ป.)

2.2 นำเหง้าของเปราะหอม แช่น้ำยากำจัดเชื้อรา Captane50 ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นล้างน้ำ 3 ครั้ง และผึ่งลมให้แห้ง ปลูกเหง้าลงในกระถางที่เตรียมไว้ รดน้ำเปล่า 300 มิลลิลิตร ทุกกระถางทุก ๆ 7 วัน เมื่อครบ 1 เดือนใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ปริมาณ 10 กรัมต่อกระถาง เมื่ออายุ 2 เดือนหลังจากปลูก ใส่ PBZ ครั้งที่ 1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร รดลงใน

กระถาง และทำเช่นนี้เดือนละ 1 ครั้ง โดยใส่ PBZ ต่อไปอีก 3 ครั้งห่างกันทุก 30 วัน สิ้นสุดการทดลองเมื่อพืชอายุ 5 เดือนหลังปลูก

3. การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

3.1 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เก็บผลความกว้างของใบหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยวัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบที่โตเต็มที่ สุ่มวัด 2 ใบในแต่ละกระถาง และเก็บผลน้ำหนักสดของส่วนเหง้าและใบ (ธนวดี และคณะ, 2558; Abdi and Karami, 2020) ซึ่งเป็นการวัดการเจริญเติบโตจากน้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดินหมายถึงลำต้นและใบ และส่วนใต้ดินหมายถึงราก) เก็บใส่ถุงกระดาษนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (°C) จนพืชแห้งสนิทเก็บผลน้ำหนักแห้ง จากนั้นเก็บรักษาไว้ในใส่กล่องดูดความชื้น เพื่อนำไปวิเคราะห์สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย

3.2 หาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Kulak *et al*., 2021) โดยตัดใบพืชที่โตเต็มที่จำนวน 3 ชิ้นต่อใบ และ 3 ต้นต่อซ้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร บันทึกน้ำหนักสด แช่ชิ้นใบพืชในน้ำกลั่นจนอิ่มตัว 12 ชั่วโมงในที่มืด บันทึกน้ำหนักอิ่มตัว จากนั้นนำชิ้นใบพืชไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้ง จากนั้นคำนวณโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{(\text{น้ำหนักอิ่มตัว} - \text{น้ำหนักแห้ง})}$$

4. การสกัดน้ำมันระเหยง่ายของตัวอย่างพืชด้วยตัวทำละลาย

โดยชั่งน้ำหนักเหง้าและใบที่อบแห้งแล้ว ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ สกัดตัวทำละลายเฮกเซนในอัตราส่วน 4 เท่าของน้ำหนักพืช คนให้เข้ากันและกวนที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วนำไประเหยเพื่อเอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยสารสุญญากาศ ชั่งน้ำหนักสารสกัดพืชที่ได้ บันทึกผล เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ การคำนวณร้อยละของน้ำมันระเหยง่ายในตัวอย่างคำนวณจากน้ำหนักแห้งโดยใช้สมการต่อไปนี้ (วทันยา และคณะ, 2557)

$$\text{ร้อยละของน้ำมันระเหยง่าย} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันระเหยง่าย} \times 100}{\text{น้ำหนักพืชแห้ง}}$$

5. การวิเคราะห์สารประกอบด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-เฟลมไอออไนเซชัน (gas chromatography-flame ionization detection: GC-FID) และการคำนวณค่า linear retention indices (LRI)

ชั่งสารสกัดพืช 0.05 กรัม ใส่ลงในหลอดเซนทริฟิวจ์ขนาด 1 มิลลิลิตร ละลายสารสกัดด้วยตัวทำละลาย ethyl acetate ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวิเคราะห์สารประกอบด้วย GC-FID เป็นเครื่องตรวจวัดสัญญาณชนิด flame ionization รุ่น Clarus 690 ยี่ห้อ PerkinElmer ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ชนิดของแก๊สตัวพา คือ ฮีเลียม (99.99%, TIG, Thailand) ชนิดของคอลัมน์ คือ DB-Wax (60 เมตร × 0.25 มิลลิลิตร i.d. × 0.25 ไมโครเมตร film thickness) อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นที่ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มใน

อัตรา 3 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 246 องศาเซลเซียส อุณหภูมิบริเวณที่ฉีดตัวอย่างของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 250 องศาเซลเซียส และเฟลมไอออไนเซชัน 250 องศาเซลเซียส

ค่า LRI ใช้เวลาที่สารแต่ละชนิดเคลื่อนผ่านคอลัมน์โดยเทียบกับอะตอมของคาร์บอนในแอลเคนซีรีย์ (C8-C20, 04070, Sigma-Aldrich, USA) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$LRI = 100 \times \left(\frac{t-t_n}{t_{n+1}-t_n}\right) + n$$

โดยที่ t คือ retention time ของสารประกอบ

n คือ จำนวนอะตอมของคาร์บอนที่มีแอลเคน

n+1 คือ จำนวนอะตอมของคาร์บอนหลังแอลเคน (ลักษณา และคณะ, 2556)

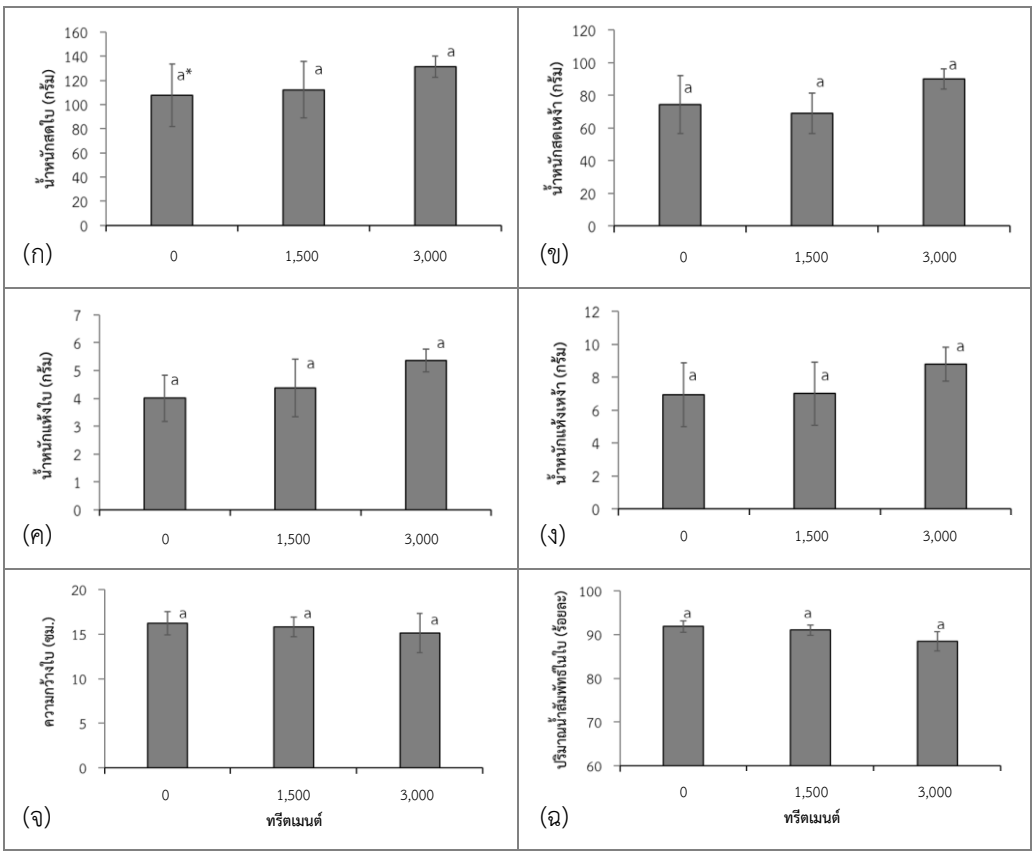
6. การวิเคราะห์ผลการวิจัยเชิงสถิติ

วิเคราะห์แบบแจกแจงทางเดียว (one way ANOVA) วิธี least significant difference และ duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS version 22

ผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโตของเปราะหอม และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเปราะหอม

จากการทดลองปลูกเปราะหอมให้ได้รับสาร PBZ ทางดินแตกต่างกัน 3 ชุดการทดลอง คือ 0 (ชุดควบคุม) 1,500 และ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน และจำกัดการได้น้ำเพียง 1 ครั้งต่อสัปดาห์ตลอดการทดลอง ความเข้มข้นที่ใช้อ้างอิงจาก Jungklang *et al*. (2017) กับพืชวงศ์ขิงชนิดปทุมมา ใช้ความเข้มข้น 1,500 หนึ่งส่วนในล้านส่วน และในรายงานฉบับนี้ให้เพิ่มขึ้นเป็น 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน เพื่อต้องการศึกษาการตอบสนองของพืชในสภาวะน้ำน้อยและผลของ PBZ ต่อพืช พบว่าน้ำหนักสดใบ ดังภาพที่ 1 (ก) และน้ำหนักแห้งใบ ดังภาพที่ 1 (ค) เปราะหอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ PBZ และจากข้อมูลความกว้างของใบ ดังภาพที่ 1 (จ) พบว่าชุดควบคุมมีความกว้างใบมากที่สุด และ PBZ มีแนวโน้มทำให้ใบมีความกว้างลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าน้ำหนักใบและความกว้างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบร้อยละน้ำหนักแห้งใบพบว่าทรีตเมนต์ 1,500 และ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน มีค่าเพิ่มขึ้นเทียบกับทรีตเมนต์ 0 ร้อยละ 5.1 และ 10.2 ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักเหง้าพบว่าสาร PBZ มีผลต่อทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้า ดังภาพที่ 1 (ข และ ง) ในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักใบ กล่าวคือ น้ำหนักแห้งเหง้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อได้รับ PBZ มีค่า 6.93±1.93 7.01±1.92 และ 8.78±1.02 กรัม ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบร้อยละน้ำหนักแห้งที่ได้พบว่าทรีตเมนต์ 1,500 และ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน มีค่าเพิ่มขึ้นเทียบกับทรีตเมนต์ 0 ร้อยละ 9.2 และ 4.8 ตามลำดับ และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบพบว่าทรีตเมนต์ 0 1,500 และ 3,000 มีค่าร้อยละ 91.87±2.10 91.03±1.86 และ 88.45±1.18 ตามลำดับและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 1 (ฉ)



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของเปราะหอมอายุ 5 เดือน น้ำหนักสดใบ (ก) น้ำหนักสดเหง้า (ข) น้ำหนักแห้งใบ (ค) น้ำหนักแห้งเหง้า (กรัม) (ง) ความกว้างใบ (เซนติเมตร) (จ) และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (ร้อยละ) (ฉ)

หมายเหตุ: - ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (n=4)

- * ตัวอักษรที่เหมือนกันในชุดข้อมูลเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. สารประกอบของน้ำมันหอมระเหยในใบแห้งและเหง้าแห้งของเปราะหอม

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 2 (ก) พบสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยในใบแห้งเปราะหอมที่สกัดด้วยทำละลายเฮกเซนและวิเคราะห์ด้วย GC-FID 10 ชนิด และรายงานปริมาณที่พบเป็นร้อยละของพื้นที่ใต้พีกของสารเทียบกับพื้นที่ใต้พีกของสารที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด ได้แก่ α-terpineol (1) pulegone (2) phenylethyl 2-methylbutyrate (3) 2,4-hexadienoic acid ethyl ester (4) isoamyl benzyl ether (5) salicylaldehyde (6) acetylcedrene (7) n-propyl phenylacetate (8) 2-pentadecanone (9) และ kaur-16-ene (10) ข้อมูลที่ได้จากเปราะหอมทุกทรีตเมนต์ พบสารสำคัญในใบแห้ง 5 ชนิดตามลำดับ ร้อยละสารประกอบจากมากไปน้อย คือ ลำดับที่ 7 10 3 5 และ 4 ตามลำดับ โดยใบเปราะหอมที่ปลูกในสภาวะที่ได้รับ PBZ ต่างกัน มีสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน ทรีตเมนต์ 1,500 หนึ่งส่วนในล้านส่วน มีร้อยละของลำดับ 10 (ร้อยละ 17.94) 3 (ร้อยละ 10.19) และ

4 (ร้อยละ 9.57) มากกว่าเปราะหอมทรีตเมนต์ควบคุม และทรีตเมนต์ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน มีร้อยละของลำดับ 7 (ร้อยละ 64.37) และ 5 (ร้อยละ 8.46) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกทรีตเมนต์

ตารางที่ 1 สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยของใบแห้งเปราะหอม วิเคราะห์ด้วย GC-FID

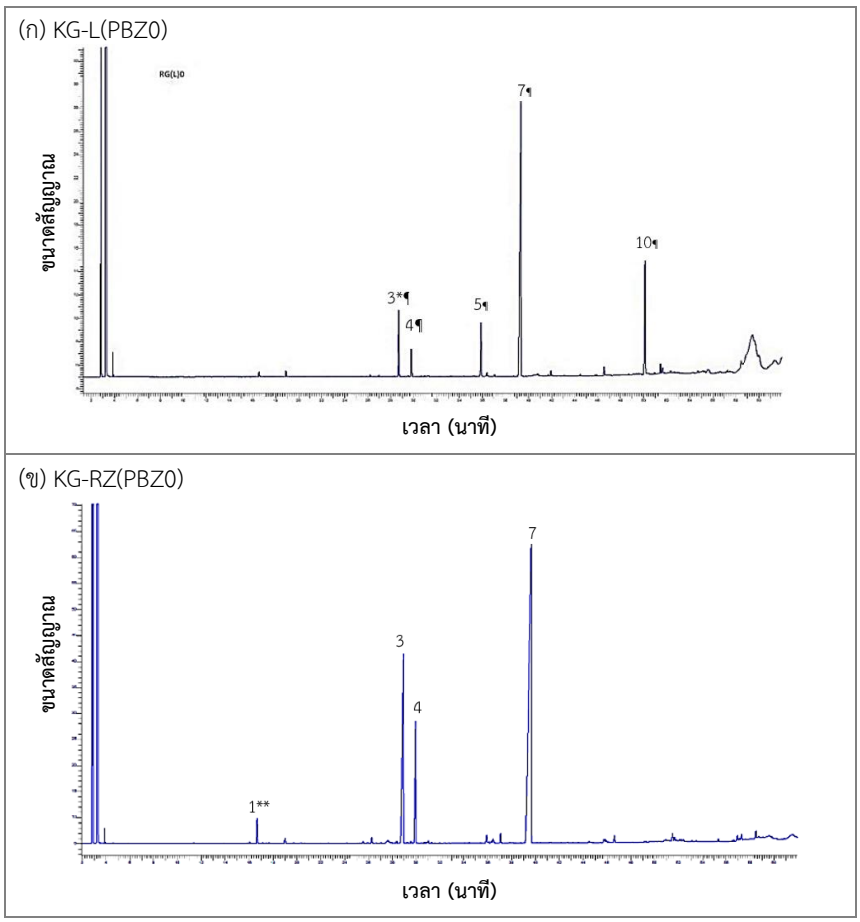
ลำดับ	สารประกอบ	retention time (นาที)	ค่า LRI	area PBZ (หนึ่งส่วนในล้านส่วน)			ร้อยละของสารประกอบ PBZ (หนึ่งส่วนในล้านส่วน)		
				0	1,500	3,000	0	1,500	3,000
1	α-terpineol	16.66	1,172	1,808.68	2,034.69	2,383.52	0.62	0.64	0.47
2	pulegone	19.00	1,230	2,068.16	2,092.18	3,138.37	0.71	0.66	0.62
3	phenylethyl 2-methylbutyrate	28.14	1,472	25,134.34	32,457.22	32,887.71	8.60	10.19	6.46
4	2,4-hexadienoic acid ethyl ester	29.43	1,501	13,158.9	30,487.71	12,804.27	4.50	9.57	2.52
5	isoamyl benzyl ether	35.30	1,668	22,223.21	19,832.43	43,062.1	7.60	6.23	8.46
6	salicylaldehyde	37.07	1,701	582.24	759.43	1,128.39	0.20	0.24	0.22
7	acetylcedrene	38.80	1,768	178,894.23	169,900.89	327,570.37	61.22	53.34	64.37
8	n-propyl phenylacetate	41.95	1,848	1,921.13	1,500.81	2,788.03	0.66	0.47	0.55
9	2-pentadecanone	46.58	1,997	2,889.91	2,321.74	5,335.21	0.99	0.73	1.05
10	kaur-16-ene	49.56	2,060	43,556.08	57,126.87	77,812.08	14.90	17.94	15.29
						รวม	100	100	100

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 2 (ข) พบสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยในเหง้าแห้งเปราะหอมที่สกัดด้วยทำละลายเฮกเซนและวิเคราะห์ด้วย GC-FID 10 ชนิด และรายงานปริมาณที่พบเป็นร้อยละของพื้นที่ใต้พีกของสารเทียบกับพื้นที่ใต้พีกของสารที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด ได้แก่ α-terpineol (1) pulegone (2) α-muurolene (3) 2,4-hexadienoic acid ethyl ester (4) isoamyl benzyl ether (5) salicylaldehyde (6) pentadecanol (7) trans-2-Hexenyl n-octanoate (8) 2-pentadecanone (9) และ kaur-16-ene (10) ข้อมูลที่ได้จากทุกทรีตเมนต์ พบสารสำคัญในเหง้าแห้ง 4 ชนิดตามลำดับร้อยละสารประกอบจากมากไปน้อย คือลำดับที่ 7 3 4 และ 1 ตามลำดับ โดยเหง้าเปราะหอมที่ปลูกในสภาวะที่ได้รับ PBZ 1,500 หนึ่งส่วนในล้านส่วน และทรีตเมนต์ควบคุม มีสารสำคัญแต่ละชนิดในน้ำมันหอมระเหยใกล้เคียงกัน ส่วนทรีตเมนต์ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน พบทั้งการสร้างสารได้มากที่สุดและน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่น คือสารประกอบลำดับที่ 7 สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 77.85 แต่พบสารประกอบลำดับที่ 3 4 และ 1 น้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 11.63 6.88 และ 1.25 ตามลำดับ นอกจากนี้ทรีตเมนต์ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน พบสารประกอบอื่นอีก 6 ชนิด ซึ่งพบไม่เกินร้อยละ 1.00 ได้แก่ 2-heptanone pentylbenzene germacrene D, borneol methyl linolenate และ 1-docosene

สารสำคัญที่พบทั้งในใบแห้งและเหง้าแห้งเปราะหอม แต่มีร้อยละของสารประกอบแตกต่างกัน มี 7 ชนิดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ kaur-16-ene (10) isoamyl benzyl ether (5) 2,4-hexadienoic acid ethyl ester (4) 2-pentadecanone (9) pulegone (2) α-terpineol (1) และ salicylaldehyde (6)

ตารางที่ 2 สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยของเหง้าแห้งเปราะหอม วิเคราะห์ด้วย GC-FID

ลำดับ	สารประกอบ	retention time (นาที)	ค่า LRI	area PBZ (หนึ่งส่วนในล้านส่วน)			ร้อยละของสารประกอบ PBZ (หนึ่งส่วนในล้านส่วน)		
				0	1,500	3,000	0	1,500	3,000
1	α-terpineol	16.68	1,172	20,486.85	12,350.11	17,684.13	1.65	1.70	1.25
2	pulegone	19.02	1,230	4,471.31	2,656.82	3,390.80	0.36	0.37	0.24
3	α-muurolene	28.94	1,477	271,565.08	159,903.90	164,950.58	21.82	22.03	11.63
4	2,4-hexadienoic acid ethyl ester	29.95	1,501	107,518.57	64,505.12	97,537.65	8.64	8.89	6.88
5	isoamyl benzyl ether	35.93	1,668	8,643.58	4,385.65	-	0.69	0.60	-
6	salicylaldehyde	37.11	1,701	7,664.22	4,520.21	-	0.62	0.62	-
7	pentadecanol	39.66	1,778	818,508.16	474,140.94	1,104,066.69	65.75	65.31	77.85
8	trans-2-Hexenyl n-octanoate	42.11	1,853	292.15	-	-	0.02	-	-
9	2-pentadecanone	46.64	1,997	5,137.00	2,964.44	6,045.48	0.41	0.41	0.43
10	kaur-16-ene	50.12	2,060	561.56	250.14	-	0.05	0.03	-
สารประกอบที่พบเพิ่มเติมเฉพาะทรีตเมนต์ 1,500 หรือ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน									
	geraniol	42.71	1,872	-	257.80	-	-	0.04	-
	pentylbenzene	26.29	1,409	-	-	4,579.93	-	-	0.32
	germacrene D	36.47	1,683	-	-	6,954.46	-	-	0.49
	borneol	36.98	1,698	-	-	167.21	-	-	0.01
	methyl linolenate	51.51	2,084	-	-	6,771.28	-	-	0.48
	1-docosene	57.30	2,192	-	-	5,995.19	-	-	0.42
						รวม	**100**	**100**	**100**



ภาพที่ 2 โครมาโทแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบแห้ง [KG-L(PBZ0)] (ก) และเหง้าแห้ง [KG-RZ(PBZ0)] (ข) เปราะหอมอายุ 5 เดือนหลังปลูกของทรีตเมนต์ควบคุม (PBZ 0 หนึ่งส่วนในล้านส่วน)

หมายเหตุ: - * ลำดับตามตารางที่ 1
- ** ลำดับตามตารางที่ 2

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของ PBZ ต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยของเปราะหอม รายงานนี้เป็นการให้ PBZ กับต้นเปราะหอมกระถางโดยการรดลงดิน ระยะเวลาปลูกเวลา 5 เดือน และระหว่างการปลูกมีการให้น้ำทุก ๆ 7 วันตลอดการทดลอง ผลที่ได้จากค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบแสดงให้เห็นว่าทุกทรีตเมนต์มีค่าประมาณร้อยละ 90 ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญของพืช โดย PBZ ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบพืช และเห็นได้ว่าในการทดลองนี้มีการรดน้ำให้เปราะหอมอย่างเหมาะสมเพียงพอ เพื่อไม่ให้ดินอิ่มตัวมากเกินไปเพราะอาจทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ผลที่ได้สอดคล้องกับ Desta and Amare (2021) กล่าวว่าสาร PBZ สามารถใช้ร่วมกับอาหารเลี้ยงต้นพืชในสภาวะปลอดเชื้อ หรือการพ่นทางใบโดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการ

พัฒนาของพืชและไม่เป็นพิษต่อพืช สำหรับการเจริญเติบโตพบว่าใบเปราะหอมจากทรีตเมนต์ที่ได้รับ PBZ มีความกว้างของใบลดลง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การตอบสนองนี้ใกล้เคียงกับรายงานวิจัยอื่นที่ใช้ PBZ กับพืชที่ได้รับภาวะขาดน้ำ PBZ ทำให้พืชมีพื้นที่ใบลดลง เพราะมีผลทำให้ระดับของสารควบคุมการเจริญเติบโต GA ในพืชลดลง ซึ่ง GA มีหน้าที่ทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ ดังนั้นเมื่อให้ PBZ จึงทำให้เซลล์ที่ใบยืดตัวลดลง ความกว้างของทรงพุ่มลดลง ส่งผลให้การคายน้ำที่ใบพืชลดลง และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของพืชเพิ่มขึ้น ดังนั้นพืชจึงสามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำได้ (Rezazadeh *et al*., 2016; Soumya *et al*., 2017) ด้านการเจริญเติบโตของลำต้นใต้ดินแบบไรโซมของเปราะหอม ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเหง้ามีแนวโน้มของน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับ PBZ แต่ข้อมูลไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักไรโซมที่ได้นี้แตกต่างจากการศึกษาในมันฝรั่ง ซึ่ง Nuraini *et al*. (2021) พบว่ามันฝรั่งมีหัวใต้ดินแบบทูเบอร์ การใช้สาร PBZ ร่วมกับไซโตไคนินกับมันฝรั่ง ทำให้มันฝรั่งมีจำนวนหัวใต้ดินมากขึ้น และมีแนวโน้มของน้ำหนักหัวต่อต้นเพิ่มขึ้น กล่าวได้ว่า PBZ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเพิ่มสัดส่วนของรากต่อลำต้น การเพิ่มจำนวนผลต่อต้น และการเพิ่มผลผลิตด้วย (Soumya *et al*., 2017) เหตุผลที่น้ำหนักเหง้าของเปราะหอมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องมาจากการทดลองนี้เป็นการปลูกในระยะเวลาสั้นและใช้ความเข้มข้นของ PBZ ที่มากเกินไป ทำให้ผลการเจริญเติบโตยังไม่ชัดเจน นอกจากนี้ Berova and Zlatev (2000) รายงานการให้ PBZ กับมะเขือเทศ ทำให้พืชมีการยืดยาวของส่วนปล้องของลำต้นพืชลดลง ความสูงลดลง แต่ทำให้ปล้องพืชหนาขึ้น ทรงพุ่มกว้างขึ้นและให้ผลผลิตต่อต้นดีขึ้น รวมทั้งไม่พบการชะลอการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ PBZ ที่ใช้กับเปราะหอมไม่ทำให้เกิดการชะลอการเจริญเติบโตและต้นเปราะหอมไม่เกิดความผิดปกติ

การวิเคราะห์สารประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบแห้งและเหง้าแห้ง และรายงานปริมาณที่พบเป็นร้อยละของพื้นที่ใต้พีกของสารเทียบกับพื้นที่ใต้พีกของสารที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด พบว่าใบและเหง้าจากทรีตเมนต์ที่ได้รับ PBZ ความเข้มข้นแตกต่างกันมีการสร้างและสะสมสารประกอบที่แตกต่างกัน สภาวะแวดล้อมในการปลูกพืชสำหรับการทดลองนี้ มีการรดน้ำในปริมาณน้อยแต่ไม่ทำให้พืชเกิดภาวะขาดน้ำที่รุนแรง การใช้ PBZ เพื่อศึกษาบทบาทในการช่วยให้พืชทนต่อภาวะขาดน้ำและทำให้เกิดการตอบสนองในด้านต่าง ๆ (Soumya *et al*., 2017) ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า PBZ ความเข้มข้นต่ำ 1,500 หนึ่งส่วนในล้านส่วน มีการกระตุ้นการสร้างสารสำคัญบางชนิดในใบ ได้แก่ phenylethyl 2-methylbutyrate 2,4-hexadienoic acid ethyl ester และ kaur-16-ene ส่วนความเข้มข้นสูงให้ผลทั้ง 2 ด้านคือการยับยั้งและการกระตุ้นการสร้างสารประกอบในใบ โดยพบการสร้างสารสำคัญ ได้แก่ phenylethyl 2-methylbutyrate 2,4-hexadienoic acid ethyl ester ลดลง และการสร้างสารสำคัญ ได้แก่ acetylcedrene และ isoamyl benzyl ether เพิ่มขึ้น

สารสำคัญในเหง้าแห้งเปราะหอม ผลการวิเคราะห์สารสำคัญที่ว่าทุกทรีตเมนต์พบสารประกอบลำดับที่ 7 pentadecenol มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างทรีตเมนต์พบว่าทรีตเมนต์ที่รดด้วย PBZ 3,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน พบ pentadecenol มากที่สุดร้อยละ 77.85 สำหรับสารสำคัญอื่นข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่า PBZ ความเข้มข้นต่ำ 1,500 หนึ่งส่วนในล้านส่วน มีผลทำให้เหง้าใต้ดินสร้างสารสำคัญได้ใกล้เคียงกับทรีตเมนต์ควบคุม อย่างไรก็ตามทรีตเมนต์ 3,000 หนึ่งส่วนใน

ล้านส่วน มีการสะสมสารประกอบอื่น ๆ อีกหลายชนิดแต่พบในปริมาณน้อย ในการตอบสนองโดยการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยานั้นอาจเกี่ยวข้องกับการสะสมสารประกอบบางชนิดนั้นขึ้นอยู่กับการได้รับ PBZ ร่วมด้วย ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ PBZ ทำให้สร้างสารประกอบเพิ่มขึ้น แต่ถ้าได้รับ PBZ มากเกินไปอาจเกิดการยับยั้งการสร้างสารเหล่านั้นได้เช่นกัน ผลการศึกษาพบว่าใบแห้งเปราะหอมมีสารสำคัญบางชนิดแตกต่างจากที่พบในเหง้าแห้งเปราะหอม ที่ผ่านมามีรายงานการใช้ PBZ ต่อการสร้างน้ำมันหอมระเหยไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นรายงานการใช้สารในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ PBZ ได้แก่ การใช้ PBZ กับคลารี่เสจพบว่ามีการสร้าง linalool และ linalyl acetate ในดอกเพิ่มขึ้นและทำให้น้ำมันหอมระเหยที่มีสารสองชนิดนี้มากขึ้นมีคุณภาพดีขึ้น (Singh *et al*., 2008) และการใช้ PBZ กระตุ้นการสร้าง caftaric acid และ cichoric acid ซึ่งเป็นสารสำคัญทางยาในพืชดอกชนิดหนึ่ง (*Echinacea purpurea*) ในวงศ์ทานตะวันของอเมริกาเหนือ พบว่าการใช้ PBZ ร่วมกับ GA3 สามารถกระตุ้นให้รากพืชมีการสร้างสารสองชนิดนี้เพิ่มขึ้น แต่ไม่เพิ่มในส่วนลำต้น (Jones *et al*., 2009) กล่าวได้ว่า PBZ มีส่วนส่งเสริมให้พืชมีการปรับตัวเมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมหรือในสภาวะปกติ การใช้ PBZ สามารถกระตุ้นการสร้างสารประกอบในพืชได้ งานวิจัยนี้พบสารสำคัญในใบแห้ง คือ acetylcedrene ส่วนสารสำคัญในเหง้าแห้ง คือ pentadecenol การพบสารประกอบในส่วนของพืช คือ ใบและเหง้าที่แตกต่างทั้งด้านชนิดและร้อยละสารประกอบเช่นนี้สอดคล้องกับรายงานของวทันยา และคณะ (2557) การหาองค์ประกอบทางเคมีของพืชวงศ์ขิง ชนิดขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) ที่มีความแตกต่างกันระหว่างการใช้ขิงสดกับขิงแห้ง และขิงอ่อนกับขิงแก่ ผู้วิจัยกล่าวว่าขิงแก่สดพบร้อยละของ zingiberene มากกว่าขิงอ่อนสด และน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวัตถุดิบแบบแห้งมีสารสำคัญแตกต่างกัน โดยขิงอ่อนแห้งและขิงแก่แห้งมี camphene และ geranial มากที่สุด ตามลำดับ และสอดคล้องกับรายงานการสกัดสารจากส่วนต่างกันของพืชสมุนไพร *Alstonia boonei* ในวงศ์ตีนเป็ด ประเทศไนจีเรีย โดยใช้สารสกัดคือ dichloromethane พบว่าส่วนราก ลำต้น และใบ มีสารประกอบหลักที่แตกต่างกันไป และพบสารประกอบในลำต้นมากที่สุด (41 ชนิด) รองลงมาคือ ราก (20 ชนิด) และใบ (10 ชนิด) (Babatunde, 2017) จากผลที่ได้จากสารประกอบของเปราะหอมที่ปลูกสภาวะแวดล้อมตามงานวิจัยนี้มีบางชนิดที่คล้ายกับรายงานข้อมูลสารประกอบในเหง้าหรือไรโซมโดย Singh *et al.* (2013) และนิจศิริ และคณะ (ม.ป.ป.) คือ pentadecane และ borneol อาจเป็นเพราะว่า PBZ มีส่วนเกี่ยวข้องในการกระตุ้นการสร้างสารสำคัญภายในเหง้าของเปราะหอม แต่จากระยะเวลาในการปลูกที่สั้น และอายุของเหง้าเปราะหอมที่นำมาใช้ไม่ได้แยกเหง้าอ่อนกับเหง้าแก่ จึงมีผลต่อข้อมูลการสะสมสารประกอบภายในลำต้นใต้ดินของเปราะหอมได้

สรุปผลการวิจัย

เปราะหอมที่ปลูกในสภาวะที่มีสารพาโคลบิวทราโซลร่วมกับการได้รับน้ำสัปดาห์ละครั้ง มีการเจริญเติบโตเมื่อพิจารณาจากความกว้างใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบและเหง้าไม่แตกต่างจากทรีตเมนต์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งไม่พบความผิดปกติของการชะลอการเจริญเติบโตของต้นเปราะหอม สภาพแวดล้อมการปลูกเปราะหอมในรายงานนี้ทำให้ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบไม่แตกต่างกันทุกทรีตเมนต์ ข้อมูลสารประกอบในเปราะหอมเห็นได้ว่าการให้พาโคล-

บิวทราโซลเพิ่มเติมกับพืชโดยการรดลงดินมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างสารสำคัญทั้งในใบและเหง้า โดยวัตถุดิบแบบแห้งของใบและเหง้ามีการสร้างสารสำคัญส่วนใหญ่เหมือนกัน แต่มีร้อยละที่พบแตกต่างกัน ใบแห้งพบ acetylcedrene มากที่สุด เหง้าพบ pentadecanol มากที่สุด ข้อเสนอแนะการวิเคราะห์ควรคำนึงถึงอายุของเหง้าเปราะหอมที่นำมาใช้เพราะเหง้าอ่อนและเหง้าแก่อาจมีการสะสมสารประกอบได้แตกต่างกัน และควรยืนยันผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ประจำปี พ.ศ. 2563 สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ธนวดี พรหมจันทร์ กันยารัตน์ หรัญยา พรนภา รุ่งสว่าง อาริสา ทับทิม และพิมพ์ใจ มีตุ้ม. (2558). ผลของปริมาณการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมอเมริกัน. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 34(1), 26-37.

นิจศิริ เรืองรังษี ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม และนิรันด์ วิพันธุ์เงิน. (ม.ป.ป.). การศึกษาวิจัยสมุนไพรเปราะหอม เพื่อประเมินคุณค่าและความสำคัญประกอบการพิจารณาในการประกาศให้เป็นสมุนไพรควบคุมตามพระราชบัญญัติคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2565, จาก: https://abdul.dtam.moph.go.th/thaiherbs/herb_pdf/0065.pdf.

ลักษณา เจริญใจ วิภาวี เสาหิน และปรีชา บุญจูง. (2556). การศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันระเหยง่ายจากเหง้าขิงสดและแคปซูลขิงในประเทศไทย. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 9(1), 52-63.

วทันยา ลิมปพยอม ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ ภรณ์ทิพย์ ดุษฎีลาวัณย์ และเกษรา วามะศิริ. (2557). องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยขิง. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*, 37(3), 297-312.

สุรพล แสนสุข ปิยะพร แสนสุข และณชยุต จันท์โชติกุล. (2560). ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์พื้นบ้านของพืชวงศ์ขิง ในจังหวัดหนองคาย ประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข*, 45(3), 574-594.

Abdi, G. and Karami, L. (2020). Salicylic acid effects on some physiochemical properties and secondary metabolite accumulation in *Mentha piperita* L. under water deficit stress. *Advances in Horticultural Science*, 34(1), 81-91, doi: https://doi.org/10.13128/ahsc-8404.

Ali, H., Khan, M.A., Kayani, W.K., Khan, T., Mashwani, Z.R., Ullah, N. and Khan, R.S. (2018). Thidiazuron regulated growth, secondary metabolism and essential oil profiles in shoot cultures of *Ajuga bracteosa*. *Industrial Crops and Products*, 121(2), 418-427, doi: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.043.

Babatunde, O. (2017). GC-MS analysis of leaf, stem-back and root extracts of *Alstonia boonei*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 11(46), 577-581, doi: https://doi.org/10.5897/AJPP2017.4864.

Berova, M. and Zlatev, Z. (2000). Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulation*, 30(2), 117-123, doi: https://doi.org/10.1023/A:1006300326975.

Desta, B. and Amare, G. (2021). Paclobutrazol as a plant growth regulator. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), doi: https://doi.org/10.1186/s40538-020-00199-z.

Hsie, B.S., Bueno, A.I.S., Bertolucci, S.K.V., Carvalho, A.A., Martins, E.R. and Pinto, J.E.B.P. (2019). Growth regulators induced shoot regeneration and volatile compound production in *Lippia rotundifolia* Cham., a threatened medicinal plant. *Industrial Crops and Products*, 137(15), 401-409, doi: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.050.

Jones, A.M., Saxena, P.K. and Murch, S.J. (2009). Elicitation of secondary metabolism in *Echinacea purpurea* L. by gibberellic acid and triazoles. *Engineering in Life Sciences*, 9(3), 205-210, doi: https://doi.org/10.1002/elsc.200800104.

Jungklang, J., Saengnil, K. and Uthaibutra, J. (2017). Effects of water-deficit stress and paclobutrazol on growth, relative water content, electrolyte leakage, proline content and some antioxidant changes in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. cv. Chiang Mai Pink. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(7), 1505-1512, doi: https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.017.

Kulak, M., Jorrín-Novo, J.V., Romero-Rodriguez, M.C., Yildirim, E.D., Gul, F. and Karaman, S. (2021). Seed priming with salicylic acid on plant growth and essential oil composition in basil (*Ocimum basilicum* L.) plants grown under water stress conditions. *Industrial Crops & Products*, 161, doi: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113235.

Mansouri, H. and Asrar, Z. (2012). Effects of abscisic acid on content and biosynthesis of terpenoids in *Cannabis sativa* at vegetative stage. *Biologia Plantarum*, 56(1), 153-156, doi: https://doi.org/10.1007/s10535-012-0033-2.

Nuraini, A, Nugroho, P.S., Sutari, W., Mubarok, S. and Hamdani, J.S. (2021). Effects of cytokinin and paclobutrazol application time on growth and yield of G2 potato (*Solanum tuberosum* L.) medians cultivar at medium altitude in Indonesia. *Agriculture and Natural Resources*, 55(2), 171-176.

Prins, C.L., Vieira, I.J.C. and Freitas, S.P. (2010). Growth regulators and essential oil production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22(2), 91-102, doi: https://doi.org/10.1590/S1677-04202010000200003.

Rezazadeh, A., Harkess, R.L. and Bi, G. (2016). Effects of paclobutrazol and flurprimidol on water stress amelioration in potted red firespike. *HortTechnology*, 26(1), 26-29, doi: https://doi.org/10.21273/HORTTECH.26.1.26.

Sharafzadeh, S. and Zare, M. (2011). Influence of growth regulators on growth and secondary metabolites of some medicinal plants from Lamiaceae family. *Advances in Environmental Biology*, 5(8), 2296-2302.

Singh, C. B. , Chanu, S.B., Bidyababy, Th., Devi, W.R., Singh, S.B., Nongalleima, Kh., Lokendrajit, N., Swapana, N. and Singh, L.W. (2013). Biological and chemical properties of *Kaempferia galanga* L. - a Zingiberaceae plant. *A Journal of Environment and Biodiversity*, 4(4), 35-41.

Singh, V. , Sood, R., Ramesh, K., and Singh, B. (2008). Effects of growth regulator application on growth, flower, oil yield, and quality of clary sage (*Salvia sclarea* L.). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 14(1-2), 29-36.

Soumya, P.R., Kumar, P. and Pal, M. (2017). Paclobutrazol: A novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Indian Journal of Plant Physiology*, 22(3), 267-278.

Stancheva, I., Geneva, M., Georgiev, G., Todorova, M. and Evstatieva, L. (2010). Essential oil variation of *Salvia officinalis* leaves during vegetation after treatment with foliar fertilizer and thidiazuron. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41(3), 244-249.

Tekalign, T. and Hammes, P.S. (2005). Growth and biomass production in potato grown in the hot tropics as influenced by paclobutrazol. *Plant Growth Regulation*, 45(1), 37-46.

Yoshioka, Y., Yoshimura, N., Matsumura, S., Wada, H., Hoshino, M., Makino, S. and Morimoto, M. (2019). α-Glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities of diterpenes from Indian mango ginger (*Curcuma amada* Roxb.) and its derivatives. *Molecules*, 24(22), 4071-4083.