รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*): ผลของการขาดน้ำในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

Stress induction on yield and quality of *Kaempferia parviflora*: effect of water stress before harvesting stage

นางสาวนาตยา มนตรี
นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว
นางจรัญญา ทับไทร

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*): ผลของการขาดน้ำในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

Stress induction on yield and quality of *Kaempferia parviflora*: effect of water stress before harvesting stage

นางสาวนาตยา มนตรี
นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว
นางจรัญญา ทับไทร

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการวิจัย : การชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*): ผลของการขาดน้ำในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว
แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560
ประจำปีงบประมาณ 2560 **จำนวนเงินที่ ได้รับสนับสนุน** 280,000 บาท
ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี **ตั้งแต่** ตุลาคม 2559 **ถึง** กันยายน 2560
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมวิจัย และหน่วยงานสังกัด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นาตยา มนตรี ดร. อัญจนา จันทร์ปะทิว และ นางจรัญญา ทับไทร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

บทคัดย่อ

จากการชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*) โดยทำการงดน้ำเป็นระยะเวลา 0 15 30 และ 45 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวและบันทึกขนาดของหัว น้ำหนักสดของหัว ผลผลิตต่อไร่ เมื่อกระชายดำมีอายุ 9 เดือน จากนั้นนำหัวไปหั่นเป็นชิ้น ทำการวัดสี และนำกระชายดำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจากนั้นและบันทึกน้ำหนักแห้งของเหง้า คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และนำผงกระชายดำไปสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสาร total phenolic และ สาร flavonoids พบว่า

ขนาดของหัวกระชายดำ น้ำหนักสด ผลผลิตสดต่อไร่ และผมลผลิตแห้งต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาของการงดน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อขนาดของหัวกระชายดำที่ลดลง และการลดลงของน้ำหนักสดของหัว ผลผลิตสดต่อไร่และผลผลิตแห้งต่อไร่มากที่สุด ที่ 635.085 และ 150.953 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการงดน้ำ 0 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการงดน้ำ และการงดน้ำเป็นเวลา 45 วันก่อนการเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากที่สุด 34.154 เปอร์เซ็นต์

สีของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวทุกระยะมีมีสีม่วงเข้ม โดยมีค่าสี L* a* และ b* ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณ total phenolics มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่ปริมาณสาร total flavonoids ไม่ความแตกต่างทางสถิติในหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว และปริมาณของ total phenolics และ total flavonoids มีแนวโน้มระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้น และการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 45 วันมีปริมาณ total phenolics มากที่สุด ที่ 79.025 มิลลิกรัม (GAE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้งและปริมาณ total flavonids มากที่สุดที่ 45.609 มิลลิกรัม (QE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

คำสำคัญ กระชายดำ, สารทุติยภูมิ, พืชสมุนไพร

Research Title: Stress induction on yield and quality of *Kaempferia parviflora*: effect of water stress before harvesting stage

Researcher: Assistant Professor Nattaya Montri, Dr.rer.nat., Anjana Junpatiw, Ph.D. and Jaranya Tapsai, Mrs.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Chumphon Province

ABSTRACT

Stress induction on yield and quality of *Kaempferia parviflora* was investigated. Plants were grown in the field and non-watering were applied at 0, 15, 30 and 45 days before harvesting. The rzizomes were harvest at 9 months old and size of rhizomes, fresh and dry weighs were recorded. The percentage of dry weight was calculated. Rhizomes were slided and internal color were measured and then dried at 50°C in hot air oven for 8 hours. The powders were further extracted with 95 % Ethanol. The ethanolic extracts were analyzed for total phenolics and total flavonoids content by UV-Vis spectrophotometer. The result found that

Size of rhizome, fresh weight per rhizome, percentage of dry weight, fresh and dry weight per rai were higly significant among non-watering periods. The longer non-watering periods had effected on rhizome size. It was decreased following with longer periods of non-watering. The fresh and dry weight per rai were highest in 0 day non-watering at 635.085 และ 150.953 kg per rai, respectively however the dry weight percentage was higher with the periods of non-watering and 45 days non-watering treatment had highest percentage of dry weight at 34.154 %.

The internal color of rhizome were not significant in both L* a* และ b* with dark purple colr were found in all treatment. Total phenolics contents were highly significant between treatments whilenon-watering periods had no effect on total flavonoids contents. The total phenolics and total flavonoids contents were increased with longer periods of non-waterting and the highest contents of total phenolics and total flavonoids were achieved in 45 days non-watering treatment at 79.025 mg (GAE) /gDW and 45.609 mg (QE) per g DW.

keywords *Kaempferia parviflora*, secondary compounds, medicinal plant

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ และ ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการศึกษาวิจัย และขอบคุณคุณชิดชนก พัฒวิเชียร และคุณมานิตา คำแป้น ในการการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

นางสาวนาตยา มนตรี
นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว
นางสาวจรัญญา ทับไทร
ตุลาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่3 วิธีดำเนินงานวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการวิจัย	15
บทที่ 5 วิจารณ์ผล	17
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	25
รายงานสรุปการเงิน	26
ตารางภาคผนวก	30
ประวัตินักวิจัย	31

สารบัญตาราง

		หน้า
1	สรุปองค์ประกอบสารสำคัญและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของกระชายดำ	8
2	ปริมาณสาร phenolic compounds และ total flavonoids ในสารสกัดเอธานอลจากเหง้ากระชายดำที่มีสีเนื้อในเหง้าแตกต่างกัน 4 ระดับ	9
3	ความกว้าง ความยาว น้ำหนักสด และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของหัว ผลผลิตสดและแห้งต่อไร่ ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	15
4	สีของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	16
5	ปริมาณผลของ phenolics และ flavonoids ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	17

สารบัญตารางภาคผนวก

		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดต่อต้นของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	26
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งต่อต้นของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	26
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่อต้นของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	26
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	27
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	27
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดหัวต่อไร่ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	27
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี L* ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	28
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี a* ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	28
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี * ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	28
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ phenolics ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	29
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ flavonoids ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	29

สารบัญภาพ

		หน้า
1	สีของเนื้อในเหง้ากระชายดำเกรดสูง (สีม่วงดำถึงดำสนิท)	8
2	ความเครียดของพืชที่เกิดจากปัจจัยที่ไม่ใช่สิ่งมีชีวิต	10
3	สีของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	15
4	ปริมาณผลของ phenolics และ flavonoids ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว	16

บทที่ 1
บทนำ

กระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall. ex Baker) เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Zingiberaceae (เต็ม, 2544) เหง้าที่มีสรรพคุณทางยา เช่น เสริมสุขภาพ บำรุงกำลัง แก้ปวดท้อง ต้านอักเสบ และเสริมสมรรถภาพทางเพศ ซึ่งเป็นสรรพคุณที่ทำให้กระชายดำได้รับความสนใจและเป็นที่นิยมอย่างมากในกลุ่มผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ จึงได้คัดเลือกกระชายดำเป็นหนึ่งในสมุนไพร12 ชนิดที่มีการส่งเสริมและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงสุขภาพและเพื่อการส่งออก (วิภาวรรณและบรรณพิชญ์, 2551) 1 ใน 5 สมุนไพรไทยที่รัฐบาลควรสนับสนุนการ

พัฒนาสมุนไพรไทยสู่ผลิตภัณฑ์สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย (Thailand Champion Herbal Products: TCHP) และหนึ่งในสมุนไพรที่ได้รับการส่งเสริมตามโครงการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) โดยการบริโภคกระชายดำมีทั้งในรูปแบบอาหาร และยารักษาโรค เช่น กาแฟกระชายดำ ไวน์กระชายดำ แคปซูลกระชายดำ เจลอนุภาคนาโนจากสารสกัดกระชายดำเป็นต้น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระชายดำเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค จึงต้องมีมาตรฐานการผลิตให้เป็นที่ยอม ซึ่งประกอบด้วยกรรมวิธีการผลิตเพื่อให้ได้หัวที่มีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ (ธนภัทร, 2544) ปัญหาด้านคุณภาพของหัวกระชายดำที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยา ก็คือ ปริมาณสารสำคัญมีน้อยและไม่สม่ำเสมอ สีของเนื้อในหัวไม่ดำ หัวเล็กและไม่กลมสวย (วิไลพรและสุมนา, 2550) ซึ่งอิทธิพลที่มีผลต่อคุณภาพดังกล่าวเกิดจากสายพันธุ์หรือพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูกที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (เสริมสกุล และคณะ, 2552) จึงศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตหัวกระชายดำให้มีคุณภาพและมาตรฐาน โดยนำสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (plant growth regulators) ที่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการชีวสังเคราะห์ของสารทุติยภูมิ เพื่อสร้างหรือสะสมสารสำคัญให้เพิ่มขึ้น

สารทุติยภูมิเป็นสารประกอบที่เกิดจากขบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ในพืชเพื่อสร้างสารชนิดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกต้นพืช ได้แก่ alkaloids terpenoids และ phenolic compounds ซึ่งสารทุติยภูมิที่กระชายดำสร้างขึ้น ก็คือ สารประกอบกลุ่ม flavonoids ชนิด methoxyflavone เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ dimethoxyflavone (DMF), trimethoxytlavone (TMF), pentamethoxyflavone (PMF) (Yenjai *et al*., 2004) และ anthocyanins ซึ่งมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต้านความเหนื่อยล้าต้านการเกิดอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ (เสริมสกุล และคณะ, 2552) โดยทั่วไปนั้นพืชจะสร้างสารทุติยภูมิได้เมื่อเกิดความเครียด โดยมีการตัวรับส่งสัญญาณเพื่อสร้างสารทุติยภูมิต่าง ๆ เพื่อช่วยให้สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะนั้น ๆ โดยสารเหล่านี้ไม่ได้มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จำเป็นต่อการอยู่รอด ซึ่งการชักนำให้เกิดความเครียดด้วยการให้ปัจจัยต่างๆ จึงมีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดการสร้างและสะสมสารมากขึ้น Zhao และคณะ (2005) พบว่า ภาวะการขาดน้ำ ใน Scrophularia ningpoensis พบว่ามีการสร้างสาร irridoid glycosides เพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของภาวะการขาดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว ผลผลิตและคุณภาพของสารเพื่อเป็นแนวทางในเพิ่มคุณภาพและปริมาณสารสำคัญในการผลิตกระชายดำแก่เกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการขาดน้ำและระยะเวลาของการขาดน้ำในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวต่อผลิตของกระชายดำ
2. เพื่อศึกษาผลของผลของการขาดน้ำและระยะเวลาของการขาดน้ำต่อความเครียดต่อการผลิตสารสำคัญในแปลงปลูก
3. เพื่อผลิตวัตถุดิบกระชายดำที่มีคุณภาพ

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการศึกษาผลของชักนำให้เกิดความเครียดโดยการงดน้ำระยะเวลาแตกต่างกัน ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อผลผลิต และการสะสมสารสำคัญในกระชายดำ ได้แก่ phenolic compounds และ total flavoniod ในการการผลิตกระชายดำในแปลงปลูกเพื่อการค้าต่อไป ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมดโดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT)

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

กระชายดำเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมนนำมาใช้แปรรูป เนื่องจากมีสรรพคุณทางสมุนไพรหลายอย่าง ซึ่งการผลิตเชิงอุตสาหกรรมนั้นพบว่า คุณภาพของวัตถุดิบขาดความสม่ำเสมอ ซึ่งสารสำคัญในเหง้ากระชายดำถือเป็นมาตรฐานทางคุณภาพที่สำคัญ โดยทั่วไปการสร้างสารทุติยภูมิในพืชเมื่อเกิดภาวะความเครียด โดยการชักนำให้เกิดความเครียดสามารถทำได้ด้วยการใช้สิ่งกระตุ้น (elicitors) ทั้งสิ่งกระตุ้นที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (biotics) และไม่มีชีวิต (abiotics) การขาดน้ำทำให้เซลล์พืชหยุดการพัฒนาหรือชะงักการเจริญเติบโต และสังเคราะห์สารทุติยภูมิต่าง ๆ ขึ้น (Zhao et.al. 2005) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นการผลิตกระชายดำเพื่อการผลิตสารสำคัญโดยการชักนำให้เกิดความเครียดจากการขาดน้ำเพื่อให้เกิดการสะสมสารสำคัญเพิ่มมากขึ้น และเป็นแนวทางในการผลิตวัตถุดิบกระชายดำเพื่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระชายดำ

กระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall. ex Baker.) จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อเรียกว่า กระชายม่วง ว่านกระชายดำ ว่านเพชรดำ กระชายเลือด (สัจจะ, 2556) ถิ่นกำเนิดในประเทศเขตร้อนบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กระชายดำเป็นพืชล้มลุก กลุ่มใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นมีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2552) เหง้าของกระชายดำจะมีสีม่วงจนถึงดำ มีรากสะสมอาหารที่มีลักษณะเป็นปุ่มอวบไม่ใหญ่ และยาวเหมือนกับกระชายธรรมดา ส่วนใบเป็นใบเดี่ยวรูปกรวยกว้าง 7-8 เซนติเมตร มีลักษณะใบใหญ่และเขียวเข้ม ผิวใบด้านล่างมีขนสั้น ขอบแผ่นใบมักมีสีน้ำตาลแดง ก้านใบมีสีแดงอมม่วงและหนาอวบ โดยใบแทงม้วนเป็นกรวยขึ้นมาจากลำต้นเทียม (pseudostem) มีดอกเป็นดอกช่อ ช่อๆละ 1-2 ดอกยาวประมาณ 5 เซนติเมตรดอกมีสีชมพูอ่อนหรือสีม่วงกลีบลิ้น (labelum) มีสีขาวหรือสีม่วง แหล่งปลูกที่มีชื่อเสียงในประเทศไทย คือ อำเภอนาแห้ว อำเภอด่านซ้าย และภูเรือ จังหวัดเลย (ศิริพร และคณะ, 2551)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น มี 2 ชนิด คือ ลำต้นที่เจริญขึ้นมาเหนือพื้นดินเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) ลำต้นสมบรูณ์เต็มที่สูงประมาณ 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) ตรงกลางลำต้นเป็นแกนแข็งมีกาบหรือโคนใบสีแดงอ่อนอวบหนานุ่มหุ้มแกนลำต้น (สุปราณี, 2551) ส่วนลำต้นใต้ดิน (underground stem) หรือเหง้ามีการเจริญเติบโตในแนวระนาบแบบแผ่ด้านข้าง (sympodia) เหง้าแตกแขนงตรงส่วนปลายของทุกแขนงและมีตาเจริญเป็นลำต้นเหนือดินหรือช่อดอก (ศิวพร และทวีเกียรติ์, 2546)

ใบ เป็นใบชนิดใบเดี่ยว (simple leaf) รูปกรวยออกเรียงสลับโตขึ้นจะแยกออกจากกัน ใบอ่อนมีสีเข้มม่วงอมแดงและสีจะค่อยๆจางไปเป็นสีเขียว แผ่นใบ (blade) เป็นรูปรีปลายใบเป็นติ่งแหลมโคนใบรูปหัวใจขอบใบเรียบเป็นคลื่นเล็กน้อยขอบใบมีแถบเล็กๆสีแดงใสเส้นแขนงใบนูน (จำรัส และมนตรี, 2546) ใบกว้าง 7-15 เซนติเมตร ยาว 30-35 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมก้านใบ (petiole) (ภาพที่1) มีสีเขียวปนสีแดงแกมม่วงเข้ม (สุปราณี, 2551) ลักษณะสีของใบจะบ่งบอกสีของเนื้อในเหง้า ดังภาพที่1 (เลิศชัย, 2549)

ราก มี 2 ชนิด คือ รากทั่วไป (fibrous root) และรากสะสมอาหาร (tuberous root) โดยรากที่ใช้ในการสะสมอาหารจะมีรูปร่างแยกออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบที่เป็นเส้นยาว และแบบที่เป็นหัวเรียวยาว (สุปราณี, 2551)

เหง้า (rhizome) ประกอบด้วยหัวหรือข้อหัวรูปทรงกลมและรีขนาดเล็ก เป็นแผงทอดเรียงขนานไปกับพื้น แต่ละข้อหัวมีขนาดไม่เท่ากันยาว 2-3.5 เซนติเมตร กว้าง 1-3 เซนติเมตร ส่วนเหง้าแต่ละต้นยาว 5.5-8.4 เซนติเมตร กว้าง 3.9-6.1 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-3.1 เซนติเมตร ดังภาพที่1 (สุปราณี, 2551) ซึ่งสีของเนื้อในกระชายดำมีสีม่วงถึงม่วงเข้มหรือดำ เส้นใยน้อย และหัวสดจะมียางสีขาวขุ่น มีกลิ่นหอมเย็น (เลิศชัย, 2549)

ช่อดอก ออกจากลำต้นเหนือดินหุ้มด้วยกาบใบชั้นในสุด 2 ใบ ใบประดับมีจำนวน 2 กลีบสีเขียว ดอกย่อย 10-20 ดอก ช่อดอกยาว 5.5-8.5 เซนติเมตร (สุปราณี, 2551) เป็นดอกสมบรูณ์เพศ เมื่อดอกบานแยกออกเป็น 3 กลีบ ประกอบด้วย กลีบใหญ่ 1 กลีบและกลีบเล็ก 2 กลีบ โคนดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด (กนกวรรณ, 2545)

ดอก สีชมพูอ่อน ๆ ริมปากดอกสีขาว (สัจจะ และคณะ, 2550) บริเวณตรงกลางกลีบมีสีม่วง เกสรตัวผู้เหมือนกับกลีบดอก อับเรณูอยู่ใกล้ปลายท่อเกสรตัวเมีย รังไข่มีขนปกคลุม ก้านเกสรเป็นรูปเส้นด้าย (Sirirugsa, 1992)

ผล และเมล็ด กระชายดำมีผลขนาดเล็ก มีเมล็ดค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดของผล เมื่อแก่จัดจะแตกออกเป็น 3 แฉก เมล็ดสามารถนำไปเพาะขยายพันธุ์ได้ แต่อัตราการงอกค่อนข้างต่ำ (เลิศชัย, 2549)

การปลูกกระชายดำ

กระชายดำปลูกได้ทั้งปีแต่ฤดูปลูกที่เหมาะสมอยู่ในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม (มัลลิกา และคณะ, 2550) จำรัส และมนตรี (2546) กล่าวว่าระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ เป็นระยะที่กระชายดำมีการพักตัว ถ้าปลูกในช่วงเวลาการพักตัวกระชายดำจะแตกยอด ดังนั้นกระชายดำควรเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม แต่ถ้าหากว่าปลูกนอกฤดูกาลนี้ก็เจริญเติบโตเป็นต้นได้ แต่การใช้หัวอาจจะน้อยหรือไม่มีหัวเลย

1. การเตรียมพันธุ์ปลูก ใช้เหง้าพันธุ์ที่แก่จัดมีอายุ 11-12 เดือนหรืออายุ 9 เดือน นำมาพึ่งไว้ในที่ร่มสภาพอากาศถ่ายเทได้สะดวกเพื่อให้หัวพันธุ์ได้พักตัวเป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือนสังเกตเห็นตาข้างเริ่มแตกหน่อคัดเลือกกระชายดำที่มีตาสมบูรณ์ และมีขนาดเท่ากัน(ตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป) นำมาตัดแยกชิ้นส่วนเหง้าที่มีตาติดอยู่ด้วยให้มีขนาด 5x5 เซนติเมตร หรือแช่ในสารเคมีกำจัดเชื้อรา Dithane–m 45 โดยใช้อัตราเป็น 2 เท่าของที่ใช้ทางใบแช่นานประมาณ 15 นาที (สุปราณี, 2551) แล้วนำไปผึ่งให้พอหมาดและทาปูนแดงบริเวณรอยตัดเพื่อป้องกันเชื้อราจากนั้นจึงนำไปปลูก (สุวิทย์, 2554) โดยในพื้นที่ 1 ไร่จะใช้หัวพันธุ์ประมาณ 200-250 กิโลกรัม ขึ้นกับระยะปลูกและขนาดของหัวด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

2. การเตรียมดินปลูกกระชายดำ ก่อนการไถเตรียมดินควรหว่านปูนขาวใน อัตรา 100-150 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในดินหลังจากนั้นจึงไถกลบปูนขาวทิ้งไว้ประมาณ 10-15 วันเพื่อปรับสภาพดิน (จำรัสและมนตรี, 2546) กรณีปลูกปริมาณมากๆการเตรียมดินควรไถ2ครั้งแต่ละครั้งตากดินไว้ประมาณ 7 วันหลังจากนั้นจึงยกแปลง การยกแปลงปลูกขนาดที่ง่ายต่อการดูแลรักษาควรกว้าง 150-200 เซนติเมตร สูง 20–30 เซนติเมตร ความยาวไม่จำกัดขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่แปลง

3. วิธีการปลูกกระชายดำ

1) ปลูกในกระถางเพื่อเป็นไม้ประดับ ใช้กระถางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15- 18 นิ้ว ใส่วัสดุปลูก คือปุ๋ยคอก 1 ส่วนและดิน 2 ส่วน ลงในกระถางประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของกระถาง ใช้หัวหรือเหง้าประมาณ3-5 หัว(แง่ง) จะทำให้ได้หัวที่มีปริมาณหัวต่อต้นมากและมีคุณภาพ (จำรัส และมนตรี, 2546) ธัญพิสิษฐ์ และภัทรพล (2551) ศึกษาเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกกระชายดำ พบว่าวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและน้ำหนักหัวดี ได้แก่ 1) ถ่านแกลบ ใบก้ามปูหมัก ปุ๋ยคอก ดินขุยไผ่ 2) ทรายหยาบ ใบก้ามปูหมัก ปุ๋ยคอก ดินขุยไผ่ 3) ถ่านแกลบ ใบก้ามปูหมัก ปุ๋ยคอก กาบมะพร้าวสับ 4) ทรายหยาบ ใบก้ามปูหมัก ปุ๋ยคอก กาบมะพร้าวสับ

2) การปลูกแบบยกร่องกว้างประมาณ 1.50 เมตร ขุดหลุมลึกประมาณ 10–15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกรองก้นหลุมแล้วทำการปลูก โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 20X25 เซนติเมตรและระหว่างต้น 25-30 เซนติเมตร แต่ละแปลงห่างกันประมาณ 2 เมตร ใส่หัวหรือเหง้าพันธุ์ 2-3 แง่งต่อหลุมแล้วกลบดินหรือแกลบหนาประมาณ 5-10 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่ม (จำรัส และมนตรี, 2546) มงคล (2545) พบว่าการปลูกกระชายดำที่ระยะห่างระหว่างแถว 40 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตรให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด คือ 2435.83 กิโลกรัมต่อไร่

การปฏิบัติดูแลรักษากระชายดำ

1) **การคลุมแปลง** การคลุมแปลงกระชายดำด้วยด้วยหญ้าคาหรือฟางข้าวมีแนวโน้มทำให้เหง้ากระชายดำมีปริมาณสาร total phenolic compounds และ antioxidant สูงกว่าการไม่คลุมแปลงเล็กน้อย (เสริมสกุล, 2552) และ การพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำ 70 เปอร์เซ็นต์ให้ระดับของตาข่ายสูงจากพื้นดิน 1.50 เมตร ศิวพรและทวีเกียรติ (2546) พบว่า ทำให้การเจริญเติบโตของต้น จำนวนหัวต่อกอ (17.60 หัวต่อกอ) น้ำหนักสดหัวเฉลี่ยต่อ 1 หัว (4.85 กรัมต่อ1หัว) น้ำหนักสดหัวต่อกอ (85.05 กรัมต่อกอ) น้ำหนักสดหัวต่อ16 ต้น (1,360.81 กรัมต่อ16 ต้น) และผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด คือ1,512.10 กิโลกรัมต่อไร่ มัลลิกาและคณะ (2550) พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำ 70 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารสำคัญในเหง้าด้านปริมาณสาร total phenolic compounds อยู่ระหว่างร้อยละ 0.08–0.17 โดยน้ำหนัก

2) **การให้น้ำ** ในระยะแรกของการเจริญเติบโตให้น้ำแก่ต้นอ่อนอย่างสม่ำเสมอแต่อย่าให้แฉะเกินไปปริมาณน้ำและความถี่ในการให้น้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นในอากาศด้วย (พิทยา, 2529) ในระยะหัวเริ่มแก่ความต้องการน้ำน้อยลง และระยะเก็บเกี่ยวไม่ต้องการน้ำเลย สุริยะ (2546) รายงานผลการทดลองการให้น้ำกระชายดำที่ความถี่ต่างกันคือ ทุกวัน ทุก 4 วันและทุก 7 วัน พบว่าการให้น้ำทุกวันให้จำนวนใบมากกว่าแต่ผลผลิตทั้งน้ำหนัก ความกว้างหัว และจำนวนหัวย่อยถึงแม้จะมากที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด

3) **การใส่ปุ๋ย** ควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ควรใส่ปุ๋ยเคมีเพราะจะทำให้หน่อกระชายดำที่เกิดใหม่ยาวและสีของหัวกระชายดำไม่ดำทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป กนกวรรณ (2545) พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงมากโดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.709 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 1.200 กรัมต่อต้น

4) **การกำจัดวัชพืช** กระชายดำไม่ค่อยมีปัญหามากนักเนื่องจากมีระยะปลูกถี่ใบสามารถคลุมดินป้องกันการงอกของเมล็ดวัชพืชได้ดี หากมีความจำเป็นต้องกำจัดวัชพืชออกจากแปลง เมื่อปลูกกระชายดำได้1 เดือน และพรวนดินกลบโคนต้นไปพร้อมกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

5) **การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช**

5.1) **โรค** กระชายดำจะประสบปัญหาโรคเน่าของเหง้าและรากเน่า (rhizome and root rot) (อภิชาต, 2545) เกิดจากเชื้อรา *Pythium graminicolum* L.S. Subram. ซึ่งมักเกิดกับขมิ้นที่อยู่ในตระกูลเดียวกับกระชายดำ โดยจะแสดงอาการใบเหี่ยว และแห้งอย่างรวดเร็ว เมื่อถอนขึ้นมาจะพบว่าส่วนหัวและเหง้ารวมทั้งรากเน่า

5.2) **แมลงศัตรูพืช** การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในกระชายดำมีการใช้น้อยเนื่องจากไม่ค่อยมีแมลงรบกวน แมลงศัตรูพืชที่พบเข้าทำลายกระชายดำโดยการกัดกินยอดอ่อนและใบ ได้แก่ ผีเสื้อตั๊กแตนหนวดสั้น (Short-horned grasshoppers) แมลงค่อมทอง (Green weevil) และ ด้วงเต่าแตงดำ (Black cucurbit beetle) ส่วนเพลี้ยกระโดดดำ (Black ghopper) จะดูดกินน้ำเลี้ยงลำต้นและใบ (สัจจะและคณะ, 2550) และหอยทากจะเข้าทำลายที่ส่วนยอดและใบกระชายดำ สามารถลดการระบาดและเข้าทำลายของหอยทากได้โดยหว่านปูนขาวให้ทั่วทั้งแปลงและใบ ใน อัตราส่วน 50 กิโลกรัมต่อไร่ (มงคล, 2545)

6) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว

6.1) การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ควรคำนึงถึงระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงโดยเฉพาะสารสำคัญในเหง้า ซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพมาตรฐานของกระชายดำ จำรัส และมนตรี (2546) กล่าวว่าเมื่อปลูกกระชายดำได้อายุ 7-9 เดือน จะเริ่มแก่โดยใบคู่แรกจะเริ่มเหี่ยวและต้นหักล้มลงพื้น แสดงว่าแก่เต็มที่ สามารถเก็บเกี่ยวหัวกระชายดำได้ แต่ถ้าให้ดีควรให้ใบแห้งหมดและต้นล้มจึงจะเก็บเกี่ยว ส่วนกระชายดำที่เก็บเกี่ยวอายุ 10-12 เดือน เป็นช่วงระยะพักตัวของกระชายดำจะมีการสะสมอาหารและตัวยาได้เข้มข้นอย่างเต็มที่ จึงเป็นระยะเก็บเกี่ยวเพื่อใช้ทำการขยายพันธุ์ต่อไป นันทนา (2554) ได้ทำการทดลองวัสดุปลูกในถุงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตกระชายดำ พบว่ากระชายดำสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 6 เดือน และเมื่อทำการปลูกทั่วไป เสริมสกุล และคณะ (2552) พบว่าอายุเก็บเกี่ยวของกระชายดำที่เหมาะสม คือ อายุ 8-9 เดือนหลังปลูก เนื่องจากมีสีเนื้อในเหง้าตรงตามความต้องการของตลาด ศิริพรและคณะ (2551) รายงานว่าอายุการเก็บเกี่ยวเหง้ากระชายดำ 9 เดือนหลังปลูกให้ปริมาณสารtotal phenolic contentsสูงที่สุด เท่ากับ 68.75μg GAE/mg dry mass รองลงมา คือ อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน มีค่าเท่ากับ 55.68 μg GAE/mg dry mass

6.2) วิธีการขุดหัวกระชายดำ

ก่อนการเก็บเกี่ยวเหง้าประมาณ 5 วันรดน้ำในแปลง เพื่อให้ดินอ่อนตัวทำการขุดหัวขึ้นได้ง่ายโดยใช้จอบขุดดินรอบนอกออกก่อนเมื่อมองเห็นเหง้าแล้วจึงใช้เสียมขุดแซะเหง้าขึ้นมาต้องระวังไม่ให้หัวเกิดบาดแผล (สุวิทย์, 2554) แล้วเคาะดินให้หลุดออกจากหัวและรากนำไปทำความสะอาดโดยการปลิดรากออกจากหัวให้หมดให้เหลือแต่หัวล้วนๆ

6.3) ผลผลิต

เหง้ากระชายดำมีรูปร่างทรงกลม รีเรียงต่อกันเป็นชั้นเดียว ไม่ซ้อนกันขนาดเท่าๆกันหลายเหง้า มีลักษณะคล้ายอุ้งตีนหมี หรือหวีกล้วยผิวเหง้า สีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม (สุดารัตน์, 2556) จำนวนหัวย่อยในแต่ละเหง้า (หัวใหญ่) ประมาณ 30 หัวย่อย และมีตาในแต่ละหัวย่อยประมาณ 3-6 ตาต่อหัวย่อย ขนาดเหง้า (หัวใหญ่) 10-15 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 เหง้าต่อกิโลกรัม (เสริมสกุลและเชวง, 2548) ให้ผลผลิต 1 ไร่ประมาณ 1,000-2,000 กิโลกรัมโดยเฉลี่ยหัวพันธุ์ 1 กิโลกรัมสามารถให้ผลผลิตได้ 5-8 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

6.4) การเก็บรักษาเหง้าหลังเก็บเกี่ยว

เมื่อล้างทำความสะอาดแล้วนำไป ผึ่งแดดประมาณ 2 วัน โดยใช้วัสดุที่สะอาดระบายอากาศได้ดีรองไว้ จากนั้นนำไปผึ่งลมไว้ประมาณ 3 วัน เก็บไว้ในที่ที่ถ่ายเทอากาศได้ดีและไม่ควรให้มีความร้อนหรือความชื้นมากเกินไป ทำให้เก็บรักษาหัวกระชายดำอยู่ได้นานไม่ฝ่อหรือแตกหน่อง่ายเกินไป การเก็บกระชายดำอีกวิธีหนึ่งคือห้ามนำกระชายดำไปล้างหลังขุดขึ้นมา เพราะว่าเปลือกนอกของกระชายดำใหม่ ๆ จะมีตัวยาสะสมอยู่มาก โดยหลังจากขุดสลัดดินและนำไปผึ่งแดดจนแห้ง แล้วดินจะหลุดออกจาหัวกระชายดำเอง แต่ทำให้เสียเวลามากกว่าการนำไปล้าง (จำรัส และมนตรี, 2545) ส่วนการเก็บรักษาเหง้าไว้สำหรับขยายพันธุ์ควรเก็บไว้ในที่แห้งและเย็นนาน ประมาณ 1-3 เดือนจึงจะนำไปปลูกได้

6.5) การจำหน่ายหัวกระชายดำสด

พิจารณาจากสีของเนื้อในเหง้ากระชายดำ เป็นเกณฑ์ในการคัดเกรดและกำหนดราคา (เสริมสกุล และเชวง, 2547) หากว่าเนื้อในเหง้ากระชายดำมีสีม่วงดำถึงดำสนิทจะให้เกรดสูงราคาแพงและหากว่าสีเนื้อในเหง้ากระชายดำสีม่วงจางหรือม่วงซีดจะให้เกรดต่ำราคาถูก (เสริมสกุลและเชวง, 2548)

2.2 องค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของเหง้ากระชายดำ

2.2.1) **องค์ประกอบทางเคมี** สารสำคัญที่พบในเหง้ากระชายดำประกอบ ด้วยน้ำมันหอมระเหยโดยมี borneol เป็นองค์ประกอบหลักและยังพบสารกลุ่ม flavonoids, chalcone, anthocyanin เป็นต้น (สุดารัตน์, 2556) ซึ่งมี Methoxyflavone หลายชนิด เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ dimethoxyflavone (DMF), trimethoxytlavone (TMF), pentamethoxyflavone (PMF) (Yenjai *et al*., 2004)

Jaipetch *et al*. (1983) ทำการศึกษาสารสำคัญในกระชายดำ โดยนำกระชายดำผงแห้งและสกัดด้วย n-hexane จากนั้นนำสารสกัดหยาบมาแยกด้วยวิธีการทาง chromatography แล้วนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค spectrophotometry พบสารประกอบ flavonoids จำนวน 11 ชนิด) และHerunsalee *et al*. (1987) ศึกษาสารสำคัญโดยทำการสกัดผงกระชายดำแห้งด้วยคลอโรฟอร์ม จากนั้นนำมาแยกด้วยวิธีการทางโครมาโตกราฟี แล้วนำไปตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค spectrophotometry พบสารประกอบ flavonoids จำนวน 5 ชนิด

และจากการวิเคราะห์หาปริมาณ flavonoids ในกระชายดำโดยวิธี แก๊สโครมาโทกราฟี จากตัวอย่างหัวกระชายดำสด ผลิตภัณฑ์ผงแห้งบรรจุซองสำหรับชงและผงแห้งบรรจุแคปซูลรวม 17 ตัวอย่างโดยเก็บตัวอย่างมาจากจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ ขอนแก่น และลำปาง (Daodee *et al*, 2003) พบว่า ตัวอย่างหัวกระชายดำสดที่ปลูกในจังหวัดเพชรบูรณ์มีปริมาณสาร flavonoids ที่ออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา คือ 5,7-dimethoxyflavone, 5,7,4'-trimethoxyflavone และ 5,7,3',4'-tetramethoxyflavone

2.2.2) **สารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจากเหง้ากระชายดำ**

Panthong *et al* (1989) ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของสาร 5,7 –dimethoxyflavone (5,7-DMF) ซึ่งพบได้จากสารสกัดหยาบของเหง้ากระชายดำที่สกัดด้วย n-hexane พบว่ามีฤทธิ์ต้านการอักเสบเทียบเท่ากับแอสไพริน นอกจากนี้ 5,7 dimethoxyflavone ยังมีฤทธิ์ระงับปวด และฤทธิ์ลดไข้สูงกว่าแอสไพริน และเมื่อทดสอบความเป็นพิษโดยป้อน 5,7 –dimethoxyflavone ให้แก่หนูทางปาก ความเข้มข้น 12 และ3 กรัมต่อกิโลกรัม เป็นเวลา 7 วัน ไม่พบความเป็นพิษ

Yenjai *et al* (2004) รายงานวิจัยว่าสารในกลุ่ม flavonoids ในเหง้ากระชายดำ ได้แก่ 5,7,4'-trimethoxyflavone และ 5,7,3',4'-tetramethoxyflavone มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ที่เป็นสาเหตุของไข้มาลาเรีย (ตารางที่1)

จำรัส และมนตรี (2546) รายงาน ว่า สาร 5,7,4'-trimethoxyflavone และ สาร5,7,3',4'-tetramethoxyflavone ในกระชายดำแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเรีย ส่วนสาร 3,5,7,4'-tetramethoxyflavone และ5,7,4'-trimethoxyflavone แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *Candida albicans* และแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ Mycobacterium อย่างอ่อน (ตารางที่1)

ตารางที่ 1 สรุปองค์ประกอบสารสำคัญและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของกระชายดำ

สารสำคัญ	กลุ่มสาร	ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา
5-hydroxy-7-methoxy flavone	flavonoids : flavone	- ยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งกระเพาะ ลำไส้และปอด
5,7-dimethoxy flavanone	flavonoids: lavanone	- ยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งกระเพาะ
5,7-dimethoxy flavone	flavonoids: flavone	- ต้านการอักเสบ และระงับปวดลดไข้ได้- ยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งกระเพาะ
5,7,3',4'-tetramethoxy flavone	flavonoids: flavone	- ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเรีย
5,7,4'-trimethoxy flavone	flavonoids: flavone	- ต้านเชื้อ *Candida albicans* และต้านเชื้อ *Mycobacterium* อย่างอ่อน - ยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งตับ กระเพาะ และปอด
5-hydroxy-3,7-dimethoxy flavone	flavonoids: flavone	-มีฤทธิ์ยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งกระเพาะและตับ
5-hydroxy-7,4'-dimethoxy flavone	flavonoids: flavone	- ยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งกระเพาะและลำไส้
3,5,7',4'-tetramethoxy flavone	flavonoids: flavone	- ต้านเชื้อ *Candida albicans* และต้าน *Mycobacterium* อย่างอ่อน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Jaipetch *et al* (1983); Herunsalee *et al* (1987); Yenjai *et al* (2004); จำรัสและมนตรี (2546) และศุภนา (2544)

2.3 มาตรฐานคุณภาพกระชายดำ

ปัจจุบันไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพกระชายดำ แต่มีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบทางเคมีที่สำคัญของกระชายดำ เช่น สาร phenolic compound สาร flavonoids และ anthocyanins (เสริมสกุล และคณะ, 2552) และกระชายดำที่มีคุณภาพดีพิจารณาจากลักษณะผิวเรียบละเอียดเป็นเงาสะท้อนแสงเล็กน้อย สีของเนื้อในเป็นสีม่วงดำถึงดำ (ภาพที่ 1) สีเข้มสม่ำเสมอไม่มีวงสีจางแทรก (เสริมสกุล และเชวง, 2547)

ภาพที่ 1 สีของเนื้อในเหง้ากระชายดำเกรดสูง (สีม่วงดำถึงดำสนิท) ที่มา: สุดารัตน์ (2556)

โดยสีของเนื้อในเหง้าจะเป็นสีม่วงเข้มหรือสีม่วงชีด จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในกลุ่มสาร phenolic compound และflavonoids ทั้งหมดด้วย เสริมสกุล และคณะ (2549) พบว่าเหง้าที่สีเนื้อในเหง้าสีม่วงดำมีค่าปริมาณสาร phenolic compounds และสารtotal flavonoids มากที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารphenolic compounds และ total flavonoids ในสารสกัดเอธานอลจากเหง้ากระชายดำที่มีสีเนื้อในเหง้าแตกต่างกัน 4 ระดับ

Kaempferia parviflora extract	Phenolic compounds (equiv. tannic acid, mg/g)	Total flavonoids (equiv. quercetin, mg/g)
Very dark-purple Krachai-Dam	46.39 ± 9.34	95.53 ± 0.45
Dark-purple Krachai-Dam	43.32 ± 9.32	89.59 ± 0.31
Purple Krachai-Dam	22.65 ± 2.83	39.56 ± 0.36
Pale-purple Krachai-Dam	31.57 ± 7.22	36.18 ± 0.17

ที่มา: ดัดแปลงจากเสริมสกุล และคณะ (2549)

2.4 การสร้างสารทุติยภูมิในพืช

สารทุติยภูมิ หรือ secondary metabolite เป็นสารที่ไม่ได้พบทั่วไปในพืชทุกชนิด ในพืชแต่ละชนิดอาจพบหรือไม่พบและอาจเป็นสารชนิดเดียวกันหรือแตกต่างกันก็ได้ นอกจากนี้ยังไม่มี metabolic function ที่ชัดเจน โดยการสร้างสารทุติยภูมินั้นมีสารเริ่มต้นในวิถีการสังเคราะห์ได้แก่ ได้แก่ กรดอะมิโน, acetate และ mevalonate โดยมีเอนไซม์มาช่วยในการสังเคราะห์ต่างกันไป ซึ่งพืชจะสร้างสารขึ้นเมื่อพืชเกิดความเครียด ซึ่งพืชชนิดนั้น ๆ จะมีการตัวรับส่งสัญญาณเพื่อสร้างสารทุติยภูมิต่าง ๆ เพื่อช่วยให้สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะนั้น ๆ โดยสารเหล่านี้ไม่ได้มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จำเป็นต่อการอยู่รอด

ซึ่งเมื่อพืชได้รับภาวะความเครียด จะที่มีการเปลี่ยนแปลงในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้น ซึ่งหากภาวะความเครียดดำเนินไปในช่วงระยะเวลาสั้นๆ อาจเกิดผลกระทบต่อระดับของกระบวนการทางชีวเคมี หรือกระบวนการเมตาโบลิซึม และหากภาวะเครียดเกิดติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ อาจพบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับลักษณะทางสัณฐาน (morphological character) หรือลักษณะทางกายวิภาค (anatomical character) ของพืชเพื่อลดภาวะความเครียด (ชุมพล, มปป.) และพืชบางชนิดอาจมีการสังเคราะห์สาร secondary metabolite ในต้นพืช เพื่อทำให้พืชนั้นสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ (Zhao et al., 2005)

เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างสารทุติยภูมิคือความเครียด ดังนั้นปัจจัยใด ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชสมุนไพรดังกล่าวข้างต้น ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พืชเกิดความเครียดและชักนำให้สะสมสารทุติยภูมิเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้ โดยความเครียดนั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. สิ่งไม่มีชีวิตและปัจจัยภายนอกพืช (abiotic stress) ปัจจัยทางกายภาพ (physical stress) ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น ภาวะเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ น้ำท่วม ภาวะความเครียดจากแสง ปัจจัยทางเคมี (chemical stress) เช่น ธาตุอาหารในดิน การให้สารเลียนแบบสารกระตุ้นในพืชสร้างธรรมชาติเมื่อเกิดความเครียด สารเคมีบางชนิด รวมถึง Mechanical stress เช่น ลม เป็นต้น (Mahajan and Tueja, 2005) (ภาพที่ 2) โดยตัวอย่างการให้ abiotic stress ในพืช ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ง่ายในแปลงปลูก ได้แก่

ภาพที่ 2 ความเครียดของพืชที่เกิดจากปัจจัยที่ไม่ใช่สิ่งมีชีวิต (ดัดแปลง Mahajan and Tueja, 2005)

ความเครียดเนื่องจากการได้รับสารเคมี (chemical stress)

อาจเป็นสารเคมีโดยตรงหรือสารเคมีที่เลียนแบบสัญญาณธรรมชาติก็ได้ เช่นการให้โลหะหนัก การได้รับธาตุอาหารบางตัวมากหรือน้อยเกินไป การเกิด Jasmonic acid ซึ่งมีบทบาทต่อไปในการชักนำให้มีการสร้างโปรตีนพืชบางชนิดที่มีคุณสมบัติขัดขวางการย่อยของแมลงศัตรูพืช และเนื่องจากสารทุติยภูมิที่สร้างขึ้นมานี้ไม่ได้มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่จำเป็นต่อการอยู่รอด ซึ่งสารที่ทำหน้าที่เป็น receptor และทำหน้าที่รับส่งสัญญาณที่สำคัญได้แก่ Ca^{2+}, Methyl Jasmonic acid (MEJA), Salicylic acid (JA), ABA และ ethylene ทำให้เซลล์พืชหยุดการพัฒนาหรือชะงักการเจริญเติบโต และสังเคราะห์สารทุติยภูมิต่าง ๆ ขึ้น (Zhao et.al. 2005) โดยสังเคราะห์สารแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและการกระตุ้นที่ได้รับ ตัวอย่างการให้สารเคมีเป็นสิ่งชักนำให้เกิดความเครียด เช่น การให้ salicylic acid ใน *Arabidopsis thaliana* เพื่อกระตุ้นให้พืชสร้างสาร Indole glueosinolates และสาร camalexin เพิ่มขึ้น (Zhao et.al. 2005) Saw และคณะ (2010) พบว่า การให้ salicylic acid ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Vitis vinifera* ทำให้เกิดการสร้างสาร anthocyanin เพิ่มขึ้น การให้ Ca^{2+} ใน *Catharanthus roseus Citrus limon Cupressus lusitanica* และ *Daucus carota* มีผลต่อการสร้างสาร Ajmalicine, Umbelliferone, β - thujaplicin และสาร 6-hydroxymellein เพิ่มขึ้นตามลำดับ (Zhao et.al. 2005) การให้แคลเซียมไอออนในรูปของแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 880 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Marsilea quadrifolia* พบว่ามีการสะสม Flavonoids เพิ่มมากขึ้น (Manjula and Mythili, 2012) นอกจากนี้ (Zhao et.al. 2005) Zheng and Wu (2004) ได้รายงานการให้ Cadmium ในเซลล์ ของ *Catharanthus roseus* พบว่ามีการสะสมสารทุติยภูมิเพิ่มขึ้น Cho et al. (2008) ได้รายงานการให้สารเอทธิฟอน ซึ่งเป็นสารที่ปลดปล่อยเอทิลีน ซึ่งเป็นสารที่ชักนำให้เกิดการชราภาพในพืช และทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งสัญญาณความเครียดในพืช ใน *Coffea arabica* และ *Thalictrum rugosum* พบว่ามีการสังเคราะห์สารอัลคาลอยด์เพิ่มขึ้น จุฬาลักษณ์ และคณะ (2552) ได้รายงานว่า การให้สารละลายเอทธิฟอน ความเข้มข้น 300-400 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดการสะสมสาร anthocyanin ในกวาวเครือแดง

ความเครียดที่เกิดจากภาวะความแห้งแล้ง (drought stress)

ภาวะเครียดในพืชที่เกิดจากความแห้งแล้ง อาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น ปริมาณน้ำในดินน้อยเกินไป อัตราการระเหยของน้ำสูง สภาพอากาศที่แห้ง ปริมาณน้ำฝนน้อย สภาพดินเค็ม หรือน้ำในดินกลายเป็นน้ำแข็งซึ่งเป็นสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นในเขตหนาว ซึ่งล้วนแล้วแต่ทำให้พืชอยู่ในภาวะที่ขาดน้ำทั้งสิ้น สาเหตุของความแห้งแล้งมักจะเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่น้อยเกินไป ร่วมกับกับเกิดอัตราการระเหยของน้ำที่สูง (ชุมพล, มปป) โดยสุกัญญาและสุรินทร์ (2545) ได้รายงานการงดน้ำทันทีในระยะติดผลของต้นที่ปลูกในสตรอเบอรรี่ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนเป็น 57.76 เท่าของต้นที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นและเปอร์เซ็นต์การติดผล อย่างไรก็ตามในสภาวะการงดน้ำนี้ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมีค่ามากกว่าต้นที่ได้รับน้ำปกติ Wang et al. (2010) ได้ชักนำให้เกิดความเครียดจากภาวะแห้งแล้งในต้นกล้าของ *Scrophularia ningpoensis* พบว่ามีการสร้างสาร iridoid glycosides เพิ่มมากขึ้นในรากของต้นกล้า Munné-Bosch et al. (2001) พบว่าปริมาณของ carnosic acid, a membraneassociated antioxidant ถูกสร้างขึ้นใน chloroplasts เมื่อต้น *Salvia officinalis* L. (subs. officinalis นอกจากนี้ Jaleel et al. (2007) พบว่ามีการสร้างสาร ajmalicine or total indole alkaloid ในรากของ *Catharanthus roseus* (L.) G.Don. (Apocynaceae) เพิ่มขึ้นเช่นกัน Odjegba และ Alokolaro (2013) รายงานว่าการขาดน้ำของ *Acalypha wilkesiana* เป็นเวลา 28 วัน มีผลต่อการสะสมสาร saponin เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้แล้วยังมีความเครียดเนื่องจากการได้รับปัจจัยต่างๆในการเจริญเติบโตมากหรือน้อยจนเกินไป เช่น การได้รับออกซิเจนน้อยหรือมาก การสะสมเกลือบางชนิด รวมถึงความแตกต่างของฤดูกาลและสภาพพื้นที่อาจมีผลทำให้การสร้างสารทุติยภูมิในพืชอาจมีความไม่แน่นอนของปริมาณสารที่ออกฤทธิ์จากแหล่งเพาะปลูกที่ต่างกัน หรือจากฤดูหนึ่งๆ ไปยังฤดูอื่น รวมถึงส่วนของพืชที่ต่างกันและลักษณะทางกายวิภาคที่ต่างกัน ด้วยตัวอย่างได้แก่เปล้าน้อยพืชที่ปลูกในจังหวัดปราจีนบุรีมีสารออกฤทธิ์น้อยกว่าพืชที่ปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (จุไรทิพย์, 2547)

2. สิ่งมีชีวิตและปัจจัยภายในพืช (Biotic stress induction) ได้แก่ อายุหรือระยะการเจริญเติบโต โรคและแมลง ศัตรูต่าง ๆ ซึ่งการสูญเสียสารออกฤทธิ์เนื่องจากความแตกต่างกันของวิธีเก็บเกี่ยว เก็บรักษา และการเตรียมวัตถุดิบเพื่อการใช้ในการรักษา (สุธาทิพย์, 2549) โดยในกรณีที่โรค แมลงและการแข่งขันของพืชมักเกิดขึ้นเป็นหลัก มีการตอบสนองอาจแบ่งตามลักษณะของการได้รับปัจจัย โดยเมื่อได้รับปัจจัยเหล่านี้ พืชจะเกิดการป้องกันตัวด้วยกลไก 2 แบบ คือแบบ constitutive และ induced defense response ซึ่งความแตกต่างอยู่ตรงที่ ระบบจะตอบสนองก่อน หรือหลังจากถูกโจมตี การตอบสนองนั้น ในบางครั้งได้ผลลัพธ์เป็นการสร้างสารทุติยภูมิ โดยระบบที่หนึ่ง constitutive defense คือระบบจะทำงานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะมีความจำเพาะแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของพืช และระบบจะมีการเก็บรวบรวมสารเพื่อป้องกัน ต่อต้านหรือต่อสู้กับสิ่งมีชีวิตที่ถูกรุกราน วิธีที่สอง คือการรุกรานของเชื้อ โดยจะมีการตอบสนองโดยตัวรับสัญญาณ คือ salicylic acid สัญญาณดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์สารทุติยภูมิ

ตัวอย่างงานการกระตุ้นสารทุติยภูมิจากการป้องกันตัวของพืช เช่น กระตุ้นสารหอมกฤษณาด้วยสารอินทรีย์ พบว่า ต้นไม้กฤษณา สามารถสร้างน้ำมันหอมระเหยได้มากขึ้นหากเกิดแผลโดยใช้การเจาะรูที่ลำต้น แต่การเจาะรูเพียงอย่างเดียวจะทำให้ต้นไม้อ่อนแอลงและตายไปในที่สุด ซึ่งก็มีการวิจัยโดยนำเอาเชื้อราและสารอินทรีย์ที่ปลอดภัยใส่ไปในต้นกฤษณา ซึ่งจะเจาะรูต้นไม้น้อยลงโดยเจาะเพียง 20-40 รู ผลออกมาพบว่ากฤษณาทุกต้นสามารถสร้างสารหอมได้ หลังจากใส่เชื้อราและสารอินทรีย์ฯภายใน 1 เดือน จะเพิ่มมากขึ้นจนถึง 4-6 เดือน (งามผ่อง, 2551) และการให้สิ่งกระตุ้นเชื้อราใน *Catharanthus roseus* สามารถชักนำให้เกิดการสร้างสาร indole alkaloids เพิ่มมากขึ้น (Zhao et al., 2001)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง

วิธีการเตรียมท่อนพันธุ์

เตรียมท่อนพันธุ์กระชายดำ อายุประมาณ10-12 เดือนคัดเลือกเหง้ากระชายดำที่มีตาสมบูรณ์ ขนาดเหง้าเท่ากันและสม่ำเสมอ (ตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป) นำท่อนพันธุ์มาตัดแยกชิ้นส่วนเหง้าที่มีตาติดให้มีขนาด 5x5 เซนติเมตรน้ำหนักประมาณ 8-10 กรัม นำชิ้นส่วนเหง้าไปแช่สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (BA) ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรแช่เป็นเวลา 30 นาที นำไปผึ่งให้พอหมาดและทาปูนแดงบริเวณรอยตัด เพื่อป้องกันเชื้อรา

นำไปเพาะชำลงในวัสดุปลูกสำเร็จที่บรรจุไว้ในถุงพลาสติกสีดำขนาด 2.5 × 6 นิ้ว เพื่อเป็นการเตรียมต้นกล้าก่อนปลูกลงแปลงทดลอง เมื่อต้นกล้าของกระชายดำมีใบจริง 2 ใบมีความสูงประมาณ 12 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปปลูกลงแปลงทดลอง

วิธีการเตรียมแปลง

ทำการไถพรวนดิน 2 ครั้งแต่ละครั้งตากดินไว้ประมาณ 7 วัน ยกแปลงทดลองให้มีความสูง 20 เซนติเมตร แต่ละแปลงให้มีขนาดความกว้าง 100 เซนติเมตร และแปลงย่อยมีระยะห่างกัน 50 เซนติเมตร โรยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกจำนวน 2.5 กิโลกรัมต่อแปลงผสมคลุกเคล้ากับดินที่ระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตรจากผิวดิน คุลมแปลงด้วยพลาสติกดำ และใช้ระยะห้างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ทำการเจาะพลาสติกคลุมแปลงตามระยะปลูก

การปลูกและดูแลรักษา

นำต้นกล้าของกระชายดำที่มีใบจริง 2 ใบ มาปลูกในแปลงในโรงเรือนที่คลุมหลังคาพลาสติกใสและทำการพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำชนิด 70 เปอร์เซ็นต์ รดน้ำสัปดาห์ละ1 ครั้งและเมื่อมีใบ 2–3 ใบจึงลดการให้น้ำลงเหลือ 2 สัปดาห์ต่อครั้งจนช่วงอายุปลูกได้ 7 เดือนจึงหยุดการให้น้ำกำจัดวัชพืชทุกเดือนเมื่ออายุ1เดือนหลังปลูกทำการใส่ปุ๋ยครั้งที่1 ด้วยปุ๋ยอินทรีย์ 2กรัมต่อต้นและพรวนดินกลบโคนต้นและครั้งที่2 เมื่อกระชายดำเริ่มออกดอก

แปลงปลูกคลุมด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำชนิด 70 เปอร์เซ็นต์โดยให้ระดับของตาข่ายสูงจากพื้นดิน 1.50 เมตรดูแลรักษาในช่วงปลูกแรกๆรดน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และเมื่อมีใบ 2–3 ใบจึงลดการให้น้ำลงเหลือ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง กำจัดวัชพืชทุกเดือนเมื่ออายุ 2 เดือน ให้พรวนดินกลบโคนต้นการใส่ปุ๋ยครั้งที่1 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กรัมต่อต้นพร้อมการกำจัดวัชพืชและพรวนดินและครั้งที่ 2 เมื่อกระชายดำเริ่มออกดอก

การทดลอง การชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำโดยการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว

วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 4 treatments ได้แก่ การงดน้ำ 0 15 30 และ 45 วัน แต่ละ treatment ประกอบด้วย 2 แถว ๆ ละ 10 ต้น ทำการทดลอง 2 ครั้ง

ทำการทดลองโดยการงดน้ำเป็นเวลา 0 15 30 และ 45 วัน บันทึกการการเจริญเติบโต ผลผลิต ได้แก่ จำนวนใบ สีใบ จำนวนราก ความยาวราก ความสูงของต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง หลังการปลูกเป็นเวลา 9 เดือน และนำหัวกระชายดำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

บันทึกผลโดยการวัดขนาดเหง้า และปริมาณผลผลิตต่อต้น สี และวิเคราะห์ปริมาณสาร total phenolic และ สาร flavonoids

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1 ผลผลิต

- วัดขนาดเหง้า วัดขนาดเหง้าจากต้นที่สุ่มมาทรีตเมนต์ละ 10 เหง้า วัดความกว้างและความยาวเหง้า มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

- วัดปริมาณผลผลิตต่อต้น ชั่งน้ำหนักเหง้าทั้งหมดในแต่ละทรีตเมนต์แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตต่อต้น มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

2 วัดคุณภาพของผลผลิต

- วัดสีของเนื้อในเหง้าโดยสุ่มเหง้ากระชายดำ จำนวน1เหง้าใหญ่ในแต่ละทรีตเมนต์ของแต่ละการทดลองซ้ำละ 1 เหง้าใหญ่ทำการฝานกึ่งกลางเหง้ากระชายดำให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ทำการวัดสีเนื้อในบริเวณกึ่งกลางของรอยแผล ด้วยเครื่องวัดสีในระบบสี L*a*b*

3 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบทางเคมีของกระชายดำ

3.1 การวัดปริมาณ phenolic (Total phenolic content)

โดยวิธี Folin Ciocal Teau โดยใช้การวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร ด้วยเครื่องมือสเปคโทรโฟโตมิเตอร์รายงานค่าโดยเทียบในรูปของ gallic acid ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมของสารสกัด (Ribèreau Gayon et al., 2000)

3.2 การวัดปริมาณสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoids)

โดยวิธี Aluminium (III) flavonoids complex โดยใช้การวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่องมือสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ รายงานค่าโดยเทียบในรูปของ quercetin ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมของสารสกัด (Ribèreau Gayon et al., 2000)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการพืชสวน หลักสูตรพืชสวน สาขาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

2. ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว หลักสูตรพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากนำต้นกล้ากระชายดำ ปลูกลงในแปลงปลูก จากนั้นนำไปวางไว้ในโรงเรือนพลาสติก ทำการรดน้ำ ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชตามที่กำหนด จากนั้นทำการทดลองโดยการงดน้ำเป็นเวลา 0 15 30 และ 45 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 9 เดือน เมื่อกระชายดำมีอายุ 9 เดือน บันทึกการการเจริญเติบโต ผลผลิต ได้แก่ จำนวนใบ สีใบ จำนวนราก ความยาวราก ความสูงของต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้า และนำหัวกระชายดำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส บันทึกผลโดยการวัดขนาดเหง้า และปริมาณผลผลิตต่อต้น สี และวิเคราะห์ปริมาณสาร total phenolic และ สาร flavonoids พบว่า

1. ผลผลิต

ขนาดของหัวกระชายดำทั้งความกว้างและความยาวของหัว น้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาของการงดน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อขนาดของหัวกระชายดำที่ลดลงทั้งความกว้างและความยาวของหัว และการลดลงของน้ำหนักสดของหัว อย่างไรก็ตามการงดน้ำเป็นเวลา 0 และ 15 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของขนาดหัว และน้ำหนักสดของหัว แต่มีความแตกต่างกับระยะเวลาของการงดน้ำ ที่ เวลา 30 และ 45 วัน

ผลผลิตสดต่อไร่ และผลผลิตแห้งต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาของการงดน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลผลิตสดต่อไร่ และผลผลิตแห้งต่อไร่ มากที่สุด 635.085 และ 150.953 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการงดน้ำ 0 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการงดน้ำ และการงดน้ำเป็นเวลา 45 วันก่อนการเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากที่สุด 34.154 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การงดน้ำ 0 15 และ 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์การงดน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความกว้าง ความยาว น้ำหนักสด และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของหัว ผลผลิตสดและแห้งต่อไร่ ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

ระยะเวลาของการงดน้ำ (วัน)	ความกว้างหัว (เซนติเมตร)	ความยาวหัว (เซนติเมตร)	น้ำหนักสดหัว (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	ผลผลิตสด (กิโลกรัมต่อไร่)	ผลผลิตแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่)
0	3.865 a	7.330 a	24.808 a	23.769 b	635.085 a	150.953 a
15	4.111 a	6.6167 ab	19.597 ab	26.186 b	501.683 b	131.371 b
30	3.608 ab	5.9417 bc	19.082 b	26.763 b	488.499 b	130.737 b
45	3.068 b	5.1105 c	9.097 c	34.154 a	232.883 c	79.539 c
F - test	**	**	**	**	**	**
C.V.%	24.649	24.270	42.494	18.654	42.494	18.654

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. คุณภาพ

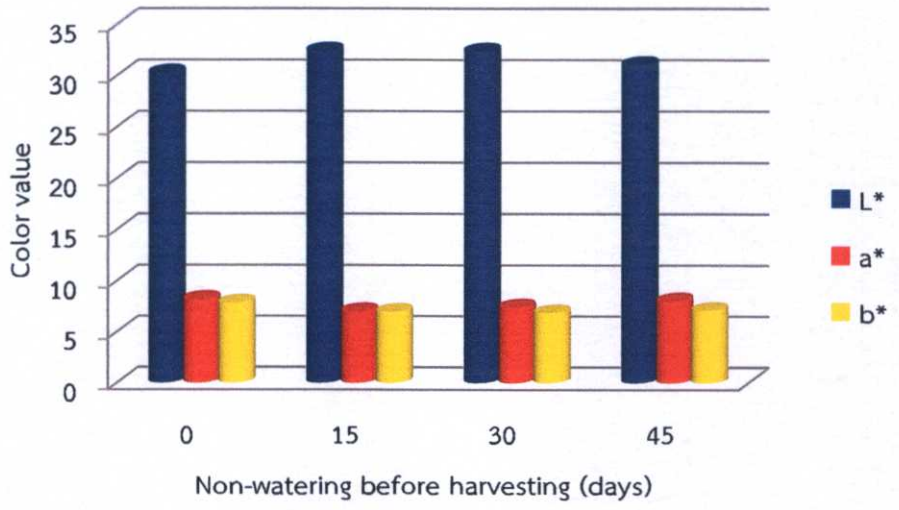
2.1 สีของหัวกระชายดำ

ค่าสี L* a* และ b* ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 3) โดยของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวทุกระยะมีสีม่วงเข้ม

ตารางที่ 4 สีของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

ระยะเวลาของการงดน้ำ	สี		
(วัน)	L*	a*	b*
0	30.27	8.21	7.84
15	32.44	7.04	6.97
30	32.39	7.44	6.87
45	31.08	8.06	7.12
F - test	ns	ns	ns
C.V.%	12.39	10.42	8.67

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 3 สีของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

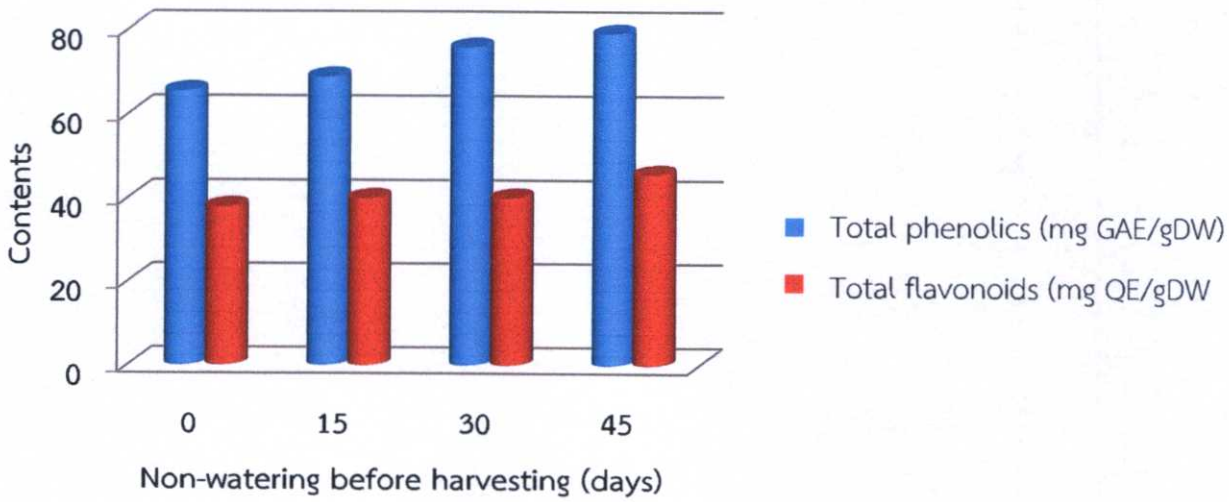
2.2 ประมาณสารสำคัญ

ปริมาณ total phenolics มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่ปริมาณสาร total flavonoids ไม่ความแตกต่างทางสถิติในหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว และปริมาณของ total phenolics และ total flavonoids มีแนวโน้มระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้น และการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 45 วันมีปริมาณ total phenolics มากที่สุด ที่ 79.025 มิลลิกรัม (GAE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้งและปริมาณ total flavonids มากที่สุดที่ 45.609 มิลลิกรัม (QE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 5 ปริมาณผลของ phenolics และ flavonoids ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

ระยะเวลาของการงดน้ำ (วัน)	Total Phenolics (mg GAE/gDW)	Total Flavonoids (mg QE/gDW)
0	65.369 b	37.84
15	68.759 b	39.922
30	75.683 a	39.962
45	79.025 a	45.609
F - test	**	ns
C.V.%	8.718878	20.50932

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และ ** = แตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 % ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ปริมาณผลของ phenolics และ flavonoids ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

บทที่ 5
วิจารณ์ผล

การงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต การสะสมสารสำคัญ เนื่องจากอาจทำให้เกิดความเครียดจากการขาดน้ำได้ โดยการตอบสนองของพืชแต่ละชนิดต่อการขาดน้ำนั้น ไม่เหมือนกัน บางพืชอาจได้รับผลกระทบมาก บางพืชอาจได้รับผลกระทบน้อย สุกัญญาและสุรินทร์ (2545) ได้รายงานการงดน้ำในระยะติดผลของสตรอเบอร์รี่ พบว่าการงดน้ำมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณ proline เป็น 57.76 เท่าของต้นที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นและเปอร์เซ็นต์การติดผล การงดน้ำที่ระยะเวลาแตกต่างกัน ได้แก่ 0 15 30 และ 45 วันก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่า ระยะเวลาของการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว ไม่มีผลต่อผลผลิตขมิ้นชันและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งทั้งน้ำหนักสดของหัวและแง่ง (นาตยา และคณะ 2558) และจากทดลองโดยการงดน้ำเป็นเวลา 0 15 30 และ 45 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 9 เดือน พบว่า ขนาดของหัวกระชายดำทั้งความกว้างและความยาวของหัว น้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาของการงดน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อขนาดของหัวกระชายดำที่ลดลงทั้งความกว้างและความยาวของหัว และการลดลงของน้ำหนักสดของหัว อย่างไรก็ตามการงดน้ำเป็นเวลา 0 และ 15 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของขนาดหัว และน้ำหนักสดของหัว แต่มีความแตกต่างกับระยะเวลาของการงดน้ำ ที่เวลา 30 และ 45 วัน ผลผลิตสดต่อไร่ และผมลผลิตแห้งต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาของการงดน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลผลิตสดต่อไร่ และผลผลิตแห้งต่อไร่ มากที่สุด 635.085 และ 150.953 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการงดน้ำ 0 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการงดน้ำ และการงดน้ำเป็นเวลา 45 วันก่อนการเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากที่สุด 34.154 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การงดน้ำ 0 15 และ 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์การงดน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าสี L* a* และ b* ของหัวกระชายดำอายุ 9 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวทุกระยะมีมีสีม่วงเข้ม สอดคล้องกับการทดลองของนาตยา และคณะ (2558) ที่ได้ทำการทดลอง พบว่าแง่งของขมิ้นชันที่ผ่านการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาต่าง ๆ มีสีเหลืองส้ม โดยระยะเวลาไม่มีความแตกต่างทางสถิติในค่าของสี L* a* และ b*

สารในกลุ่มของ total phenolics และ total flavonoids จัดเป็นสารสำคัญหรือสารทุติยภูมิประเภทหนึ่ง พืชจะสร้างสารเหล่านี้เมื่อพืชเกิดความเครียด โดยมีการตัวรับส่งสัญญาณเพื่อสร้างสารทุติยภูมิต่าง ๆ เพื่อช่วยให้สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะนั้น ๆ โดยสารเหล่านี้ไม่ได้มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จำเป็นต่อการอยู่รอด โดยพืชแต่ละชนิดมีสร้างสารสำคัญทั้งชนิดและปริมาณ ในสภาวะของการขาดน้ำได้แตกต่างกันตามชนิดของพืช อายุและระยะเวลาของการขาดน้ำ โดย Wang et al. (2010) รายงานว่า สภาวะแห้งแล้งในต้นกล้าของ *Scrophularia ningpoensis* จะมีการสร้างสาร iridoid glycosides เพิ่มมากขึ้นในส่วนของราก Munné-Bosch et al. (2001) รายงานว่าปริมาณของ carnosic acid ถูกสร้างขึ้นใน chloroplasts เมื่อต้น *Salvia officinalis* L. มีการขาดน้ำ Jaleel et al. (2007) พบว่ามีการสร้างสาร ajmalicine or total indole alkaloid ในรากของ *Catharanthus roseus* (L.) G.Don. เพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการขาดน้ำ Odjegba และ Alokolaro (2013) รายงานว่าการขาดน้ำ เป็นเวลา 28 วันใน *Acalypha wilkesiana* ทำให้เกิดการสะสมสาร saponin เพิ่มขึ้น และนาตยา และคณะ (2558) รายงานว่าการขาดน้ำในขมิ้นชัน ไม่มีผลต่อปริมาณ curcumin แต่มีผลต่อการสะสมสาร total flavonoids โดยปริมาณของ total flavonoids เพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้น และการงดน้ำที่เวลา 15 วัน มีปริมาณ total flavonoids มากที่สุดที่ 340.50 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และค่อย ๆ ลดลงเมื่อมีการงดน้ำนานขึ้น และจากการศึกษาในกระชายดำครั้งนี้ พบว่า ปริมาณ total phenolics มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่ปริมาณสาร total flavonoids ไม่ความแตกต่างทางสถิติ ในหัวของกระชายดำที่มีอายุ

9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว และปริมาณของ total phenolics และ total flavonoids มีแนวโน้มระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้น และการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 45 วันมีปริมาณ total phenolics มากที่สุด ที่ 79.025 มิลลิกรัม (GAE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้งและปริมาณ total flavonids มากที่สุดที่ 45.609 มิลลิกรัม (QE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

จากการชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ โดยการงดน้ำเป็นเวลา 0 15 30 และ 45 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อกระชายดำมีอายุ 9 เดือน และบันทึก ขนาดของหัว น้ำหนักสด ผลผลิตต่อไร่ จากนั้นนำหัวไปหั่นเป็นชิ้น ทำการวัดสี และนำกระชายดำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจากนั้นและบันทึกน้ำหนักแห้งของเหง้า คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และนำผงกระชายดำไปสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสาร total phenolic และ สาร flavonoids สรุปผลได้ดังนี้

1. ระยะเวลาของการการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน มีผลต่อผลผลิตของกระชายดำที่มีอายุ 9 เดือน โดยขนาดของหัว น้ำหนักสด ผลผลิตสดต่อไร่ และผลผลิตแห้งต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาของอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และระยะเวลาของการงดน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อขนาดของหัวและการลดลงลงน้ำหนักสด ผลผลิตสดต่อไร่และผลผลิตแห้งต่อไร่มากที่สุด ที่ 635.085 และ 150.953 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อไม่มีการงดน้ำหรือทำการงดน้ำ 0 วันก่อนการเก็บในขณะที่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากที่สุด 34.154 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นเวลา 45 วัน

2. คุณภาพของกระชายดำ ในส่วนสีของหัว ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งค่าสี L* a* และ b* โดยสีของกระชายดำที่ผ่านการงดน้ำทุกระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวมีสีม่วง ในขณะที่ปริมาณสารสำคัญมีการสะสมได้แตกต่างกัน โดยในหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือนมี ปริมาณ total phenolics มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่ปริมาณสาร total flavonoids ไม่ความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างหัวที่ผ่านการงดน้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว โดยการงดน้ำก่อนกาเรก็บเกี่ยว 45 วันมีปริมาณ total phenolics มากที่สุดที่ 79.025 มิลลิกรัม (GAE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้งและปริมาณ total flavonids มากที่สุดที่ 45.609 มิลลิกรัม (QE) ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ แสนจันทร์. 2545. อิทธิพลของไนโตรเจนและโปตัสเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและน้ำมันหอมระเหย.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 98 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. กระชายดำ. ข้อมูลออนไลน์ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=22

งามผ่อง คงคาทิพย์. 2551. การกระตุ้นสารหอมกฤษณา. ข้อมูลออนไลน์ วันที่ 17 พฤษภาคม 2560 http://www.phtnet.org/news51/view-news.asp?nID=291

จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล. 2547. เปล้าน้อย สมุนไพรของไทย. ภาควิชาเภสัชเวทและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา

จุฬาลักษณ์ ทวีบุตรรจนา โอภาส ศิริ และยุวดี มานะเกษม. 2552. การเพิ่มการสะสมแอนโทไซยานินในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงด้วยเอทีฟอนและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากสะสมอาหารกวาวเครือแดง.วารสารวิทยาศาตรเกษตร1 (ฉบับพิเศษ) : หน้า353-356.

จำรัส เซ็นนิล และ มนตรี ตรีชารี. 2546. กระชายดำสมุนไพรมหัศจรรย์ เล่ม 2. เคพีเอ็มมีเดียสยาม.กรุงเทพฯ. 152หน้า.

ชุมพล คุณวาสี, มปป. การตอบสนองและการควบคุมภายในพืช. ข้อมูลออนไลน์ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 http://www.sc.chula.ac.th/botany/eClass/2303107/response49.pdf

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพฯ. 810 หน้า.

ธนภัทร อินไชยวงศ์. 2544. กระชายดำ. วารสารเกษตรพัฒนา. 20(234):104

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และภัทรพล จังสถิตกุล. 2551. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกระชายดำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3): 472-475.

นาตยา มนตรี กนกพร บุญญะอติชาติ และพรรณิภา ยั่วยล. 2558. ผลของการชักนำให้เกิดความเครียดต่อการสะสมสาร curcumin ในขมิ้นชัน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปีงบประมาณ 2557. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นันทนา โพธิ์สุข. 2545. การทดสอบวัสดุปลูกในถุงที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระชายดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้. หน้า 15-17.

พิทยา สรวมศิริ. 2529. พืชเครื่องเทศ. เชียงใหม่:ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 113-123.

มงคล ธราดลธนสาร. 2545. การทดสอบระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระชายดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 99หน้า

มัลลิกา แสงเพชร และคณะ. 2550. ผลของการพรางแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของกระชายดำ. รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตรการทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2550. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 77-78.

เลิศชัย จิตร์อารี. 2549. ผลของความเข้มแสงและวัสดุปรับปรุงดินที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.เชียงใหม่. 245 หน้า.

วิไลพร ธรรมวงษ์ และสุมนา นีระ. 2550. ระดับความสูงของพื้นที่ที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและหัวพันธ์ลำดับต่างๆ. วารสารแก่นเกษตร. 35 ฉบับพิเศษ (สัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2550).

วิภาวรรณ ท้ายเมือง และบรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์. 2551. อิทธิพลของปุ๋ยต่อผลผลิตและความเข้มข้นธาตุอาหารในกระชายดำ (*Kaempferia pavifloral*). วารสารกำแพงแสน 6(3):33-39.

ศิริพร พจนการุณ สมชาย จอมดวง และเสริมสกุล พจนการุณ. 2551.ผลของอายุการเก็บเกี่ยวของเหง้าที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ชาชงกระชายดำมะม่วงโชคอนันต์. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 25(3): 1-7.

ศิวพร อินทร์ประสิทธิ์ และ ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2546 .อิทธิพลของร่มเงาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพกระชายดำ. วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน 16(321): 76.

ศุภนา เดโชดมพันธ์. 2544. การเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเต้านมของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*). วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตวิทยาศาสตร์สาขาเทคโนโลยีชีวภาพจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 130 หน้า.

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์ แสงมณี ชิงดวง มัลลิกา แสงเพชร จิดาภา สุภาผล และสุภาพร สาชาติ. 2550. สำรวจศัตรูกระชายดำและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีผลต่อคุณภาพและมาตรฐาน.รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตรการทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2550. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.หน้า 83.

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2556. กระชายดำ ข้อมูลออนไลน์ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 http://hort.ezathai.org/?p=2268

สุกัญญา ใจโพธิ์ และ สุรินทร์ นิลสำราญจิตร. 2545. ผลของสภาวะเครียดจากน้ำต่อปริมาณโพรลีนและการเติบโตของสตรอเบอร์รี่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร18 (3) : 201-209

สุดารัตน์ หอมหวน. 2556. กระชายดำ. ข้อมูลออนไลน์ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 http://www.thaicrudedrug.com.

สุธาทิพย์ ภมรประวัติ. 2549. สารประกอบทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) ข้อมูลออนไลน์ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 http://medtu5.info/med/uploads/sheet/D14.pdf. 17 พฤศจิกายน 2556.

สุปราณี จอมแจ้ง. 2551. ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall.exBak.) และขมิ้นดำ (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) (Zingiberaceae) ที่อายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

สุริยะ สิงห์สถิต. ผลของวัสดุปลูกและความถี่ของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระชายดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 42 หน้า.

สุวิทย์ วรรณศรี. 2554. รายงานการวิจัยเรื่องเทคนิคการเพิ่มผลผลิตว่านกระชายดำ.มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์. 44 หน้า.

เสริมสกุล พจนการุณ และเชวง แก้วรักษ์. 2547. รวบรวมศึกษาและคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ:องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ.วารสารเกษตร 20 (1):44-45.

เสริมสกุล พจนการุณ และเชวง แก้วรักษ์. 2548. รวบรวมศึกษาและคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อกรมวิชาการเกษตร.ศูนย์บริการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (ภูเรือ). เลย. 53หน้า.

เสริมสกุล พจนการุณ ศิริพร พจนการุณ และสมชาย จอมดวง. 2552. ผลของอายุเก็บเกี่ยวของเหง้าที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำชากระชายดำผสมน้ำผึ้งมะนาว. การสัมมนาทางวิชาการการเกษตรประจำปี 2552 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 279-283.

เสริมสกุล พจนการุณ. 2547. อิทธิพลของการพรางแสงและวัสดุคลุมแปลงที่มีต่อปริมาณเทอร์พีนอยด์ฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระของเหง้ากระชายดำ.วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 26 (2):18-26.

อภิชาต ชิดบุรี. 2545. ผลิตต้นพันธุ์กระชายดำ (โสมไทย) ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เทคโนโลยีพืชสวน. 61(4) : 140-143.

Cho G., H. I. Kim, H. Pedersen, C-K. Chin. 2008. Ethephon Enhancement of Secondary Metabolite Synthesis in Plant Cell Cultures. Online available http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/btpr.5420040309/pdf

Daodee, S., et al.. 2003. Determination of Flavonoids in Kaempferiaparviflora by Gas Chromatographic Method .Thai Journal pharmaceutical Sciences. 27(1-2) : 49-57.

Folin, O., and Ciocalteu, V. 1927. "On tyrosine and tryptophane determinations in proteins", Journal of Biological Chemistry 73: pp 627–650.

Herunsalee A., Pancharone,O. and Tuntiwachwuttiku,P l. 1987. Further studies of flavonoids of the black rhizome Boesenbergiapandurata. J. Sci. Soc. Thailand: 13:119-122.

Jaipetch, T., Reutrakul,V. Tuntiwachwuttiku, P. and Santisuk,T. 1983. Falvonoids in the black rhizomes of Boesenbergia pandurata. Phytochemistry. 22(2): 625-626.

Jaleel CA, Manivannan P, Sankar B, Kishorekumar A, Gopi R, Somasundaram R, Panneerselvam R (2007b): Water deficit stress mitigation by calcium chloride in *Catharanthus roseus*: Effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation. Colloid Sur. B: Biointerf., 60: 110-116.

Manjula R and T. Mythili. 2012. Improved phytochemical production using biotic and abiotic elicitors in Marsilea quadrifolia . INT J CURR SCI : 98-101

Mahajan S and Tuteja N. 2005. Cold, salinity and drought stresses : an overview. Arch Biochem Biophys. 444(2) :139-58.

Munné-Bosch S, Mueller M, Schwarz K, Alegre L (2001) : Diterpenes and antioxidative protection in drought-stressed *Salvia officinalis* plants. J. Plant Physiol. 158, 1431-1437.

Odjegba V.J.and A. A. Alokolaro. 2013. Simulated Drought and Salinity Modulates the Production of Phytochemicals in *Acalypha wilkesiana*. Journal of Plant Studies; 2 (2) 105-112:

Panthong, A., Kajanapothl, D., Tuntiwachwuttikul, P. And Reutrakul, V. 1989. Anti-infalmmatory activity of 5,7-dimethoxyfiavone. PlantaMedica. 55 : 133.

Ribèrean-Gayon, P., Y. Glories, A. Maujean and D. Dubourdieu. 2000. Handbook of Enology. Volume 2 : The Chemistry of Wine, Statbilization and Treatments. John Wiley & Sons. Ltd. Chichester. 404p.

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

Sirirugsa, P. 1992. Taxonomy of the genus *Kaempferia* (Zingiberaceae) in Thailand. Thai Forest Bulletin (Botany) 19 : 1-15. The Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok.

Wang D. H., , F. Du1, H. Y. Liu2 and Z. S. Liang. 2010.Drought stress increases iridoid glycosides biosynthesis in the roots of *Scrophularia ningpoensis* seedlings. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4(24), pp. 2691-2699

Yenjai, C.,Prasanphen, K.,Daodee, S.,Wongpanich, V. AndKittakoop, P. 2004. Bioactive flavonoids form *Kaemp feriaparviflora*. Fitoterapia. 75(1) : 89-92

Zhao J., T. Lawrence, C. Davis, R. Verpoorte. 2005. Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. Biotechnology Advances 23 : 283–333

Zhao J., W. Zhu, Q. Hu. 2001. Selection of fungal elicitors to increase indole alkaloid accumulation in *Catharanthus roseus* suspension cell culture. Enzyme and Microbial Technology 28: 666–672

Zheng Z., M. Wu. 2004. Cadmium treatment enhances the production of alkaloid secondary metabolites in *Catharanthus roseus*. Plant Science 166 : 507

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดต่อต้นของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	712.97	237.65	11.49	<.0001 **
Error	36	744.34	20.67		
Total	39	1457.31			

C.V.% = 36.87246

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งต่อต้นของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	30.16	10.05	4.98	0.0054 **
Error	36	72.62	2.01		
Total	39	102.79			

C.V.% = 44.83775

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่อต้นของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	563.87	187.95	7.4	0.0006 **
Error	36	914.62	25.4		
Total	39	1478.5			

C.V.% = 18.6546

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	11.18	3.72	4.57	0.0058 **
Error	65	53.05	0.81		
Total	68	64.23			
C.V.% =	24.64				

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวหัวของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	51.44	17.14	7.35	0.0003 **
Error	65	151.55	2.33		
Total	68	202.99			
C.V.% =	24.27				

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดหัวต่อไร่ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	2492.02	830.67	14	<.0001 **
Error	65	3856.72	59.33		
Total	68	6348.75			
C.V.% =	42.49				

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าสี L * ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	21.56	7.19	1.04	0.2514 ns
Error	36	110.15	6.88		
Total	39	131.71			
C.V.% =	12.56				

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าสี a* ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	9.58	3.19	0.56	0.5086 ns
Error	36	81.71	5.73		
Total	39	101.29			
C.V.% =	15.18				

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าสี b * ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	36.74	12.56	0.70	0.2581 ns
Error	36	278.89	17.43		
Total	39	315.63			
C.V.% =	21.51				

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Phenolics ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	1172.15	390.71	9.86	<.0001 **
Error	36	1426.93	39.63		
Total	39	2599.09			
C.V.% =	8.71				

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ flavonoids ของกระชายดำอายุ 9 เดือน ที่ผ่านการงดน้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว

source	DF	SS	MS	F-Value	Pr> F
Treatment	3	333.58	111.19	1.59	0.2098 ns
Error	36	2524.83	70.13		
Total	39	2858.42			
C.V.% =	20.50				

รายงานสรุปการเงิน
เลขที่โครงการ (A118-0260-072)
เงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560

ชื่อมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ (ไทย) "การชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*): ผลของการขาดน้ำในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว"

(อังกฤษ) Stress induction on yield and quality of *Kaempferia parviflora*: effect of water stress before harvesting stage.

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ผศ.ดร.นาตยา มนตรี

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี 0 เดือน ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 วันที่ 30 กันยายน 2560

รายจ่าย

หมวด	งบประมาณรวม ทั้งโครงการ	คงเหลือ (หรือเกิน)
1. ค่าตอบแทน	-	-
2. ค่าจ้าง	40,000	-
3. ค่าวัสดุ	173,000	-
4. ค่าใช้สอย	67,000	-
5. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-
รวม	280,000	-

(ผศ.ดร.นาตยา มนตรี) ลงนาม หัวหน้าโครงการวิจัย 30 ตุลาคม 2560	(.....) ลงนาม เจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล 30 ตุลาคม 2560

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวนาตยา มนตรี
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Nattaya Montri
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : -
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
โทรศัพท์ 0-7750-6431 โทรสาร 0-7759-1445, 0-7759-446
โทรศัพท์มือถือ 081-7377027 E-mail : kmnattay@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2548	เอก	Dr.rer.nat	Pharmacy	Plant Biotechnology	University of Vienna	Austria
2541	โท	วท.ม.	เกษตรศาสตร์	พืชสวน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2536	ตรี	วท.บ.	เกษตรศาสตร์	พืชสวน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช, การผลิตสารทุติยภูมิ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ประสบการณ์งานวิจัย

7.1.1 ปีงบประมาณ 2537 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมะขามป้อม สถานะภาพ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

7.1.2 ปีงบประมาณ 2543 รวบรวมพันธุ์ไม้พื้นเมืองในจังหวัดชุมพร สถานะภาพ : หัวหน้าโครงการวิจัย

7.1.3 ปีงบประมาณ 2544 การผลิตดองดึงเพื่อการค้า สถานะภาพ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

7.1.4 ปีงบประมาณ 2545-2546 การผลิตผักเหลียงเชิงพาณิชย์ สถานะภาพ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

7.1.5 ปีเงินงบประมาณ 2551 การขยายพันธุ์และอนุรักษ์พันธุ์กล้วยไม้เพชรหึงโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน สถานะภาพ : หัวหน้าโครงการวิจัย

7.1.6 ปีเงินงบประมาณ 2551 การชักนำแคลลัสในหนอนตายหยากเพื่อการผลิตสารสารอัลคาลอยด์ สถานะภาพ : หัวหน้าโครงการวิจัย

7.1.7 ปีเงินงบประมาณ 2551 ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสในกล้วยหอมทอง สถานะภาพ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

7.1.8 ปีงบประมาณ ปี 2552 การผลิตต้นกล้าหนอนตายหยากเชิงการค้าโดยการชักนำผ่านขบวนการเกิดโซมาติกเอ็มบริโอ สถานภาพ: หัวหน้าโครงการ

7.1.9 ปีงบประมาณ 2553 การเพิ่มคุณภาพต้นพันธุ์หนอนตายหยากเพื่อการผลิตสารอัลคาลอยด์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : การคัดเลือกโคลนที่ให้ผลผลิตรากสูง และผลของอะไบโอติกอิลิซิเตอร์บางชนิดต่อการสะสมสารอัลคาลอยด์ของรากในสภาพปลอดเชื้อ

7.1.10 ปีงบประมาณ 2554 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต แสงและอุณหภูมิต่อการผลิตรากและการสะสมสารอัลคาลอยด์ (Stemocurtisine)ของหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ

7.1.11 ปีงบประมาณ 2556-2557 การอนุบาลหนอนตายหยากที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการผลิตสารอัลคาลอยด์เชิงการค้า

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

จินดา สุดวัดแก้ว กนกพร บุญญอติชาติ และนาตยา มนตรี. 2545. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้สิงโตนกยูงทอง. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 41 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วันที่ 4-11 กุมภาพันธ์ 2545 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 285-289.

อัญจนา จันทร์ปะทิว ปรัศนี สุขจีบ และนาตยา มนตรี. 2549. ผลของ Benzyladenine และสารอินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของกล้วยเอื้องเงินหลวงในสภาพปลอดเชื้อ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 44 สาขาพืช, วันที่ 28 มกราคม–2 กุมภาพันธ์ 2549 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 695-702.

อัญจนา จันทร์ปะทิว วรลักษณ์ นิลสังข์ และนาตยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์กล้วยไม้สร้อยระย้าโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 7. วันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จังหวัดเชียงใหม่.

นาตยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์หนอนตายหยากโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. 27-29 กรกฎาคม 2549. การประชุม ม.อุบล วิจัย ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินทร์ชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

นาตยา มนตรี และชนนิกานต์ ขวัญช่วย. 2551. ผลของสารสกัดจากหนอนตายหยากต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชบางชนิด. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7. คณะเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

นาตยา มนตรี และจิตรเบญญา สมสมัคร, 2552, ผลของสารอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เพชรหึง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40: 331-334.

นาตยา มนตรี และอุกฤษณ์ ฉิมระฆัง, 2552, การใช้วัสดุปลูกในการย้ายปลูกต้นกล้ากล้วยไม้กล้วยไม้เพชรหึง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40: 335-338.

นาตยา มนตรี ผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล และกนกพร บุญญะอติชาติ., 2552, ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการอนุบาลต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึง, งานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19, วันที่ 24-25 ก.ย. 2552 ณ โรงแรม เจ บี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

นาตยา มนตรี กนกพร บุญญะอติชาติ และ พงศ์พล ลือจันทึก. 2553. ผลของการใช้สารสกัดจากหนอนตายหยากต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของกล้วยหอมทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 : 1 (พิเศษ) : 333-336

กนกพร บุญญะอติชาติ, นาตยา มนตรี และเจณรงค์ มะลิพันธ์. 2553. คุณภาพของผลมะละกอในพื้นที่จังหวัดชุมพร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร41 : 1 (พิเศษ) : 55-58

นาตยา มนตรี ผัสโสภาคย์ รัตนบันดาล และ กนกพร บุญญะอติชาติ. 2553. ผลของวัสดุปลูกร่วมกับการพรางแสงต่อการอนุบาลต้นกล้ากล้วยไม้เพชรหึง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1) (พิเศษ): 273-276

นาตยา มนตรี จุฑามาศ สุวรรณจันทร์ และ พรประพา คงตระกูล. 2553. ผลของสารสกัดอย่างหยาบจากเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชบางชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1) (พิเศษ): 89-92

นาตยา มนตรี และสิทธิโชค วีณะคุปต์. 2553, ผลของสารแอนซิมิดอล ต่อการอนุบาลกล้วยไม้พื้นเมืองบาง ชนิด, งานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 ก.ย. 2553 ณ โรงแรม เจ บี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

Montri N., Wawrosch C., Kopp B. 2005. Embryogenic callus induction of *Stemona tuberosa* Lour. the 2005 *In Vitro* Biology Meeting, 5-7 June, 2005 Baltimore Maryland USA.

Montri N., 2006. *In vitro* propagation and some secondary compounds production of *Stemona curtisii* Hook.f. International Horticultural Congress. 12-19 August 2006, Seoul, Korea.

Montri, N., Wawrosch C., Kopp B. 2006. Micropropagation of *Stemona curtisii* Hook f., a Thai Medicinal Plant. Acta Hort. 725: 341-346.

Montri N. and E. Wattanapreechanon. 2007. Soilless culture in Thailand. Acta Hort 759: 187-194.

Montri, N., Wawrosch, C.H. and Kopp, B. 2009. *IN VITRO* PROPAGATION OF *STEMONA TUBEROSA* LOUR., AN ANTITUSSIVE MEDICINAL HERB . Acta Hort. 812:165-172

Montri, N., Niumthong, W. and Janpatiw, A. 2009. TISSUE CULTURE OF *GRAMMATOPHYLLUM SPECIOSUM* BLUME, THE WORLD LARGEST ORCHID. Acta Hort. 812:205-210

Montri N., S. Chaisriha and C.Suwannapakdi. 2011. Callus induction of *Stemona curtisii* Hook. F. VIIth International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding, 18-22 September 2011, Ghent, Belgium

Montri N. 2011. Selection of high total alkaloids clone of *Stemona curtisii* Hook. F. VIIth International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding, 18-22 September 2011, Ghent, Belgium

Montri N. 2012. *In vitro* Propagation of *Cymbidium finlaysonianum* Lindl. International Symposium of Orchids and Ornamental Plants, 9-12 January 2012 Chiang Mai, Thailand

Montri N. 2012. Effect of Auxins and Cytokinins on Proliferation Rate and Growth of *Papilionanthe Hookeriana* Protocorms and Seedlings . International Symposium of Orchids and Ornamental Plants, 9-12 January 2012 Chiang Mai, Thailand

Montri N. Saenpakdee, S. and A. Junpatiw. 2013. Influences of ethephon on the seedlings growth and enhance alkaloids accumulation of *Stemona curtisii* Hook.f. *in vitro*. *In Vitro* Culture and Horticultural Breeding. 2-7 June 2013. University of Coimbra, Portugal.

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.3.1 ผลของการชักนำให้เกิดความเครียดของหนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook. f.) ในแปลงปลูกต่อการเพิ่มการสะสมสาร Stemona Alkaloids
แหล่งทุน เงินงบประมาณ ปีงบประมาณ 2557-2558
สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.3.2 การให้สิ่งกระตุ้นต่อผลผลิตและคุณภาพของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora*): การให้สารส่งสัญญาณในพืชเป็นสิ่งกระตุ้น
แหล่งทุน สกอ. ปีงบประมาณ 2557-2558
สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.3.3 การชักนำให้เกิดความเครียดต่อผลผลิตและปริมาณสาร capsaicin ใน พริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท : อิทธิพลของความเข้มข้นของสาร ethephon และระยะเวลาการงดน้ำก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต
แหล่งทุน เงินรายได้ สจล. ปีงบประมาณ 2557-2558
สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

2. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย 1

1.1 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Anchana Janpatiw
1.2 เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3860300017496
1.3 ตำแหน่ง อาจารย์
1.4 หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160 โทรศัพท์ 0-7750-6431 และโทรสาร 0-7759-1445, 0-7759-446 E-mail : kjanchan@kmitl.ac.th
1.4 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2544	ตรี	วท.บ.	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2547	โท	วท.ม.	พืชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ไทย
2555	เอก	วท.ด.	พืชสวน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย

1.5 สาขาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ
พืชผักและการปรับปรุงพันธุ์

1.6 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
1.6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
1.6.2.1 ปีเงินงบประมาณ 2551 การขยายพันธุ์และอนุรักษ์พันธุ์กล้วยไม้เพชรหึงโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน สถานะภาพ: ผู้ร่วมโครงการวิจัย
1.6.2.2 ปีงบประมาณ 2554 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต แสงและอุณหภูมิต่อการผลิตรากและการสะสมสารอัลคาลอยด์ (Stemocurtisine) ของหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ สถานภาพ: ผู้ร่วมโครงการ

1.6.3 ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่และ/หรือนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ

อัญจนา จันทร์ปะทิว และสมปอง เตชะโต. 2548. การผลิตแอนโธไซยานินในการเพาะเลี้ยงแคลลัสของกุหลาบมอญ (Rosa damascena Mill.) ว.วิทย.กษ.36 5-6(พิเศษ) : 733-736

อัญจนา จันทร์ปะทิว ปรัศนี สุขจีบ และนาตยา มนตรี. 2549. ผลของ Benzyladenine และสารอินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของกล้วยเอื้องเงินหลวงในสภาพปลอดเชื้อ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 44 สาขาพืช, วันที่ 28 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

อัญจนา จันทร์ปะทิว วรลักษณ์ นิลสังข์ และนาตยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์กล้วยไม้สร้อยระย้าโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 7. วันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จังหวัดเชียงใหม่.

Montri, N., Niumthong, W. and Janpatiw, A. 2009. TISSUE CULTURE OF

GRAMMATOPHYLLUM SPECIOSUM BLUME, THE WORLD LARGEST ORCHID. Acta Hort. 812:205-210

Montri N. Saenpakdee, S. and A. Junpatiw. 2013. Influences of ethephon on the seedlings growth and enhance alkaloids accumulation of *Stemona curtisii* Hook.f. *in vitro*. *In Vitro* culture and Horticultural Breeding. 2-7 June 2013. University of Coimbra, Portugal

1.6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

1.6.4.1 ชื่อโครงการ การคัดเลือกประชากรข้าวโพดเพื่อการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดที่มีสารแอนโทไซยานินสูง แหล่งทุน เงินรายได้วิทยาเขตชุมพร ประจำปี 2557 สถานภาพ หัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบ 60 เปอร์เซ็นต์ เริ่มดำเนินการ ตุลาคม 2556- 2557 ทำการวิจัยลุล่วงไป 80 เปอร์เซ็นต์

3. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย 2

2.1 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางจรัญญา ทับไทร

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs Jaranya Tapsai

2.2 เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3849900241310

2.3 ตำแหน่งปัจจุบัน และหน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อ

เจ้าหน้าที่เกษตร

สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี

292/3 ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

โทรศัพท์/โทรสาร 077-211469

2.4 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2545	ตรี	วท.ม.	พืชสวน	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ไทย

2.5 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ:

การผลิตพืชและสรีรวิทยาของพืช

2.6 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

2.6.1 ประสบการณ์งานวิจัย

การผลิตพริกและข้าวไร่ของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎธานี

2.6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

-