อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

สัญญาเลขที่ R2559C114

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ชีววิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วงและการควบคุมในระยะก่อนงอก

Germination biology and pre-emergence control of *Praxelis clematidea*

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 05 ส.ค. 2564
เลขทะเบียน 1034773
เลขเรียกหนังสือ 3 SB
413
.C6
ส๒๒๗ก
๒๕๕๖

โดย ดร.สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มีนาคม 2563

สัญญาเลขที่ R2559C114

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ชีววิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วงและการควบคุมในระยะก่อนงอก

Germination biology and pre-emergence control of *Praxelis clematidea*

คณะผู้วิจัย

ดร.สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สนับสนุนโดย

งบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีงบประมาณ 2559

ชื่อเรื่อง	ชีววิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วงและการควบคุมในระยะก่อนงอก
ผู้วิจัย	ดร.สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์
คำสำคัญ	สาบม่วง การกระจายตัว การงอก สัณฐานวิทยาเมล็ด อัลลีโลพาที

บทคัดย่อ

สาบม่วงเป็นวัชพืชต่างถิ่นที่มีการระบาดอย่างมากในพืชปลูก เช่น ไม้ผล ยางพารา และพืชเศรษฐกิจ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายตัว สัณฐานวิทยาของเมล็ด การงอก ฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี และการควบคุมวัชพืชสาบม่วงระยะก่อนงอก พบว่า สาบม่วงมีการกระจายตัวเพิ่มขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทยอาจเนื่องจากเมล็ดมีขนาดเล็ก เบา มีขนและจำนวนเมล็ดมาก ทำให้สามารถแพร่กระจายได้ง่ายโดยลม หรือสัตว์ เมล็ดมีความกว้าง 0.6 ถึง 0.7 มิลลิเมตร ความยาว 2.6 ถึง 3.2 มิลลิเมตร และความสูง 0.4 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อเมล็ด 0.13 ถึง 0.21 มิลลิกรัม จำนวนเมล็ด 44 ถึง 48 เมล็ดต่อดอก เมล็ดสาบม่วงสามารถงอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20 ถึง 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ 45 หรือ 10 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดได้ พบการงอกของเมล็ดสาบม่วงมากที่สุดบริเวณผิวดินและไม่พบการงอกที่ความลึก 7 เซนติเมตรจากผิวดิน สารสกัดจากต้นสาบม่วงความเข้มข้นที่ 1:40 และ 1:10 มวลต่อปริมาตร มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าตีนนกและก้นจ้ำขาว การงอกของเมล็ดสาบม่วงถูกควบคุมได้ดีด้วยสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก เช่น อะทราซีน และอะลาคลอร์ การศึกษาชีววิทยาของสาบม่วงจะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกันกำจัดวัชพืชชนิดนี้ต่อไป

Title	Germination biology and pre-emergence control of *Praxelis clematidea*
Author	Dr. Suphannika Intanon
Keywords	Praxelis, Distribution, Germination, Seed morphology, Allelopathy

ABSTRACT

Praxelis (*Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M.King & H.Rob) is an invasive species that infests many agricultural systems such as orchards, rubber plantations and other economic crops. The purpose of this research was to study the distribution, seed morphology, germination, allelopathy, and pre-emergence control of praxelis. We found praxelis distribution have been increasing throughout Thailand. Seeds of praxelis were small, light, and possed a pappus of hairs that allows them to be dispersed easily by wind or animals. We found praxelis seeds were 0.6 to 0.7 mm in width, 2.6 to 3.2 mm in length, and 0.4 mm in height. The weight of praxelis seed was 0.13 to 0.21 mg and there were about 44 to 48 seeds per head. Seeds germinated over a temperature range of 20° to 30°C. High (45°C) and low (10°C) temperatures restricted germination. Maximum emergence occurred when seed were planted on the soil surface. No seedlings emerged when seeds were planted at a depth of 7 cm. Praxelis had an allelopathic activity. Praxelis extracts at concentrations of 1:40 and 1:10 (w/v) can inhibit germination of *Digitaria ciliaris* and *Bidens pilosa*. The study of the biology of praxelis can be used as basic knowledge for future management of this.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของโครงการวิจัย	2
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	ชีววิทยาของวัชพืชสาบม่วง	3
	การงอกและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด	3
	อัลลีโลพาที	5
	การป้องกันกำจัดวัชพืชสาบม่วงในระยะก่อนงอก	6
3	วิธีการศึกษา	7
	การกระจายพันธุ์ของวัชพืชสาบม่วงในประเทศไทย	7
	ศึกษาสัณฐานวิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง	8
	ผลของอุณหภูมิและความลึกจากผิวดินต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง	8
	ทดสอบผลอัลลีโลพาธีของสาบม่วงทั้งต้นต่อการงอกของวัชพืชอื่น	9
	ศึกษาความเป็นพิษของสาบม่วงหลังได้รับสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์และอะทราซีนในห้องปฏิบัติการ	9
	การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	9

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลและอภิปรายผลการวิจัย**	10
	การกระจายพันธุ์ของวัชพืชสาบม่วงในประเทศไทย	10
	สัณฐานวิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง	13
	ผลของอุณหภูมิและความลึกจากผิวดินต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง	14
	ผลอัลลีโลพาธีของสาบม่วงทั้งต้นต่อการงอกของวัชพืชอื่น	16
	ความเป็นพิษของสาบม่วงหลังได้รับสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์และอะทราซีนในห้องปฏิบัติการ	17
5	**บทสรุป**	19
	สรุปผลการวิจัย	19
	บรรณานุกรม	20
	ภาคผนวก	24
	กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	25
	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา	26
	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ	27
	บทความสำหรับการเผยแพร่	28

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การกระจายตัวของสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่โล่งในประเทศไทย จำแนกตามพื้นที่สำรวจรายภาค และรายจังหวัด	11
2	สัณฐานวิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง 4 ประชากร (Pop) ได้แก่ ประชากรจังหวัดเชียงใหม่ (CM) ประชากรจังหวัดเพชรบูรณ์ (PB) ประชากรจังหวัดกำแพงเพชร (KP) และประชากรจังหวัดน่าน (NN)	14
3	ผลทางอัลลิโลพาทีของสารสกัดวัชพืชสาบม่วงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดวัชพืชหญ้าตีนนก (DIGAD) และก้นจ้ำขาว (BIDPI)	17
4	ผลของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนและอะลาคลอร์แบบใช้ก่อนงอก (preemergence herbicides) ในการควบคุมวัชพืชสาบม่วง	18

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	การกระจายตัวของสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่โล่งในประเทศไทย สำรวจจาก 30 จังหวัด ในปี พ.ศ.2559-2561	12
2	สัณฐานวิทยาของสาบม่วง; ต้นอ่อน (A), ใบ (B), ช่อดอก (C), และเมล็ด (D)	13
3	ผลของอุณหภูมิต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง	15
4	ผลของความลึกจากผิวดินต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง	15

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ประเทศไทยจัดอยู่ในพื้นที่เขตร้อนที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในธรรมชาติเป็นลำดับต้น ๆ ของโลก แต่ในปัจจุบันพบว่าความหลากหลายทางชีวภาพลดลง สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่อยู่ในพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายตามธรรมชาติ อาจถูกนำเข้ามาแล้วมีความสามารถในการปรับตัว ดำรงชีวิต และสืบพันธุ์ เพื่อแพร่กระจายในพื้นที่ใหม่ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นหลายชนิดเป็นสาเหตุให้ชนิดพันธุ์ท้องถิ่นหรือชนิดพันธุ์พื้นเมืองสูญพันธุ์ คุกคามความหลายหลายทางธรรมชาติ และก่อให้เกิดความสูญเสียทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ตามลำดับ (พิมพ์วดี, 2555)

สาบม่วง (*Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M.King & H.Rob.) เป็นวัชพืชต่างถิ่น (invasive plant) โดยมีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเหนือของประเทศอาเจนตินา ทางตอนใต้ของประเทศบราซิล ประเทศโบลิเวีย ประเทศปารากวัย และประเทศเปรู (Veldkamp, 1999) วัชพืชสาบม่วงมีความสามารถในการเจริญเติบโตและสร้างเมล็ดได้รวดเร็ว โดยเมล็ดสามารถแพร่กระจายโดยมีตัวพาคือ ลม น้ำ นก และมนุษย์ ซึ่งเมล็ดสามารถติดไปกับเสื้อผ้าและเครื่องจักรทางการเกษตร (Holland, 2006) เมล็ดสาบม่วงมีน้ำหนักเบาจึงสามารถแพร่กระจายได้ไกล (วนิดา และคณะ, 2554) นอกจากส่วนของเมล็ดแล้วยังมีการค้นพบว่าส่วนของลำต้นที่สัมผัสกับดินจะมีรากแตกออกมา จึงสามารถช่วยขยายพันธุ์ได้อีกทางหนึ่ง มีการรายงานการแพร่ระบาดของสาบม่วงอย่างกว้างขวางในทวีปอเมริกา (USDA, 2014) ออสเตรเลีย (Holland et al. 2006) และเอเชีย (Corlett and Shaw, 1995)

เนื่องจากสาบม่วงมีลักษณะใกล้เคียงกับสาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) และสาบเสือ (*A. houstonianum*) จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้การรายงานการค้นพบการแพร่ระบาดคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง (Holland et al. 2006; USDA, 2014) ในประเทศไทย มีการรายงานการพบสาบม่วงระบาดครั้งแรกในแปลงทุเรียน จังหวัดจันทบุรี ประมาณปี 2546 (วนิดา และคณะ, 2554) โดยไม่ทราบสาเหตุการนำเข้า แต่ในปัจจุบัน สาบม่วงได้กระจายพันธุ์ไปเกือบทั่วประเทศ พบได้ทั้งในพื้นที่รกร้าง เปิดโล่งทั่วไป เช่น ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ (ผุสดี และคณะ 2552) กลุ่มป่าแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ชัยณรงค์ และคณะ, 2554) และในแปลงพืชปลูก เช่น มันสำปะหลัง สับปะรด และยางพารา ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (วนิดา และคณะ, 2554) นอกจากนี้ยังพบในแปลงไม้ยืนต้น เช่น ทุเรียน เงาะ อ้อย และในจังหวัด ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี รวมทั้งภาคใต้ของประเทศไทย (ศิริพร, 2549) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการรายงาน

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาของเมล็ดสาบม่วง การงอก ระยะพักตัว ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการงอก การแพร่กระจายตัวของสาบม่วง ตลอดจนการควบคุม ดังนั้นการศึกษาพื้นฐานทางชีววิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วงซึ่งเป็นวัชพืชข้ามถิ่น จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการวัชพืชชนิดดังกล่าวอย่างยั่งยืนต่อไป

จุดมุ่งหมายของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการกระจายตัวของสาบม่วงในประเทศไทยและลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของสาบม่วง
2. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง
3. เพื่อทดสอบฤทธิ์ทางอัลลิโลพาทีจากสาบม่วง
4. เพื่อทดสอบการใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมการงอกของเมล็ดสาบม่วง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการสำรวจการกระจายตัวของสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมทุกภูมิภาคของประเทศไทย จำนวน 30 จังหวัด ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของเมล็ดวัชพืชสาบม่วงจากประชากรจังหวัดพิษณุโลก น่าน เพชรบูรณ์และกำแพงเพชร ศึกษาฤทธิ์ทางอัลลิโลพาทีจากสาบม่วงโดยใช้สาบม่วงบดทั้งต้น ดูการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช 2 ชนิด ได้แก่ ก้นจ้ำขาว และ หญ้าตีนนก และศึกษาการใช้สารอะทราซีนและอะลาคลอร์ในการควบคุมการงอกของเมล็ดสาบม่วง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาการกระจายตัว ฤทธิ์ทางอัลลิโลพาที สัณฐานวิทยาเบื้องต้นของเมล็ด ตลอดจนปัจจัยและสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง จะช่วยให้เข้าใจถึงรูปแบบการขยายพันธุ์ และกลยุทธ์ในการจัดการวัชพืชชนิดนี้ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การทดสอบการใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมสาบม่วงในระยะก่อนงอก จะช่วยให้เกษตรกรได้มีทางเลือกในการควบคุมวัชพืชชนิดนี้ในระยะเริ่มต้น ซึ่งจะช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการควบคุมการระบาดของสาบม่วงได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้มีการตรวจสอบเอกสาร เก็บข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา กระจายตัวของวัชพืชรุกราน และแนวทางการป้องกันกำจัด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยและใช้เป็นแนวคิด ทฤษฎี ประการวิเคราะห์ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ชีววิทยาของวัชพืชสาบม่วง
2. การงอกและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
3. อัลลีโลพาที
4. การป้องกันกำจัดในระยะก่อนงอก

1. ชีววิทยาของสาบม่วง

สาบม่วง (*Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M.King & H.Rob.) ชื่อสามัญ Praxelis ชื่อท้องถิ่น หญ้าสาบ สาบแมว (สุรเชษฐ, 2554; ชัยณรงค์ และคณะ, 2554) เป็นพืชฤดูเดียว หรือ พืชอายุสั้นหลายฤดู จัดอยู่ในวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) ที่สามารถเจริญเติบโตได้สูง 1 ถึง 1.3 เมตร (USDA, 2014) ลำต้นเป็นทรงกระบอกมีขนปกคลุม ใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้าม ใบรูปไข่ ปลายแหลม ขอบหยัก 5-9 หยักในแต่ละด้าน ฐานใบรูปลิ่ม เมื่อขยี้ใบมีกลิ่นคล้ายฉี่แมว ช่อดอกสีม่วง-คราม ประกอบด้วยดอกย่อย 30-50 ดอก บนฐานรองดอกรูปนูนขึ้น กลีบประดับสีเขียวซึ่งยาวไม่เท่ากัน ประมาณ 20 กลีบ เมล็ดเป็นสัน สีน้ำตาล เมื่อแก่เป็นสีดำ เมล็ดมีขนที่ปลายจำนวนมาก ช่วยให้เมล็ดสามารถปลิวลมไปได้ไกล (สุรเชษฐ, 2554)

2. การงอกและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

การงอกของเมล็ด คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของพืช โดยมีการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอที่อยู่ภายในเมล็ด กระบวนการงอกสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนของการดูดน้ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เฟส (Bewley and Black 1994; Persson B. 1993) คือ

เฟสที่ 1 เป็นการดูดน้ำ (imbibition) ของเมล็ดผ่านทางผิวเมล็ด น้ำที่ดูดได้ทำให้เมล็ดมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจากเมล็ดแห้ง และเพียงพอที่จะทำให้เกิดการงอกต่อไป ในเฟสนี้จะเห็นการดูดน้ำของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ออกซิเจนยังไม่ใช่สิ่งจำเป็นในเฟสนี้เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ หากมีออกซิเจนเข้าไปอาจทำให้เกิดการออกซิไดซ์ที่รุนแรงภายในเมล็ด อาจจะเป็นอันตรายต่อโครงสร้างของเซลล์

เฟสที่ 2: เป็นเฟสที่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าน้อยมาก หรืออาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย เป็นเฟสที่มีการเริ่มต้นการทำงานทางกระบวนการทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ มีความจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเพื่อให้เกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเมล็ด

เฟสที่ 3: เป็นเฟสที่มีการงอกของราก (radicle) ออกมาจากเมล็ด มีการดูดน้ำเพิ่มอย่างรวดเร็ว ซึ่งในเฟสนี้ถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการงอก มีความจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเป็นอย่างมากเพื่อใช้ในกระบวน การเมตาบอลิซึมสำหรับการงอก และพืชยังคงต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตต่อไปด้วย

การงอก การตั้งตัว และการพัฒนาของพืชโดยทั่วไปอาศัยปัจจัยภายใน ได้แก่ การพักตัวของเมล็ด การงอก การเจริญและพัฒนาการของต้นอ่อน ก่อนที่จะเจริญเติบโต ออกดอก ติดเมล็ด และแพร่กระจายพันธุ์ รวมทั้งปัจจัยภายนอก อันได้แก่ แสง ช่วงแสง อุณหภูมิ ความชื้นในดิน การถ่ายเทอากาศ และ ความเป็นกรดด่างของดิน เป็นต้น (ดวงพร, 2543) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อการงอกของเมล็ด ได้แก่ (สมบุญ , 2548)

2.1 น้ำ น้ำเป็นปัจจัยแรกที่จะกระตุ้นให้เมล็ดเกิดปฏิกิริยาเคมีและกระบวนการเมแทบอลิซึม กลไกการดูดน้ำเข้าไปทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนตัว เนื่องจากการขยายของผนังเซลล์และโพรโทพลาสต์ ส่งผลให้รากแทงผ่านเปลือกได้ นอกจากนี้น้ำยังช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ ภายในเมล็ด เป็นตัวทำละลายของสารที่สะสมในเมล็ด และลำเลียงเคลื่อนย้ายสารตลอดจนธาตุอาหารภายในเมล็ด เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำสำหรับการงอกแตกต่างกัน หากปริมาณน้ำที่มากเกินไปจะทำให้เมล็ดขาดออกซิเจนสำหรับการหายใจและทำให้เมล็ดเน่า

2.2 ออกซิเจน การงอกของเมล็ดต้องการพลังงาน ซึ่งได้จากกระบวนการหายใจ ดังนั้นเมล็ดที่กำลังงอกจึงมีอัตราการหายใจสูง และมีกิจกรรมสลายและเผาผลาญอาหารที่เก็บสะสมไว้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เมล็ดจะงอกในสภาพปกติที่มีออกซิเจนเท่ากับหรือมากกว่า 20% อย่างไรก็ตามมีเมล็ดพืชหลายชนิดที่งอกได้ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำกว่าปกติ เช่น วัชพืชที่พบในนาข้าวบางชนิด ซึ่งอาศัยพลังงานจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

2.3 อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อการงอกของเมล็ด เนื่องจากควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี ความแตกต่างของชนิดและแหล่งกำเนิดของพืช ทำให้พืชมีความหลากหลายในการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกที่แตกต่างกัน เช่น พืชเขตหนาวต้องการอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำในการงอก ในขณะที่พืชเขตร้อนต้องการอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงในการงอก ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชในเขตร้อนส่วนใหญ่อยู่ที่ 25-35 องศาเซลเซียส ในพืชบางชนิดการงอกจะเกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันในช่วงกลางวันและกลางคืน หรือการให้อุณหภูมิสูงสลับกับอุณหภูมิต่ำ เช่น เมล็ดถั่วเหลือง เป็นต้น

2.4 แสง เมล็ดสามารถงอกได้ทั้งในที่มืดหรือที่มีแสงหากปัจจัยอื่น ๆ เหมาะสม อย่างไรก็ดี เมล็ดพืชบางชนิดอาจต้องการแสงในการงอก โดยเฉพาะเมล็ดวัชพืชต่าง ๆ การงอกของเมล็ดที่ต้องการแสงมีระบบไฟโทโครมเป็นตัวชักนำ

3. อัลลีโลพาที (Allelopathy)

อัลลีโลพาธีเป็นผลกระทบของพืชชนิดหนึ่งที่มีต่อการงอก การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจจะมีผลทางกระตุ้น (stimulatory) รวมทั้งทางการยับยั้ง (inhibitory) ต่อการเจริญเติบโตของพืชรวมทั้งจุลินทรีย์ ส่วนสารที่พืชปลดปล่อยออกมามีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเรียกว่า สารอัลลีโลพาธิกหรือสารอัลลีโลเคมิคอล (alletochemicals) (Rice, 1984) สารอัลลีโลเคมิคอลคือ สารทุติยภูมิ (secondary metabolites) ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืช มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น อัลคาลอยด์ (alkaloids) ไกลโคไซด์ (glycosides) แทนนิน (tannins) เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะมีสารเริ่มต้นเป็นกรดอะมิโน (amino acid) อะซิเตต (acetate) เมวาโลเนต (mevalonate) ฯลฯ (รังสิต, 2547) โดยมีเอนไซม์ที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ชนิดของพืชที่เข้ามาเกี่ยวข้องทำให้กระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ต่างกัน ทำให้สารทุติยภูมิในพืชต่างกัน ในการผลิตสารในสิ่งแวดล้อมอาจจะเกิดขึ้นกับความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมทำให้พืชเกิดความเครียด และผลิตสารอัลลีโลคมิคอลมากกว่าปกติ สามารถเกิดขึ้นได้ทุกส่วนของพืช แต่ส่วนเมล็ดและใบจะมีสารอยู่รวมตัวกันมากที่สุด

การปลดปล่อยสารอัลลีโลพาทีจากพืชออกสู่สิ่งแวดล้อมมีหลายทางได้แก่ การระเหย (volatilization) การปลดปล่อยทางราก (exudation from roots) การชะล้าง (leaching) และการสลายตัวของซากพืช (decay of plant material/ decomposition of plant residue) (สุรเชษฐ, 2554) การปลดปล่อยสารอัลลีโลพาทีของพืชแตกต่างกันไปในธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิดที่มีการปลดปล่อยและผลิตสาร ซึ่งสารอัลลีโลพาทีที่พืชสร้างขึ้น สามารถออกฤทธิ์ได้ดีแตกต่างกันเมื่อสกัดสารด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน มีผลทำให้สกัดสารอัลลีโลพาทีในพืชที่เป็นสารทุติยภูมิแตกต่างกันด้วย สารอัลลีโลพาทีบางชนิดไม่มีผลต่อพืชหากอยู่เพียงชนิดเดียว แต่หากมีสารอื่นมารวมด้วยอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชในระบบนิเวศได้สารอัลลีโลเคมิคอลมีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ด น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งทั้งต้นและราก รวมทั้งความสูงของต้นพืช และพัฒนาการต่างๆ ของพืช เช่น ผลต่อเซลล์และโครงสร้างภายในเซลล์พืช การแบ่งเซลล์และการยืดหดตัวของเซลล์โดยไปยับยั้งการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์มีผลต่อการดูดซับธาตุอาหารของพืช เป็นต้น (Fikreyesus et al., 2011)

4. การป้องกันกำจัดวัชพืชสาบม่วงในระยะก่อนงอก

การป้องกันกำจัดวัชพืชสาบม่วงในระยะก่อนงอก สามารถทำได้หลายวิธี หนึ่งในวิธีที่เป็นที่นิยมคือการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยมีสารที่สามารถใช้ได้ ได้แก่

4.1 สารกำจัดวัชพืชอาทราซีน (Atrazine)

สารกำจัดวัชพืชอาทราซีนเป็นที่นิยมเพื่อใช้ควบคุมวัชพืชในไร่ข้าวโพด ถูกนำเข้าและใช้ในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2513 (ดวงพร, 2541) และใช้สารกำจัดวัชพืชอาทราซีนมีกลไกการออกฤทธิ์โดยยับยั้งการสังเคราะห์แสง (PSII inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Triazine เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทที่ใช้ทางดิน ที่มีการพ่นแบบก่อนปลูก (preplanting) และก่อนวัชพืชงอก (preemergence) เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจนำมาใช้แบบหลังวัชพืชงอก (postemergence) ได้ในบางกรณี (herbicide handbook) อาทราซีนควบคุมวัชพืชทั้งประเภทใบกว้างและใบแคบ มีคุณสมบัติเลือกทำลายซึ่งใช้อย่างกว้างขวางในการกำจัดวัชพืชในพืชเศรษฐกิจเช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย กล้วย (พรชัย, 2540) อาทราซีนจะเข้าทำลายวัชพืชทางราก และมีการเคลื่อนย้ายในวัชพืชทางท่อน้ำ (xylem) หรือถ้ามีการฉีดพ่นทางใบ อาจจำเป็นต้องใช้สารจับใบ (surfactants) (Shaner, 2014) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ในการควบคุมวัชพืชใบกว้าง ส่วนใหญ่จะใช้อาทราซีนฉีดพ่นแบบก่อนปลูกในอ้อย โดยมีอัตราการใช้ประมาณ 300-400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554)

4.2 สารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ (Alachlor)

อะลาคลอร์เป็นสารที่ใช้ทางดิน ประเภทเลือกทำลายที่ยับยั้งจุดเจริญบริเวณยอดอยู่ในกลุ่มของ Chloroacetamide ใช้เป็นสารป้องกันการงอกของวัชพืชใบแคบที่มีอายุเพียงฤดูเดียว เช่น หญ้าข้าวนก หญ้าตีนนก เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ ควบคุมพืชใบกว้าง เช่น ผักเบี้ย ผักโขม เป็นต้น (ทศพล, 2554) ส่วนใหญ่จะใช้อะลาคลอร์ฉีดพ่นแบบก่อนปลูก โดยในมันสำปะหลังมีอัตราการใช้ประมาณ 300-320 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การกระจายพันธุ์ของวัชพืชสาบม่วงในประเทศไทย

สำรวจการปรากฏ (presence or absence) ของวัชพืชสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่รกร้างตามเส้นทางที่สามารถเข้าถึงได้ด้วยรถยนต์ หรืออยู่ในระยะที่สามารถเดินสำรวจได้ ในบางจังหวัดของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคใต้ รวม 27 จังหวัด ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2561 เมื่อพบสาบม่วงได้ทำการจดบันทึกข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) ชนิดพืชปลูก เก็บตัวอย่างพืชเพื่อจัดทำตัวอย่างแห้ง และนำข้อมูลมาสร้างแผนที่การกระจายพันธุ์ของวัชพืชสาบม่วง

ศึกษาสัณฐานวิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง

ทำการเก็บเมล็ดวัชพืชสาบม่วง 4 ประชากร จากพื้นที่แพร่ระบาดในจังหวัดเชียงใหม่ (อำเภอสันทราย; 18.916624° N 99.017832° E) เพชรบูรณ์ (อำเภอวิเชียรบุรี; 15.674403° N 101.19486° E) กำแพงเพชร (อำเภอพรานกระต่าย; 16.735016° N, 99.429345° E) และน่าน (อำเภอนาน้อย; 18.325981° N, 100.573042° E) โดยมีการบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและประวัติการใช้พื้นที่ โดยเมล็ดสาบม่วงจะถูกเก็บหลังจากสุกแก่ ก่อนที่เมล็ดจะร่วง หลังจากนั้นเมล็ดจะถูกนำมาทำความสะอาด และผึ่งในที่ร่มจนความชื้นลดลง จากนั้นบรรจุเมล็ดที่แห้งแล้วในถุงกระดาษ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนที่จะนำมาใช้ในการทดลอง

ศึกษาสัณฐานของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง 4 ประชากร ได้แก่ ประชากรจังหวัดเชียงใหม่ เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร และน่าน โดยชั่งเมล็ดสาบม่วงพร้อม pappus จำนวน 1000 เมล็ด (M) วัดขนาดเมล็ด ความยาว (L, บริเวณที่ยาวที่สุด) ความกว้าง (W, บริเวณกึ่งกลาง) และความสูง (H, บริเวณที่สั้นที่สุด) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (ยี่ห้อ Olympus รุ่น SZX7) จำนวน 5 ซ้ำ ศึกษาจำนวนเมล็ดสาบม่วงต่อช่อดอก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างช่อดอกสาบม่วงที่ในระยะสุกแก่ ต้นละ 5 ช่อดอก จำนวน 6 ต้น นับจำนวนเมล็ดต่อช่อดอก

ผลของอุณหภูมิและความลึกจากผิวดินต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง

ในการศึกษาใช้ประชากรสาบม่วงจากจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีร้อยละการงอกสูงที่สุดที่ 70-90% ในช่วง 2 สัปดาห์หลังเก็บเมล็ด ประเมินการงอกโดยการนับเมล็ดที่งอกพิจารณาจากลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) และ/หรือ รากแรกเกิด (radical) ที่ปรากฏออกมาอย่างน้อย 2 มม.

อุณหภูมิ: ทำการเพาะเมล็ดสาบม่วงประชากรจังหวัดเชียงใหม่ บนจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. เติมน้ำกลั่นหรือสารละลายอื่น ๆ 5 มล. วางเมล็ดสาบม่วงจำนวน 25 เมล็ดต่อจานทดลอง ปิดฝาจานเพาะ และปิดขอบฝาด้วยพาราฟิล์ม (parafilm) ก่อนนำจานเพาะไปวางในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 °C ที่ตั้งค่าแสงสว่าง 12 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ วัดผลและบันทึกจำนวนเมล็ดสาบม่วงที่งอกในวันที่ 7 หลังจากทำการทดสอบ

ความลึกของผิวดิน: นำเมล็ดสาบม่วงจำนวน 50 เมล็ด ใส่ถุงเพาะที่มีรูขนาด 0.2 มม. เพื่อไม่ให้เมล็ดลอดและน้ำผ่านได้ดี วางบนตะแกรงที่มีความลึกที่แตกต่างกันจากผิวดินที่ 0, 1, 4, 7 และ 10 ซม. ทำการฝังตะแกรงที่มีเมล็ดสาบม่วงในดินโดยใช้ชุดดินหางดง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ รดน้ำทุกวัน เป็นเวลา 30 วัน หลังจากนั้นนำเมล็ดจากชั้นความลึกต่าง ๆ มาสังเกตการงอกและบันทึกผล และทำการทดลองซ้ำ

ทดสอบผลอัลลีโลพาธีของสาบม่วงทั้งต้นต่อการงอกของวัชพืชอื่น

นำต้นสาบม่วงที่ความสมบูรณ์ไม่มีโรคและแมลงรบกวน มาทำความสะอาด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดต้นให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องบด นำตัวอย่างมาสกัดด้วยน้ำ ในอัตรา 1:10 (ก./มล.) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิ 5 °C แช่เย็นระยะ จนครบ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างมากรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ครั้ง เพื่อให้ได้สารละลายใส ไม่มีตะกอน นำสารละลายจากสาบม่วงมาเจือจางด้วยน้ำให้ได้อัตราส่วน 1:40 นำสารสกัดที่ความเข้มข้น 1:10 และ 1:40 ใส่ในจานเพาะ (petri dish) ที่มีกระดาษเพาะเมล็ด โดยใช้สารสกัดปริมาตร 5 มล. และใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม นำเมล็ดพืชทดสอบ ได้แก่ ก้นจ้ำขาว (*Bidens pilosa* L.) และหญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler) มาวางบนกระดาษเพาะ จานละ 16 เมล็ด และนำจานเพาะไปวางไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 25 °C ตั้งค่าแสงสว่าง 12 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ บันทึกผลการงอกหลังเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน

ศึกษาความเป็นพิษของสาบม่วงหลังได้รับสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์และอะทราซีนในห้องปฏิบัติการ

เตรียมสารกำจัดวัชพืชอาทราซีนและอะลาคลอร์ที่ความเข้มข้นครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ (0.5x) และอัตราแนะนำ (1x) ในการฉีดพ่นแบบก่อนงอก (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) โดยใช้ความเข้มข้นของอะทราซีนและอะลาคลอร์เท่ากันที่ 150 และ 300 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ละลายสารกำจัดวัชพืชใน 0.6% agar ในปริมาณ 20 มล. ก่อนเทลงจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. โดยใช้จานที่เติมน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม วางเมล็ดของสาบม่วงจำนวน 25 เมล็ดต่อจานทดลอง และนำจานทดลองทั้งหมด และวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตที่มีช่วงแสง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25 °C วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ บันทึกผลการงอกและคำนวณร้อยละการยับยั้ง (% inhibition) เทียบกับชุดควบคุม ในวันที่ 21 หลังการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลการงอก ความยาวต้น ความยาวราก และร้อยละการยับยั้ง ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's honestly significant difference test (Tukey's HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม R version 3.5.1 (R Core Team, 2018)

บทที่ 4

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การกระจายตัวพันธุ์ของวัชพืชสาบม่วงในประเทศไทย

จากการสำรวจการพบสาบม่วงในช่วงปี พ.ศ. 2559 ถึง 2561 พบการกระจายตัวของสาบม่วงทั่วประเทศไทยทั้งในพื้นที่เขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ รวม 30 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง น่าน อุตรดิตถ์ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา บึงกาฬ หนองคาย มหาสารคาม มุกดาหาร เลย ศรีษะเกษ หนองบัวลำภู อำนาจเจริญ กำแพงเพชร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย สุพรรณบุรี อุทัยธานี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี และนครศรีธรรมราช (ภาพที่ 1) โดยพบสาบม่วงเพิ่มมากขึ้นในบางจังหวัด โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย และลักษณะพื้นที่ที่พบสาบม่วงมีความหลากหลาย สามารถพบได้ทั้งในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ทุ่งโล่ง และอยู่ใต้ร่มเงาของไม้ใหญ่ เช่น ยางพารา หรือไม้ผลชนิดอื่น (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับรายงานลักษณะพื้นที่ที่พบสาบม่วงในประเทศออสเตรเลียของ Waterhouse (2003) นอกจากนี้การสำรวจก่อนหน้าของ ยุรวรรณ และคณะ (2556) ที่ได้รายงานการกระจายตัวของสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออก ผุสดี และคณะ (2552) รายงานการพบในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ชัยณรงค์ และคณะ (2554) พบสาบม่วงในกลุ่มป่าแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ รวมทั้งศิริพร (2549) ที่พบในแปลงไม้ยืนต้น เช่น ทุเรียน เงาะ อ้อย ในจังหวัด ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี และภาคใต้ของประเทศไทย

สาบม่วงมีลักษณะเด่นที่ช่อดอกสีม่วงสด (ภาพที่ 2C) ขนที่ติดเมล็ดส่วนปลาย (pappus) จะยาวกว่าตัวเมล็ด (ภาพที่ 2D) ส่วนต่าง ๆ ของต้นเมื่อถูกขยี้จะมีกลิ่นสาบคล้ายฉี่แมวจึงเป็นที่มาของชื่อ สาบม่วง อย่างไรก็ตามสาบม่วงมีความคล้ายคลึงกับพืชชนิดอื่นในวงศ์เดียวกัน เช่น สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) และสาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ซึ่งอาจทำให้การรายงานการพบและการแพร่ระบาดคาดเคลื่อนจากความเป็นจริง (Corlett and Shaw, 1995; Holland, 2006; Veldkamp, 1999; USDA, 2014) โดยสาบม่วงมีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากสาบแร้งสาบกา เช่น ใบของสาบม่วงบริเวณขอบจะมีรอยหยักลึก (coarsely tooth) และลู่แคบสอบตรงโคนใบ (taper) คล้ายโคนใบของสาบเสือ (ภาพที่ 2A-B) ในขณะที่ใบของสาบแร้งสาบการอยหยักจะตื้นกว่า และมีบริเวณโคนใบมน (obtuse) ฐานรองดอก (receptacle) ของสาบม่วงซึ่งสังเกตได้ชัดเมื่อติดเมล็ด จะมีลักษณะเป็นรูปกรวย (cone shape) แต่สาบแร้งสาบกาจะแบนและนูนเพียงเล็กน้อย (flat to convex) (Veldkamp, 1999)

ตารางที่ 1 การกระจายตัวของสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่โล่งในประเทศไทย จำแนกตามพื้นที่สำรวจรายภาค และรายจังหวัด

Region	Province	Habitat of *Praxelis clematidea*
North	Chiang Rai	Shady area of a rubber plantation
	Chiang Mai	Shady area of a banana plantation; roadsides
	Lampang	Roadsides
	Lamphun	Longan plantation, roadsides
	Nan	Maize cultivation
	Uttaradit	Grape cultivation
Central	Kamphaeng Phet	Cassava plantation
	Phetchabun	Rice cultivation; roadsides
	Phitsanulok	Shady area of a rubber plantation; roadsides
	Sukhothai	Shady areas of banana and mango plantations
	Suphan Buri	Rice cultivation
	Uthai Thani	Maize and cassava cultivations
East	Chachoengsao	Rubber plantation
	Sa Kaeo	Rubber plantation
North East	Amnat Charoen	Rice cultivation
	Bueng Kan	Rubber plantation
	Kalasin	Cassava plantation
	Khon Kaen	Cassava and rubber plantations
	Loei	Cassava and rubber plantations
	Maha Sarakham	Cassava plantation
	Mukdahan	Rice cultivation
	Nakhon Ratchasima	Cassava plantation
	Nong Bua Lam Phu	Rice cultivation
	Nong Khai	Roadsides
	Si Sa Ket	Rubber and taro plantations
West	Kanchanaburi	Maize cultivation
	Phetchaburi	Pineapple cultivation

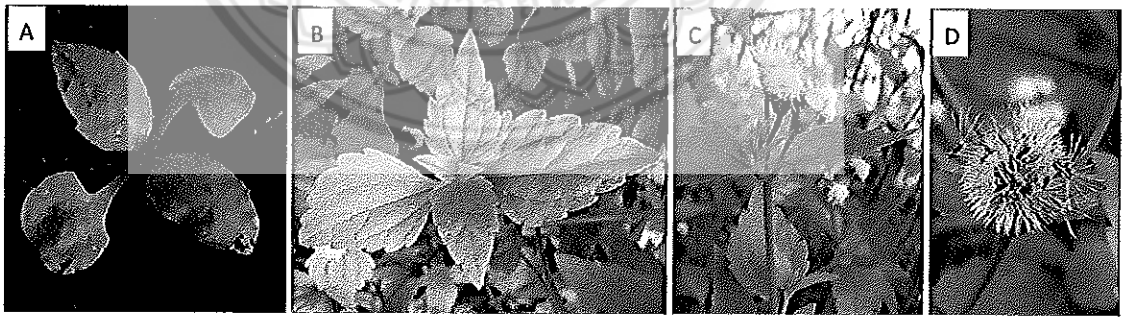
	Prachuap Khiri Khan	Pineapple cultivation
	Ratchaburi	Rice cultivation
South	Nakhon Si Thammarat	Rubber plantation

Praxelis clematidea

ภาพที่ 1 การกระจายตัวของสาบม่วงในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่โล่งในประเทศไทย สำรวจจาก 30 จังหวัด ในปี พ.ศ.2559-2561

2. สัณฐานวิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง

เมล็ดของสาบม่วงเป็นสันสีน้ำตาล เมื่อแก่จะมีสีดำ (**ภาพที่ 2D**) ขนาดความหนาที่ 0.4 มม. ไม่แตกต่างกันในแต่ละประชากร มีน้ำหนักต่อเมล็ด ความยาว และความกว้าง แตกต่างกันเล็กน้อย โดยอยู่ในช่วง 0.13-0.21 มก., 2.6-3.2 มม. และ 0.6-0.7 มม. ตามลำดับ (**ตารางที่ 2**) บริเวณปลายของเมล็ดจะมีกระจุกขน (pappus) ค่อนข้างหนา และมีความยาวมากกว่าความยาวของเมล็ด ดอกเป็นช่อดอกแบบกระจุกแน่น สีม่วง มีหนึ่งเมล็ดต่อดอกย่อย ประกอบด้วยดอกย่อย 44-48 ดอกย่อยต่อช่อดอก (seeds per head) พบจำนวนเมล็ดต่อช่อดอกมากกว่าในประชากรที่มีน้ำหนักเมล็ดน้อย ขนาดเมล็ดและจำนวนเมล็ดต่อดอกมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประชากร Corlett and Shaw (1995) รายงานจำนวน 50-65 เมล็ดต่อดอกในประชากรสาบม่วงที่พบในฮ่องกง ลักษณะที่ส่งเสริมให้มีการกระจายพันธุ์ของวัชพืช ได้แก่ การผลิตเมล็ดเป็นจำนวนมาก ขนาดของเมล็ดที่เล็ก และมีขน สามารถติดไปกับขนสัตว์ เสื้อผ้า และเครื่องจักรกลทางการเกษตรได้ง่าย สาบม่วงมีกระจายพันธุ์ได้รวดเร็วสามารถสร้างเมล็ดครั้งแรกเมื่อมีอายุประมาณ 30-35 วัน และใช้เวลา 45-50 วัน ตั้งแต่เมล็ดงอกจนถึงติดเมล็ด (ยุรวรรณ และคณะ, 2556) สาบม่วงมีการออกดอกตลอดทั้งปี และเมล็ดสามารถงอกได้ทันทีหลังสุกแก่ ด้วยลักษณะดังกล่าวทำให้สาบม่วงเป็นกลายเป็นพืชรุกรานในหลายประเทศ (Corlett and Shaw, 1995; CRC Weed Management, 2003; Waterhouse, 2003; Veldkamp, 1999) อย่างไรก็ตาม การรายงานการแพร่ระบาดของสาบม่วงยังพบไม่มากโดยเฉพาะในพืชปลูกเศรษฐกิจ สาบม่วงจึงยังไม่ได้ถูกจัดให้อยู่ในทะเบียนชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นในไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556)



ภาพที่ 2 สัณฐานวิทยาของสาบม่วง; ต้นอ่อน (A), ใบ (B), ช่อดอก (C), และเมล็ด (D).

ตารางที่ 2 สัณฐานวิทยาของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง 4 ประชากร (Pop) ได้แก่ ประชากรจังหวัดเชียงใหม่ (CM) ประชากรจังหวัดเพชรบูรณ์ (PB) ประชากรจังหวัดกำแพงเพชร (KP) และประชากรจังหวัดน่าน (NN)

Pop	Weight[a]	Length	Width	Thickness	Seeds per head
	mg	mm	mm	mm	
CM	0.13 (0.001) c	2.79 (0.01) bc	0.65 (0.02) b	0.4 (0.01) ns	48 (1.2) ns
PB	0.14 (0.001) c	2.83 (0.02) b	0.73 (0.01) a	0.4 (0.03)	46 (1.1)
KP	0.17 (0.005) b	2.55 (0.11) c	0.65 (0.02) b	0.4 (0.03)	44 (1.2)
NN	0.21 (0.003) a	3.20 (0.20) a	0.64 (0.03) b	0.4 (0.02)	-[b]

[a] Means in the same column with the same letters are not significantly different by Tukey's HSD at 95%. Data are shown as mean (SE).

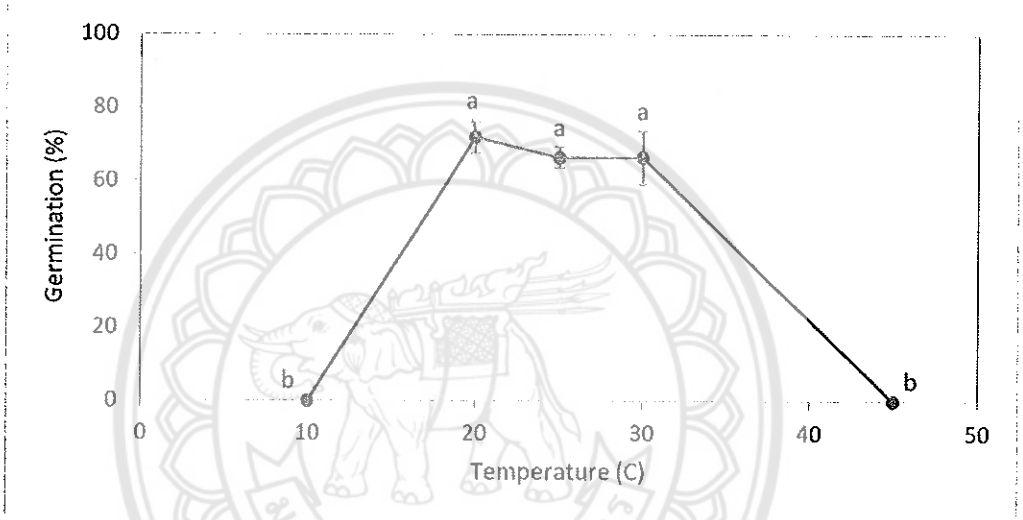
[b] Data for number of seeds per head are not available for the Nan population.

3. ผลของอุณหภูมิและความลึกจากผิวดินต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง

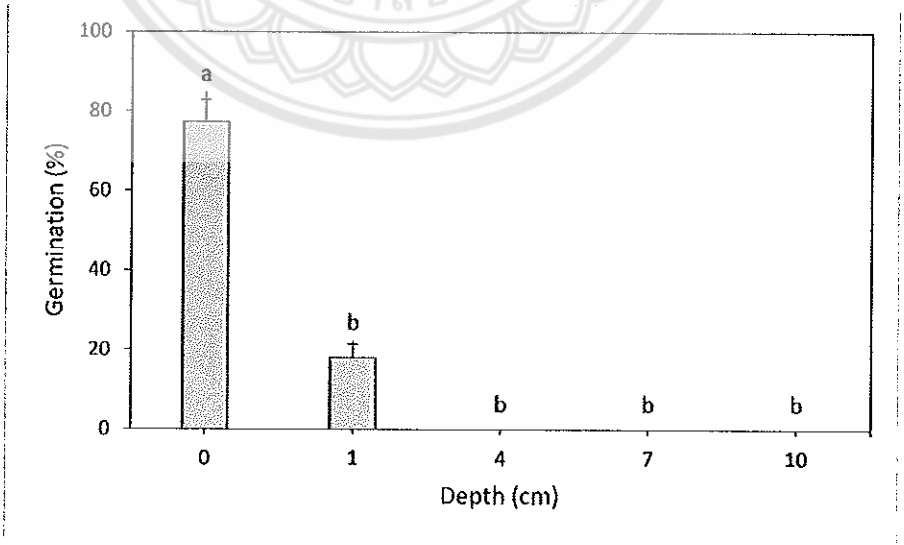
สาบม่วงสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย โดยสามารถงอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20-30 °C และไม่พบการงอกที่อุณหภูมิ 10 และ 45 °C (ภาพที่ 3) ช่วงอุณหภูมิที่เมล็ดสาบม่วงสามารถงอกได้ ครอบคลุมช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทยในปี 2560 ที่อยู่ในช่วง 24.5 – 30.2 °C ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้สามารถพบสาบม่วงได้ตลอดทั้งปี Veldkamp (1999) ได้รายงานเพิ่มเติมว่าเมล็ดสาบม่วงมีความทนต่ออุณหภูมิที่ต่ำ (frost resistant) และการขาดน้ำ (drought resistant) โดยสามารถงอกได้ภายใน 2 วันหลังผ่านอุณหภูมิต่ำที่ -30 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

การศึกษาอิทธิพลของความลึกจากผิวดินต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง พบการงอกโผล่ขึ้นเหนือดิน (emergence) เพียงกรรมวิธีที่วางเมล็ดสาบม่วงไว้บริเวณผิวดิน (0 ซม.) ที่ความลึกที่เพิ่มขึ้นไม่พบการโผล่ขึ้นเหนือดินของต้นอ่อนสาบม่วง แต่สามารถพบการงอก (germination) ของลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยงและรากแรกเกิด ได้ที่ความลึก 1 และ 4 ซม. จากผิวดิน ในวันที่ 30 (**ภาพที่ 4**) การงอกของเมล็ดสาบม่วงลดลงเมื่อความลึกจากผิวดินเพิ่มขึ้น และไม่พบการงอกของเมล็ดสาบม่วงในความลึกจากผิวดินที่ 7 ซม. เป็นต้นไป การงอกของเมล็ดที่ลดลงเมื่อความลึกจากผิวดินมากขึ้นอาจเป็นผลจากการส่องผ่านของแสงและปัจจัยภายในของพืช (Lu et al. 2006) และชนิดของดิน (ยุรวรรณ และคณะ, 2556) เป็นต้น เมล็ดที่งอกที่ความลึก 1 และ 4 ซม. จากผิวดิน อาจมีจำนวนหนึ่งที่อยู่รอด และมีบางส่วนที่ตายไป การรายงานอิทธิพลของความลึกของดินต่อการงอกโผล่พ้นดินของวัชพืชชนิดอื่นที่ใกล้เคียงกับสาบม่วงในวงศ์ Asteraceae พบว่า

สาบหมา (*Ageratina adenophora*) ไม่สามารถงอกโผล่พ้นดินในช่วงความลึกที่มากกว่า 1.5 ซม. (Lu et al. 2006) ผักคออ่อน (*Crassocephalum crepidioides*) ประชากรจากเมือง Chuxiong ประเทศจีนไม่พบการงอกที่ความลึกมากกว่า 1 ซม. (Nakamura and Hossain, 2009) ในขณะที่ผักคออ่อนประชากรจากจังหวัดแม่ฮ่องสอนไม่พบการงอกที่ความลึกมากกว่า 4 ซม. ซึ่งอิทธิพลของความลึกจากผิวดินต่อการงอกของสาบม่วงขึ้นอยู่กับประชากรที่ใช้ศึกษา และลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน



ภาพที่ 3 ผลของอุณหภูมิต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง



ภาพที่ 4 ผลของความลึกจากผิวดินต่อการงอกของวัชพืชสาบม่วง

4. ผลอัลลีโลพาธีของสาบม่วงทั้งต้นต่อการงอกของวัชพืชอื่น

สาบม่วงมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางในหลายพื้นที่ที่ไม่ใช่ถิ่นกำเนิด สามารถพบได้ในหลากหลายสภาพแวดล้อมและส่วนใหญ่ไม่พบการกระจายตัวของวัชพืชชนิดอื่นปะปนกับสาบม่วง จึงมีการตั้งข้อสังเกตถึงความสามารถในการรุกรานพื้นที่ใหม่ของวัชพืชผ่านปรากฏการณ์อัลลีโลพาธี (allelopathy) สาบม่วงทั้งต้นมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี สามารถยับยั้งการงอก (germination) และการเจริญเติบโตของวัชพืชทดสอบได้ โดยพบฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธีที่สูงขึ้นในสารสกัดสาบม่วงด้วยน้ำที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (**ตารางที่ 3**) สารสกัดสาบม่วงที่ความเข้มข้น 1:10 (กรัมต่อปริมาตรน้ำ) สามารถควบคุมการงอกและการเจริญเติบโตของก้นจ้ำขาวและหญ้าตีนนกได้อย่างสมบูรณ์ และความเข้มข้นที่ลดลง 75 % (1:40) สามารถยับยั้งการงอกของหญ้าตีนนกและก้นจ้ำขาว 62 และ 35 % เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตทางต้นและรากของวัชพืชทดสอบเมล็ดที่งอกไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม ยกเว้นความยาวรากของหญ้าตีนนกลดลง 40 มีการรายงานองค์ประกอบของสารอัลลีโลพาทีในสาบม่วง โดย Wang et al. (2006) พบว่าในสาบม่วงมีน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) จากสารกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) และ ผักกาดขาว (*Brassica rapa*) รวมถึงการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium ozysporum* การศึกษาสารอัลลีโลพาทีจากสาบม่วงในประเทศไทยโดยสุรเชษฐ (2554) พบว่าการสกัดใบสาบม่วงที่แห้งด้วยน้ำ มีฤทธิ์ยับยั้งและการงอกและการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดยยับยั้งการงอกของผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris*) มากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าขจรจบดอกเล็ก (*Pennisetum polystachyon*), ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides*), ข้าวไร่ (*Oryza sativa*) และถั่วเขียว (*Vigna radiata*) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามกลไกการออกฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธีในสาบม่วงยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด สารอัลลีโลพาธีจะทำลายพืชโดยการที่โมเลกุลของสารไปรบกวนกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในของพืช (Cheng and Cheng, 2015) สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการงอก (inhibition of seed germination) จะเข้าไปรบกวนขบวนการเมแทบอลิซึมในพืช และสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (reduction of plant growth) จะเข้าไปรบกวนการเจริญเติบโต เช่น การยับยั้งการแบ่งเซลล์ การลดปริมาณของไมโทคอนเดรียและไรโบโซม เป็นต้น (Gniazdowska and Bogatek, 2005)

ตารางที่ 3 ผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดวัชพืชสาบม่วงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดวัชพืชหญ้าตีนนก (DIGAD) และก้นจ้ำขาว (BIDPI)

Concentration	% Germination[1/]		Root Length (cm)		Shoot Length (cm)	
	DIGAD	BIDPI	DIGAD	BIDPI	DIGAD	BIDPI
0	93.3 ± 4.41[a]	83.3 ± 4.41[a]	1.0 ± 0.21[a]	1.2 ± 0.25[a]	0.3 ± 0.03[ab]	2.2 ± 0.17[a]
1:40	35.8 ± 3.00[b]	54.2 ± 4.73[b]	0.6 ± 0.07[b]	1.5 ± 0.10[a]	0.7 ± 0.15[a]	2.1 ± 0.27[a]
1:10	0 [c]	0	0 [c]	0 [b]	0 [b]	0 [b]

[1/] Means in the same column with the same letters are not significantly different by Tukey's HSD at 95%.

Data are shown as mean ± SE (standard error).

5. **ความเป็นพิษของสาบม่วงหลังได้รับสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์และอะทราซีนในห้องปฏิบัติการ**

การป้องกันกำจัดสาบม่วงสามารถทำได้ตั้งแต่ระยะก่อนงอก สารอะลาคลอร์และอะทราซีนซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้เพื่อกำจัดวัชพืชก่อนงอกในการผลิตพืชไร่หลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดสาบม่วงได้ดี โดยที่อัตราแนะนำ อะลาคลอร์และอะทราซีนที่ความเข้มข้น 300 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (g ai/rai) ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของสาบม่วงได้อย่างสมบูรณ์ (ตารางที่ 4) เมื่อใช้ความเข้มข้นที่น้อยกว่าอัตราแนะนำ 150 g ai/rai พบการยับยั้งโดยอะทราซีนและอะลาคลอร์ 100 และ 69 % เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ

สาบม่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงจะถูกกำจัดได้ยากโดยสารกำจัดวัชพืชมากกว่าสาบแร้งสาบกา เนื่องจากโครงสร้างรากที่แข็งแรง และมีช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตและออกดอกที่ยาวนาน (Veldkamp, 1999) ในพื้นที่ที่พบการระบาดของสาบม่วง ควรทำการป้องกันกำจัดตั้งแต่ระยะที่เป็นต้นอ่อนซึ่งทำได้ง่ายด้วยวิธีการไถกลบหรือฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชเพื่อหลีกเลี่ยงการเปิดโอกาสให้สาบม่วงสร้างเมล็ดเพิ่มเติมลงไปในดิน ควรมีการจัดการลดปริมาณเมล็ดสาบม่วงที่สะสมอยู่ในดินโดยการเลือกปลูกพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือไม้ต้น เช่น ข้าวโพด ยางพารา ไม้ผล ทำการไถกลบกำจัดต้นสาบม่วง หรือการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืชประเภทใบกว้าง นอกจากนี้ในพื้นที่ที่มีการระบาดของสาบม่วงรุนแรง เมื่อทำการไถกลบซาก ควรทิ้งพื้นที่ไว้ชั่วคราว ก่อนการปลูกพืชด้วยเมล็ด เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดจากฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี ควรทำความสะอาดเครื่องจักรกลทางการเกษตร และอุปกรณ์ทางการเกษตรกรเมื่อเข้าไปในพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาดของสาบม่วง เพื่อลดปริมาณการชักนำเมล็ดเข้าไปในพื้นที่ใหม่ ซึ่งวิธีเหล่านี้จะทำให้การควบคุมสาบม่วงเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 4 ผลของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนและอะลาคลอร์แบบใช้ก่อนงอก (preemergence herbicides) ในการควบคุมวัชพืชสาบม่วง

Herbicide	Rate (g ai/rai)	Inhibition (% of control) [1/]
Alachlor	150	100 ± 0[a]
Alachlor	300	100 ± 0[a]
Atrazine	150	69 ± 2.2[b]
Atrazine	300	100 ± 0[a]

[1/] Means in the same column with the same letters are not significantly different by Tukey's HSD at 95%. Data are shown as mean ± SE (standard error).

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

พบการกระจายตัวของสาบม่วงอย่างกว้างขวางทั่วประเทศไทย และลักษณะพื้นที่ที่พบมีความหลากหลาย ทั้งในเขตพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่และใต้ร่มเงาไม้ใหญ่ สาบม่วงมีลักษณะทางชีววิทยาที่ส่งเสริมให้เกิดการกระจายพันธุ์ได้สูง เช่น ขนาดเมล็ดเล็ก มีขน ผลิตเมล็ดได้จำนวนมาก และพืชมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี เมล็ดสาบม่วงสามารถงอกได้ทันทีหลังเมล็ดสุกแก่ ในขอบเขตสภาพแวดล้อมที่กว้าง ที่อุณหภูมิ 20-30 °C และที่ความลึกจากผิวดินจนถึง 4 ซม. สาบม่วงสามารถออกดอกได้ตั้งแต่ฤดูแรกที่เจริญเติบโตเนื่องจากความสามารถในการกระจายพันธุ์ที่สูง การป้องกันกำจัดสาบม่วงอย่างมีประสิทธิภาพควรเริ่มตั้งแต่ระยะก่อนจนถึงก่อนออกดอก เช่น การใช้สารกำจัดวัชพืชก่อนงอก และหลังงอก รวมทั้งการผสมผสานวิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชด้วยวิธีอื่นนอกจากการใช้สารเคมี นอกจากนี้ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกชนิดและการเฝ้าระวังการแพร่ระบาดเพื่อป้องกันการรุกรานของวัชพืชต่างถิ่นชนิดนี้ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เอกสารวิชาการลำดับที่ 13/2554. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร, 2547. คำแนะนำการป้องกันกำจัดวัชพืช และการใช้สารกำจัดวัชพืช ปี 2547. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชัยณรงค์ วิทยาวงศรุจิ, มานพ ผู้พัฒน์, พยัคฆ์ มณีอเนกคุณ, นิรันดร์รัตน์ ป้อมอิ่ม, นิรัตน์ จินตนา, ปราโมท จงกลวานิชสุข, ธวัชชัย วงศ์ประเสริฐ และ วรดลย์ แจ่มจำรูญ. 2554. ชนิดและการกระจายพันธุ์ของพืชต่างถิ่นรุกรานในกลุ่มป่าแก่งกระจาน. รายงานวิจัย ชุดโครงการวิจัยการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่กลุ่มป่าแก่งกระจาน. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ดวงพร สุวรรณกุล. 2541. วัชพืชต้านอาทราซีนในประเทศไทย. รายงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ PDF-42-8. 3 หน้า.

ผุสดี พรหมประสิทธิ์, อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์, และ วิโรจน์ หนักแน่น. 2552. การสำรวจพืชวงศ์กกและวงศ์ทานตะวันในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. โรงพิมพ์ลินคอร์น, กรุงเทพฯ. 585 หน้า.

พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง. 2555. พืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทยกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย. 4: 25-46.

ยุรวรรณ อนันตนมณี, จรรยา มณีโชติ, สิริชัย สาธุวิจารณ์ และ สุพัตรา ชาวกงจักร์. 2556. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของสาบม่วง. รายงานผลงานวิจัยสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. หน้า 2121-2129.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: กลไกการเข้าทำลาย. กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วนิดา ธารถวิล, ยุรวรรณ อนันตนมณี, จรรยา มณีโชติ, สิริชัย สาธุวิจารณ์ และ สุพัตรา ชาวกงจักร์. 2554. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 กรมวิชาการเกษตร.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์. 252 หน้า.

สุรเชษฐ พัฒใส. 2554. ผลทางอัลลิโลพาทีจากหญ้าสาบต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืชปลูกบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2556. คู่มือทะเบียนชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นที่ควรป้องกัน ควบคุม และกำจัดของประเทศไทย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ศิริพร ซึงสนธิพร. 2549. วัชพืชกับชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นที่รุกราน, น. 39-52. ใน: การประชุมวิชาการเรื่องชนิดพันธุ์ต่างถิ่น. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 31สิงหาคม พ.ศ 2549. โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ.

Bewley J.D. and Black M., 1994. Physiology of development and germination, Seeds, 2nd ed., New York and London: Plenum Press.

Buhler, D. D., R. G. Hartzler, and F. Forcella. 1997. Weed seed bank dynamics. J. Crop Prod. 1: 145-168.

Cheng, F. and Z. Cheng. 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. Front. Plant Sci. 6: 1-16.

Corlett, R.T., and J.C. Shaw. 1995. *Praxelis clematidea*: Yesterday South America, today Hong Kong, tomorrow the world?. Memoirs of the Hong Kong Natural History Society. 20:235–236.

CRC Weed Management. 2003. Weed management guide: Praxelis-*Praxelis clematidea*. https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/. Accessed December 7, 2016.

Fikreyesus, S., Kebebew, Z., Nebiyu, A., Zeleke, N., & Bogale, S. 2011. Allelopathic Effects of Eucalyptus camaldulensisDehnh.on Germination and Growth of Tomato. American Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 11(5), 600-608

Gniazdowska, A. and R. Bogatek. 2005. Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. Acta Physiol. Plant. 27: 395-407.

Holland, A. 2006. Praxelis (*Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob). Weed Spotters Newsletter Autumn. 3: 5-6.

Lu, P., W. Sang, and K. Ma. 2017. Effects of environmental factors on germination and emergence of crofton weed *(Eupatorium adenophorum*). Weed Sci. 54:452-457.

Nakamura, I. and M. A. Hossain. 2009. Factors affecting the seed germination and seedling emergence of redflower ragleaf (*Crassocephalum crepidioides*). Weed Biol. Manage. 9:315-322.

Persson B. 1993. Enhancement of seed germination in ornamental plants by growth regulators infused via acetone, Seed Science and Technology. 21: 281-290.

R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for

Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/. Accessed March 7, 2017.

Randall, J. 1996. Weed control for the preservation of biological diversity. Weed Technol. 10: 370-383.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy 2nd edition. Oelendo : Academic Press, Inc.

Shaner, D.L. 2014. Herbicide Handbook. Tenth Edition. Weed Science Society of America, KS, USA.

USDA, 2014. Weed risk assessment for *Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob (Asteraceae)-Praxelis. 22 pp. https://www.aphis.usda.gov. Accessed May 22, 2016.

Veldkamp, J.F. 1999. *Eupatorium catarium*, a new name for *Eupatorium clematideum* Griseb. non Sch.Bip (Compositae), a South American species naturalized and spreading in SE Asia and Queensland, Australia. Gardens' Bull. Singapore. 51: 119 - 124.

Wang, Z.H., P. Christie, Q.B. Chen, X.X. Liu, L.L. Xie, C.J. Bai, and X.L. Li. 2006. Allelopathic potential and chemical constituents of volatile oil from *Praxelis clematidea*. Allelopathy J. 18: 225-235.

Waterhouse, B., R. McFadyen, A. Holland, and J. Thorp. 2003. Weed management guide: Praxelis-*Praxelis clematidea*. CRC Weed Management. http://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/alert/p-clematidea.html. Accessed June 15, 2018.

ภาคผนวก

ว SB
ด13
.C6
ส๒๔๓
๒๕๖๘

25
ห้องสมุดกลาง
05 ส.ค. 2564
1034773

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

ได้นำผลงานเบื้องต้นจากงานวิจัยด้านผลการทดสอบฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีจากสาบม่วง ไปใช้ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีจากสาบม่วงในการป้องกันกำจัดวัชพืชระยะก่อนงอกในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์พืช ผ่านหัวข้อวิจัยในโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ผู้ช่วยวิจัยระดับปริญญาโทในหัวข้อ การใช้สารอัลลีโลพาทีจากสาบม่วงเพื่อควบคุมวัชพืชในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช สนับสนุนโดย กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จำนวนเงิน 502,000 บาท ในปี 2560-2562 และได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากงานวิจัยนี้ ในการศึกษาต่อยอดทำให้สามารถตีพิมพ์บทความทางวิชาการและรายงานการประชุมวิชาการที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 บทความ

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา

มีการปรับเปลี่ยนวัตถุประสงค์ในการศึกษาโดยเพิ่มเนื้อหาในวัตถุประสงค์ที่ 1 และ 3

วัตถุประสงค์งานวิจัยเดิม	วัตถุประสงค์งานวิจัยใหม่	หมายเหตุ
1. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของเมล็ดสาบม่วงและระยะพักตัว 2. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง 3. ทดสอบการใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมการงอกของสาบม่วง	1. เพื่อศึกษาการกระจายตัวของสาบม่วงในประเทศไทยและลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของสาบม่วง 2. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง 3. เพื่อทดสอบฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีจากสาบม่วง 4. เพื่อทดสอบการใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมการงอกของเมล็ดสาบม่วง	ได้เพิ่มการศึกษาในจุดประสงค์ที่ 1 และ 3

ได้ดำเนินกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ 100%

กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการมา
• เก็บตัวอย่างเมล็ดวัชพืช	• เก็บตัวอย่างเมล็ดวัชพืช
• ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด	• ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด
• ศึกษาระยะการพักตัวของเมล็ด	• ศึกษาระยะการพักตัวของเมล็ด
• ศึกษาปัจจัยอุณหภูมิและช่วงแสง	• ศึกษาปัจจัยอุณหภูมิและช่วงแสง
• ศึกษาปัจจัยความเค็ม	• ศึกษาปัจจัยความเค็ม
• ศึกษาปัจจัยความชื้น	• ศึกษาปัจจัยความชื้น
• การยับยั้งการงอกด้วยสารกำจัดวัชพืช	• การยับยั้งการงอกด้วยสารกำจัดวัชพืช
• ศึกษาปัจจัยค่าความเป็นกรด-ด่าง	• ศึกษาปัจจัยค่าความเป็นกรด-ด่าง
• ศึกษาปัจจัยความลึกจากระดับผิวดิน	• ศึกษาปัจจัยความลึกจากระดับผิวดิน
• ศึกษาคุณสมบัติทางอัลลีโลพาธีของสาบม่วง	• ศึกษาคุณสมบัติทางอัลลีโลพาธีของสาบม่วง
• เตรียมต้นฉบับที่ใช้ตีพิมพ์ในวารสาร	• เตรียมต้นฉบับที่ใช้ตีพิมพ์ในวารสาร

ผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากงานวิจัยนี้ได้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อยอด ทำให้สามารถตีพิมพ์บทความในวารสารทางวิชาการและรายงานการประชุม จำนวน 5 บทความ ได้แก่

Thepphakhun, T. and Intanon, S. (2020). Total phenolics, flavonoids, antioxidant activity, and allelopathic potential of praxelis. Journal of Current Science and Technology.. 10: *In progress*. (TCI 1)

ประภากร บุญเรือง, ธมลวรรณ เทพคุณ, สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์. 2562. ผลของสาบม่วงคลุกดินต่อสมบัติทางเคมีบางประการ และปฏิกิริยาออกซิเดชันของจุลินทรีย์ในดิน. งานประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 16 ณ คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

ธมลวรรณ เทพคุณ, มนัชญา พิมศรี และ สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์. 2562. สารประกอบฟีนอลิกและผลอัลลีโลพาทีของสาบม่วงคลุกดินต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช. แก่นเกษตร 47 (1 พิเศษ): 73-78.

ธมลวรรณ เทพคุณ และ สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์. 2560. ผลของสารสกัดสาบม่วงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง หน้า 911-919.

ธมลวรรณ เทพคุณ และ สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์. 2559. อัลลีโลพาทีของสารสกัดสาบม่วงที่ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวและข้าว. การประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก. หน้า 171-176.

บทความสำหรับการเผยแพร่

Intanon, S., Wiengmoon, B., Mallory-Smith, C. A. (2020). Seed Morphology and Allelopathy of Invasive Praxelis clematidea. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 48: *In progress*. (SJR : 0.28)

กนกวรรณ นามวงศ์ และ สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์. 2559. อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชสาบม่วง. การประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก. หน้า 211-216.

มหาวิทยาลัยนเรศวร

AcademicPres

Intanon S *et al.* (2020)
Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 48(1):xxx-xxx
DOI:10.15835/nbha48111831
Research Article

Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca

Seed morphology and allelopathy of invasive *Praxelis clematidea*

Suphannika INTANON[1,2*], Buntoon WIENGMOON[3], Carol A. MALLORY-SMITH[4]

[1]*Naresuan University, Department of Agricultural Science, Phitsanulok 65000, Thailand; suphannikai@nu.ac.th (*corresponding author)*
[2]*Naresuan University, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Center of Excellence in Research for Agricultural Biotechnology, Phitsanulok 65000, Thailand*
[3]*Naresuan University, Department of Physics, Faculty of Science, Phitsanulok 65000, Thailand; buntoonw@nu.ac.th*
[4]*Oregon State University, Department of Crop and Soil Science, Oregon 97330, USA; carol.mallory-smith@oregonstate.edu*

Abstract

Praxelis [*Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M.King & H.Rob.] is an invasive species that infests many agricultural systems globally, such as orchards, rubber plantations, and other economic crops. The purpose of this research was to study seed morphology, germination factors, and allelopathy of aboveground parts of *P. clematidea*. *P. clematidea* seeds are small, light, and possess pappi that allow them to be dispersed easily by wind or animals. Among four *P. clematidea* populations collected from different provinces in Thailand, the size of *P. clematidea* seeds ranged from 2.6 to 3.2 mm in length, 0.6 to 0.7 mm in width, and were 0.4 mm in thickness. The weight of *P. clematidea* seeds ranged from 0.13 to 0.21 mg. *P. clematidea* had about 44 to 48 seeds per head. Seeds germinated over a temperature range of 20 to 30 °C while high (45 °C) and low (10 °C) temperatures reduced germination. Maximum germination occurred when seeds were planted on the soil surface. No seedlings germinated when seeds were planted at a depth more than 1 cm. *P. clematidea* extracts from aerial plant parts at concentrations of 25 and 50% inhibited seedling growth of hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.). Basic knowledge of the seed biology of *P. clematidea* and allelochemicals can help in understanding the invasiveness and in developing management strategies for this weed.

Keywords: germination; invasive plant; morphology; planting depth; praxelis; temperature

Introduction

Invasive species are organisms that are exotic to an ecosystem (Monaco *et al.*, 2002). They spread aggressively and may affect indigenous ecosystems and biodiversity. They cause negative effects on the environment as well as cause harm to the economy, and human health in the plant communities that they invade (Vitousek *et al.*, 1996). These invasions can lead to alteration of ecology such as changes in species composition, changes in nutrient cycling, and increased forest fires (Sakai *et al.*, 2001).

Received: 00 Mar 2020. Received in revised form: 00 Apr 2020. Accepted: 00 May 2020. Published online: 00 May 2020.

Praxelis [*Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M. King & H. Rob.] together with about 13 other species of the *Praxelis* genus belongs to Asteraceae family (King and Robinson, 1987). It has been classified as an annual or short-lived perennial herb to suffrutescent shrub with a height of between 100 and 130 cm. The stem is erect or branched from the base, and has soft pubescent. The leaves are ovate, rounded to cuneately narrowing at the base, irreglularly toothed margins with acute to obtuse apex. The flowers are in cylindrical head inflorescences (capitulescences) with conical receptacles. Primary capitulescence is a corymb while secondary capitulescence is a panicle with peduncle length up to 0.7 cm. The involucres are subimbricate with 2-3 seriate bracts, and the phyllaries are deciduous during fruiting stage. The fruit is an obconical achene with bristle pappi (Abbott *et al.*, 2008; Christ and Ritter, 2019). *P. clematidea* is fast growing and can produce numerous flowers and seeds within the first growing season. Seeds are small in size with a pappus that can help them to easily disperse by wind, animals, and farm machinery. *P. clematidea* has high adaptability and survives in a wide range of conditions (Veldkamp, 1999; Holland, 2006).

Praxelis is native to South America, and distributed throughout northern Argentina, southern Brazil, Bolivia, and Paraguay (King and Robinson, 1987). There were two *Praxelis* species found in southern Brazil, *Praxelis clematidea* and *Praxelis missionum* (Christ and Ritter, 2019). Waterhouse *et al.* (2003) previously reported the various habitats of invasive *P. clematidea* in Australia which included roadsides, stream banks, pastures, and also shady undisturbed woodlands. Veldkamp (1999) mentioned the difficulties in controlling *P. clematidea* due to its robust rootstock and long growing and flowering season. In addition to these characteristics, *P. clematidea* can form dense patches that are self-compatible and resistant to fire, all of which have helped to define *P. clematidea* as a high-risk weed in the USA (USDA, 2014). It has been reported as an invasive weed in many countries such as Australia (CRC Weed Management, 2003), China (Waterhouse *et al.*, 2003), USA (Abbott *et al.*, 2008; Gardner and Williges, 2015), and countries in Southeast Asia (Veldkamp, 1999). In Thailand, *P. clematidea* was first reported in 2003 in orchards and rubber plantations under the misidentified name of *Chromolaena* sp. (Plant Protection Research and Development, 2005) due to its similarity in leaf appearance to Siam weed [*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.] (Anantanamanee *et al.*, 2013). The biology and ecology of this species have been rarely studied in Thailand. Anantanamanee *et al.* (2013) reported that *P. clematidea* had better germination and growth in sandy soil and produced up to 1,400 seeds per plant in the first season.

Some invasive weed species become dominant due to their ability to produce biochemicals that native species have never encountered (Callaway and Ridenour, 2004). Allelopathy refers to the chemical interaction between plants, including microorganisms with both stimulatory and inhibitory influences (Rice, 1984), and allelopathic potential of plant species can influence the growth and distribution of other species (Rice, 1984; Inderjit and Keating, 1999). Allelopathy has been suggested as a vital mechanism for invasive species to outcompete native plants (Hierro and Callaway, 2003). Many plants in the Asteraceae family have allelopathic potential, and the activities, types, and amount of allelochemicals differ depending on plant species and plant parts (Chon and Nelson, 2010). In *P. clematidea*, allelochemicals have been reported as groups of sesquiterpenes and monoterpenes in volatile oil extracts from fresh aboveground plant extracts (Wang *et al.*, 2006) and groups of flavonoids from dry and aboveground plant extracts (Maia *et al.*, 2011; Falcão *et al.*, 2013). The allelopathic potential of *P. clematidea* has not been extensively studied. Thepphakhun and Intanon (2016) showed that water extracts of fresh *P. clematidea* leaf tissues had the greatest inhibition of germination and growth of leaf mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern.] and rice (*Oryza sativa* L.) compared to extracts from the stems and flowers. Patsai (2011) reported that water extracts from dry leaves of *P. clematidea* inhibited germination and growth of field mustard (*Brassica campestris* var. *chinensis*.), mission grass [*Pennisetum polystachion* (L.) Schult.], wild bush bean [*Phaseolus lathyroides* (L.) Urb.], rice, and mung bean [*Vigna radiate*

(L.) Wilczek.]. To date, no studies have evaluated germination and growth inhibition by the combined aboveground tissues of *P. clematidea* on other plants.

Other factors supporting the invasion of *P. clematidea* remain unknown. *P. clematidea* only propagates by wind-dispersed seeds (Veldkamp, 1999), so seed morphology and germination factors are very important in the distribution and establishment of populations. Greater knowledge of *P. clematidea* biology such as seed morphology, germination factors, and plant allelochemicals may help to understand the invasiveness of *P. clematidea* and to develop suitable management strategies. The objective of this research, therefore, was to study the seed morphology and identification, germination factors, and allelopathy of aboveground parts of *P. clematidea*. The hypothesis of this study was that *P. clematidea* invades rapidly due to its ability to disperse and its allelopathic activity.

Materials and Methods

Praxelis characteristics and seed morphology

Morphology of seed, vegetative, and reproductive stages of *P. clematidea* were recorded. *P. clematidea* seeds were collected before shattering from four different locations in the Northern region of Thailand with no previous report of invasion, an orchard area in Chiang Mai Province (Sansai District, 18.916624°N, 99.017832°E), a rice field in Phetchabun Province (Wichian Buri District, 15.674403°N, 101.19486°E), a cassava field in Kamphaeng Phet Province (Phran Kratai District, 16.735016°N, 99.429345°E), and a maize field in Nan Province (Na Noi District, 18.325981°N, 100.573042°E). *P. clematidea* seeds were cleaned by removing plant residues, air-dried, and kept in paper bags at room temperature until use.

A thousand *P. clematidea* seeds with the persistent pappi from the four different populations were weighed. A total of 100 *P. clematidea* seeds were counted in 10 replications and used to determine seed weight (ISTA, 2016). Seed size was determined by measuring the length (longest length without pappus), width (in the middle of seed), and thickness. A hundred replicate seeds were measured using a stereo microscope (SZX7 Olympus, Tokyo, Japan). The seed surface area was calculated by multiplying the length, width, and thickness. The number of seeds per head was recorded by randomly counting seeds on six heads per plant from five plants in each population.

To identify distinguishing characteristics of *P. clematidea* seeds and dispersal mechanisms from similar species in the same habitat of *P. clematidea*, a vegetation survey of Asteraceae species was conducted in a site of 0.8 ha maize field in Nan Province near areas of *P. clematidea* invasion. A sampling unit was a belt transect of 0.5 x 100 m (50 m^2) which was placed across the field in three replications to represent weed floras of the sampling area. There were four dominant Asteraceae species, *P. clematidea*, tropic ageratum [*Ageratum conyzoides* (L.) L.], tall fleabane [*Conyza sumatrensis* (S.F. Blake) Pruski & G.Sancho], and redflower ragleaf [*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore]. Seeds of the four species were collected, cleaned, and stored in paper bags. Seeds were weighed, and the seed surface area was estimated as previously described. Seeds of *A. conyzoides* were weighed with their persistent pappi while seeds of *C. sumatrensis* and *C. crepidioides* were weighed without pappi due to their nonpersistent pappi. The ratio of seed weight to surface area was calculated.

Effects of temperature and depth on germination

Germination tests were prepared for four *P. clematidea* populations, Chiang Mai (CM), Petchabun (PB), Kamphaeng Phet (KP), and Nan (NN) using the germination method of ISTA (2016). The CM population was used in this study due to its greater germination rate within 2 weeks after seed collection as compared to that of other populations which had germination rates less than 60%. The effects of temperature

and planting depth were conducted in the laboratory and the research field station, respectively, at Department of Agricultural Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

Effect of temperature. Twenty-five *P. clematidea* seeds were placed in a Petri dish (Hycon Plastics, Bangkok, Thailand) and incubated at a constant temperature of 10, 20, 25, 30, or 45 °C to evaluate the response to a wide range of germination temperatures. Petri dishes were placed in a growth chamber with a 12 h photoperiod. Seven days later, germination was counted as positive when the seedlings had a hypocotyl and/or a radical length of at least 2 mm (Intanon *et al.*, 2014). The experiment was performed in a completely randomized design with four replications of each temperature. The experiment was conducted twice, and the means were averaged ($n = 8$).

Effect of planting depth. The method was modified from Peachey and Mallory-Smith (2007). Fifty *P. clematidea* seeds were placed in a 0.2 mm mesh nylon bag in order to avoid the loss of seeds. Seed bags were buried in polypropylene soil tubes in the late rainy season in October 2016 and October 2017. Meteorological data such as ambient temperature, relative humidity, and total precipitation were taken from a provincial weather station, Phitsanulok, Thailand, approximately 15.7 km from the study site (TMD, 2018). There were 28.4 and 28 °C for average ambient temperature, 82 and 82% for relative humidity, and 186 and 128 mm precipitation during October 2016 and October 2017, respectively. The soil tubes were buried at 0, 1, 4, 7, and 10 cm below the soil surface. The soil tubes, 8 cm diameter and 10 cm height, were filled to a height of 6 cm with soil of the Taphan Hin series (Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic Ultic Haplustalfs) mixed with soilless medium at a ratio of 1:1 in order to improve drainage. The soil was 28.6% sand, 21.4% silt, and 50% clay and was taken from a field that had no *P. clematidea* infestation. Each soil tube had twelve holes of a 5-mm size at the bottom of the tube to allow contact of the soil in the tube with the field soil. The seed bag was placed in the partially filled soil tubes, then covered with 1 cm of soil to a final depth in the soil tube of 7 cm. The soil was moistened before the tubes were buried in the field. The seed bag was placed at the soil surface and sprinkled with a thin layer of soil (about 2 mm) for the 0 cm depth. The soil tubes were placed in the field and watered throughout the study as needed to maintain adequate moisture. Average soil temperature during the studies was between 26 and 28 °C (TGP-4500 Tinytag Plus 2, Micron Meters, Georgia, USA). Germination counts were recorded 30 d after planting. Germination was counted as positive as previously described. The experiment was performed in a completely randomized design with three replications of each depth. The experiment was conducted twice, and the means were averaged ($n = 6$).

Allelopathic effect on germination and growth of an invasive weed

Praxelis clematidea plants, all aboveground tissues, were collected during flowering from monospecific stands in Wangthong District, Phitsanulok Province, Thailand (16.903787°N, 100.527014°E). The samples were cleaned and dried at 45 °C for 72 h, shredded into small pieces, and ground into a fine powder using an electric grinder and stored in paper bags until use. The seeds of hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.), an Asteraceae weed species were used as the test species due to their high percentage of germination (> 90%) and non-dormant seeds. Seeds of *B. pilosa* were collected from roadsides with no history of herbicide application in Muang District, Phitsanulok Province, Thailand (16.735436°N, 100.194270°E). Seeds were cleaned with distilled water and sterilized with 2.5% sodium hypochlorite for 10 min to prevent fungal contamination, dried, and stored in paper bags until use. This study was conducted in the laboratory at Department of Agricultural Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

A 10% (w/v) *P. clematidea* extract was prepared in the proportion of 100 g of fine powder of *P. clematidea* in 1,000 ml of distilled water and mixed at 100 rpm for 5 min at 25 °C. The extract was filtered twice through two layers of 0.2 mm mesh cotton cloth and two layers of filter paper (Whatman No.1, Buckinghamshire, UK). Two extract dilutions, 25% (2.5% w/v) and 50% (5% w/v) were prepared by adding distilled water. Distilled water was used as a control. In addition to distilled water, different concentrations of

polyethylene glycol 6000 (PEG 6000, Kemaus, New South Wales, Australia) solutions were included as controls to test for the possible osmotic effects of the extracts. The osmotic potential of each extract concentration was measured with a vapor pressure osmometer (Vapro 5600, Wescor Inc. Logan, UT, USA). Concentrations of 9.5 and 13.1% of polyethylene glycol were included as osmotic potential controls for extract concentrations of 25 and 50%, respectively.

Sixteen seeds of *B. pilosa* were placed in a 9 cm diameter Petri dish lined with one filter paper. From each extract concentration, 5 ml were added to each Petri dish. Petri dishes were placed in a growth chamber at 25 °C with a 12 h photoperiod. After 7 d, germination and root and shoot lengths were measured. Germination was counted as positive as previously described. The experiment was performed in a completely randomized design with three replications of each concentration. The experiment was conducted twice, and the means were averaged ($n = 6$).

Statistical analyses

There were no significant differences based on the Levene's ANOVA test for homogeneity of variances for germination studies which were conducted twice; therefore, data were pooled across studies and means were averaged. At the end of the germination period, the germination percentage was calculated using the following equation:

Germination Percentages (%) = (Number of germinated seeds)/(Total number of seeds) × 100 (1)

Inhibition percentage (IP) in allelopathic study was obtained by using the following equation:

$$IP = 100 - (T \times 100/C) \quad (2)$$

where T represents response of treatment and C is response of untreated control.

Data of germination percentage, shoot and root lengths, and seed morphology of *P. clematidea* and other weed species were analyzed by ANOVA. Means were separated using Tukey's HSD at $p \leq 0.05$. All statistical analyses were performed using the program R v. 3.5.0 (R Core Team, 2018).

Results and Discussion

Praxelis characteristics and seed morphology

Misidentification of *P. clematidea* with other related species in the same family has caused inaccurate invasion reports (Corlett and Shaw, 1995; Veldkamp, 1999; Holland, 2006; USDA, 2014), and *P. clematidea* was mistaken for bluemink (*Ageratum houstonianum* Mill.), *A. conyzoides*, and *Conoclinium coelestinum* (L.) DC. (Veldkamp, 1999; Abbott *et al.*, 2008). Therefore, *P. clematidea* was characterized at various stages for more accurate identification. In the seedling stage, *P. clematidea* has cotyledon leaves which are kidney-shaped that may dry up and fall off as seedlings mature (Figure 1A). The true leaves of *P. clematidea* are coarsely toothed leaf margins, oppositely arranged along the cylindrical stem, which is covered in short soft hairs (Figure 1B). When plant parts are crushed, they emit an odor similar to cat urine. The leaves of *P. clematidea* have more coarsely toothed margins and more tapered bases than those of *A. conyzoides*, which have smooth teeth along the edges and a rounded leaf base (CRC Weed Management, 2003; Holland, 2006; Abbott *et al.*, 2008).

Praxelis clematidea has a unique characteristic of a lilac to intense blue inflorescence with deciduous bracts at the ends of stems and flowers with clusters of up to 48 florets (Table 1; Figure 1B). The flower of the *A. conyzoides* is pale blue or pale lilac with persistent bracts. The florets of *P. clematidea* are set in a high cone-shaped receptacle while those of *A. conyzoides* are set in a flat receptacle (CRC Weed Management, 2003; Holland, 2006; Abbott *et al.*, 2008). The phyllaries of *P. clematidea* has conspicuous dark striations from the veins (Abbott *et al.*, 2008; Gardner and Williges, 2015).

Each *P. clematidea* floret produces one seed. The *P. clematidea* seed has an angular shape, hairy on the seed surface, and the seed color turns from brown to black during ripening (Figure 1C). Seed thickness from the 4 populations was 0.4 mm and no differences were found among populations ($p > 0.05$) (Table 1). Seed weight, length, and width were somewhat different among populations. Seed weight and length were greatest in the Nan population which were 0.2 mg and 3.2 mm, respectively, and seed width was greatest in Phetchabun population at 0.7 mm (Table 1). Seed size and seed surface can be used to distinguish between *P. clematidea* and *C. odorata*. Seeds of *C. odorata* were narrower than *P. clematidea* with 0.2 to 0.8 mm width, 3 to 5 mm length, and without hairs on seed surface (Groenewegen *et al.*, 2017). *P. clematidea*'s pappus is longer than the length of its seed, which can be used to identify the species. A previous study reported *P. clematidea* had about 15 to 40 bristles of pappus while the similar species, *A. conyzoides*, had only 5 bristles (CRC Weed Management, 2003).

The number of *P. clematidea* seeds per head ranged from 44 to 48 seeds among the four populations of Thailand. Corlett and Shaw (1995) reported that *P. clematidea* in Hong Kong had about 50 to 65 seeds per head. Small-seeded species are able to produce many more seeds than large-seeded species (Moles *et al.*, 2005). Important characteristics that make weeds successfully disperse and establish in new areas are seed characteristics such as a high number of seeds, a small seed size, and seed hair. *P. clematidea* can invade new areas easily because the plant can reach maturity in 30 to 35 d after emergence and produce the first seed set within 45 to 50 d after emergence (Anantanamanee *et al.*, 2013). Flowers of *P. clematidea* can be produced year round, and the seeds are not dormant. Due to these characteristics of high productivity, *P. clematidea* has been reported as an invasive plant in many countries in Asia and in Australia (Veldkamp, 1999; CRC Weed Management, 2003; Waterhouse, 2003) and was characterized as an invasive alien species in Thailand (TH-BIF, 2018).

Praxelis clematidea had the smallest ratio of weight to surface area when compared to *A. conyzoides*, *C. sumatrensis* and *C. crepidioides* (Table 2). The smaller ratio of *P. clematidea* means that the seeds of *P. clematidea* persists longer in the air compared to other three species. The small seed size of *P. clematidea* with a persistent pappus can help extend dispersal distance via wind. A small seed with low weight to surface area was reported to result in a slow descent rate (Meyer and Carlson, 2001). However, in addition to wind, seeds of *P. clematidea* can be distributed by water, animals, and birds (CRC Weed Management, 2003).

Table 1. Seed morphological characteristics of four populations (Pop) of *Praxelis clematidea* collected from four Thailand Provinces, Chiang Mai (CM), Petchabun (PB), Kamphaeng Phet (KP), and Nan (NN)

Pop	Weight[a] (mg)		Length (mm)		Width (mm)		Thickness (mm)		Seeds per head	
CM	0.13	± 0.001 c	2.79	± 0.01 bc	0.65	± 0.02 b	0.4	± 0.01 ns	48	± 1.2 ns[b]
PB	0.14	± 0.001 c	2.83	± 0.02 b	0.73	± 0.01 a	0.4	± 0.03	46	± 1.1
KP	0.17	± 0.005 b	2.55	± 0.11 c	0.65	± 0.02 b	0.4	± 0.03	44	± 1.2
NN	0.21	± 0.003 a	3.20	± 0.20 a	0.64	± 0.03 b	0.4	± 0.02	-	[c]

[a] Different letter between populations denote significantly differences (Tukey's HSD, $p < 0.05$). Data are shown as mean ± SE. [b] Not significant. [c] Data for number of seeds per head are not available for the Nan population.

Table 2. Seed weights, areas, and ratio of weight to surface area of *Praxelis clematidea* and other invasive Asteraceae weeds in Nan Province, Thailand

Species	Weight[a] (mg)		Surface area (mm^2)		Weight:surface area ($mg\ mm^{-2}$)
Praxelis clematidea	0.208	± 0.003 b	0.798	± 0.071 a	0.261
Ageratum conyzoides	0.107	± 0.003 c	0.375	± 0.032 b	0.286
Conyza sumatrensis	0.032	± 0.003 d	0.091	± 0.009 c	0.354
Crassocephalum crepidioides	0.223	± 0.006 a	0.698	± 0.051 a	0.320

[a] Different letters between species denote significantly differences (Tukey's HSD, $p < 0.05$), $n = 10$. Data are shown as mean ± SE.

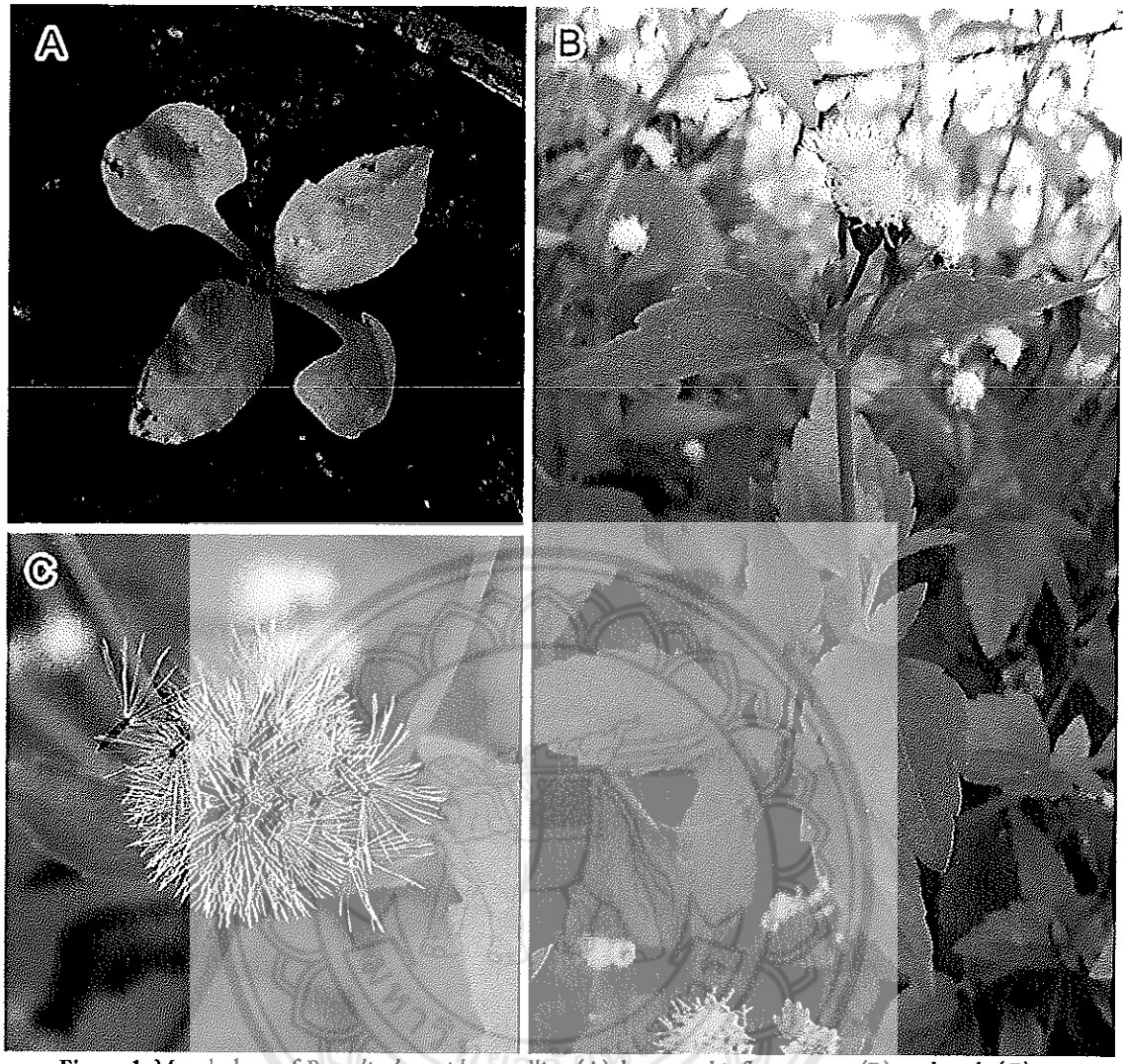


Figure 1. Morphology of *Praxelis clematidea*; seedling (A), leaves and inflorescences (B), and seeds (C)

Effects of temperature and depth on germination

Praxelis clematidea can germinate at various temperatures. To determine the effect of temperature, *P. clematidea* seeds were incubated at 10, 20, 25, 30, and 45 °C. The results showed that the seeds germinated at 20, 25, and 30 °C, but no germination was observed at 10 and 45 °C (Figure 2.). Many tropical and subtropical plants require relatively high temperatures to initiate growth meanwhile the relatively high temperatures (≥ 35 °C) inhibit germination of some plant species such as crofton weed [*Ageratina adenophora* (Spreng.) R. M. King & H. Rob.] (Lu *et al.*, 2006), *C. crepidioides* (Chen *et al.*, 2009; Yuan and Wen, 2018), and horseweed (*Erigeron canadensis* L.) (Yuan and Wen, 2018). The fact that *P. clematidea* seeds were able to germinate over a temperature from 20 to 30 °C allows it to grow all year round in Thailand as well as in tropical and subtropical region elsewhere.

The effect of soil depth on germination was studied by burying seed bags at 2 mm, 1 cm, 4 cm, 7 cm, and 10 cm below the soil surface. The germination of *P. clematidea* seedlings decreased with increasing burial depth (Figure 3.). Germination was 77% for seeds placed on the soil surface and 18% for seeds placed 1 cm below the soil surface. No *P. clematidea* seed germination was observed when seeds were placed at a depth of 4 cm or greater. Planting depth affects seed dormancy and survival (Peachey and Mallory-Smith, 2017). In light-

sensitive species such as lettuce (*Lactuca sativa* L.), a daylight exposure could induce seed germination at 2-mm depth below the soil surface but did not affect germination at 6-mm depth (Woolley and Stoller 1978). In some species, seeds could enter dormancy when buried near the soil surface such as wild proso millet (*Panicum miliaceum* L.) (Calosi *et al.*, 1986) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) (Omami *et al.*, 1999). No seedlings of *A. houstonianum* emerged from seeds places more than 2-mm depth below the soil surface (Lamsal *et al.*, 2019). The seedling emergence of coatbuttons [*Tridax procumbens* (L.) L.] decreased drastically with increasing burial depth due to limited light penetration (Vanijajiva, 2014). This study suggests that *P. clematidea* could be controlled by covering the seed with at least 4 cm of soil.

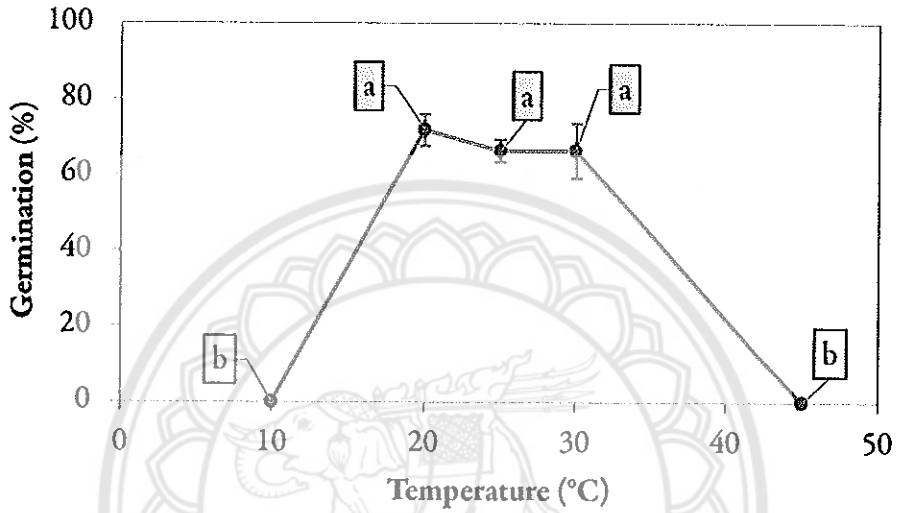


Figure 2. Effect of temperature on germination of *Praxelis clematidea* seeds. Verticle bars represent SE of the means, n = 8. Different letters indicate significant differences (Tukey's HSD, $p < 0.05$)

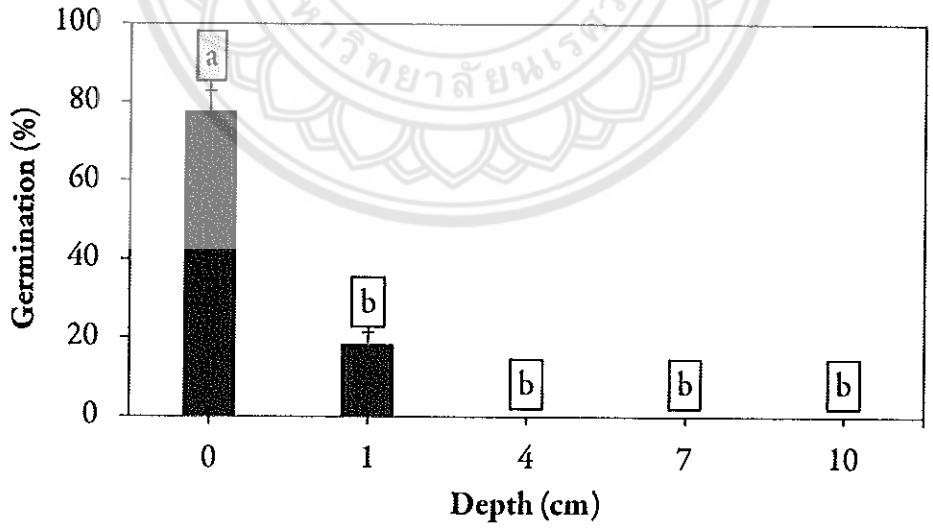


Figure 3. Effect of planting depth on germination of *Praxelis clematidea* weed seeds. Verticle bars represent SE of the means, n = 6. Different letters indicate significant differences (Tukey's HSD, $p < 0.05$)

Allelopathic effect on germination and growth of an invasive weed

Praxelis clematidea can be found as a dominant species or in monospecific stands. This has led to the hypothesis that *P. clematidea* produces allelochemicals which allow it to outcompete other nearby species. To evaluate this hypothesis, seeds from *B. pilosa* were treated with aerial plant extracts of *P. clematidea*. A preliminary study of the osmotic effects of *P. clematidea* extracts showed that the highest PEG concentration of 13.1% (equal to osmotic potential of *P. clematidea* at 50% concentration) did not significantly affect the germination and seedling length of *B. pilosa* compared to the untreated control ($P > 0.05$). Therefore, it suggested that the observed effects of *P. clematidea* extracts of 25 and 50% concentrations on *B. pilosa* would be due to allelopathy and not osmotic stress. After 7 d, the results showed allelopathic potential of *P. clematidea* extracts to suppress seedling growth of *B. pilosa* (Table 3). At 25% concentration, root and shoot length of *B. pilosa* were reduced by 50 and 26%, respectively, compared to the untreated control. At 50% concentration, root and shoot length of *B. pilosa* were reduced by 76 and 61%, respectively, compared to the untreated control. The root growth of *B. pilosa* was more sensitive to the allelochemicals of *P. clematidea* compared to shoot growth. Abnormalities were observed in that there were twisted hypocotyls and oxidation and discoloration of the root cap at extracts 25 and 50% concentrations. Miller (1996) stated that seedling growth, especially root growth, is more sensitive to allelochemicals than is germination. Previous studies have shown that volatile oil of *P. clematidea* can inhibit the growth of lettuce and field mustard (*Brassica rapa* L. cv. gr. 'Caixin'), and fungi (Wang *et al.*, 2006). The mechanism of action of *P. clematidea* aerial extracts to suppress germination of other species is unknown. In general, allelochemicals affect many physiological processes in plants such as cell division and elongation, membrane permeability, oxidative and antioxidant systems, enzyme synthesis and metabolism, protein and nucleic acid synthesis (Cheng and Cheng, 2015). Allelochemicals that inhibit seed germination can be related to the inhibition of plant metabolism by decreasing activity of enzymes involved in early stages of seed germination such as α-amylase, isocitrate lyase, glucose-6-phosphate dehydrogenase, glucose-phosphate isomerase, and aldolase (Gniazdowska and Bogatek, 2005).

Table 3. Effect of *P. clematidea* extracts on germination and growth of *B. pilosa* (BIDPI)

Concentration[a]	Germination[b] (%)		Root length (cm)		Shoot length (cm)	
0	90.6	± 2.68 ns[c]	2.1	± 0.08 a	1.3	± 0.07 a
25%	91.7	± 3.49	1.1	± 0.12 b	0.9	± 0.09 b
50%	71.9	± 10.43	0.5	± 0.10 c	0.5	± 0.07 c

[a] Concentration of aerial extracts of *P. clematidea* by water. Percentages are on w/v basis. [b] Different letters between concentrations denote significantly differences (Tukey's HSD, $p < 0.05$), $n = 6$. Data are shown as mean ± SE. [c] Not significant.

Conclusions

Results of this study confirmed that seed morphology of praxelis can be used to distinguish between related species such as *Ageratum* sp. and *Chromolaena* sp. *P. clematidea* germination occurred in a temperature range of 20 to 30 °C, and at a soil depth of up to 1 cm. Furthermore, *P. clematidea* had characteristics, such as a small seed with a pappus, prolific seed production, no seed dormany period, and allelopathic effects that help increase its distribution in the environment. It is predicted that this weed has the ability to invade most of the area of Thailand under a range of moisture and soil conditions as long as seed remains on the soil surface. Effective *P. clematidea* control should be undertaken at an early stage before flowering by using integrated weed control methods such as tilling plus a PRE or early POST herbicide. Decreasing the *P. clematidea* seed bank should be added to management programs. The grower should clean tools and machinery well to prevent the

spread of *P. clematidea* to new areas. Plant identification and more information on the biology and ecology of *P. clematidea* would be useful in preventing the spread of this species.

Acknowledgements

The project was financially supported by Naresuan University Research Fund No. R2559C114. The authors are grateful to Professor Dr. Duncan R. Smith (Institute of Molecular Biosciences, Mahidol University, Thailand) for English editing and scientific proofreading of this manuscript. Thank to Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Thailand for help in measuring osmotic potential. Further thank to Kanokwan Namwong for help in the fieldwork.

Conflict of Interests

The authors declare that there are no conflicts of interest related to this article.

References

Abbott J, White CL, Davis S (2008). *Praxelis clematidea* (Asteraceae), a genus and species new for the flora of North America. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 2:621-626.

Anantanamanee Y, Maneechote C, Sathuwijarn S, Chaokongchak S (2013). Biology and ecology of praxelis (*Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob.) (in Thai). Retrieved 2016 January 28 from *http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=1969*

Callaway RM, Ridenour WM (2004). Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. Frontiers in Ecology and the Environment 2:436-443.

Calosi JC, Cavers PB, Bough MA (1986). Dormancy and survival in buried seeds of proso millet (*Panicum miliaceum*). Canadian Journal of Botany 66:161-168.

Chen GQ, Guo SL, Huang QS (2009). Invasiveness evaluation of fireweed (*Crassocephalum crepidioides*) based on its seed germination features. Weed Biology and Management 9:123-128.

Cheng F, Cheng Z (2015). Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. Frontiers in Plant Science 6:1-16.

Chon SU, Nelson CJ (2010). Allelopathy in Compositae plants. A review. Agronomy for Sustainable Development 30:349-358.

Christ A, Ritter M (2019). A taxonomic study of Praxelinae (Asteraceae-Eupatorieae) in Rio Grande do Sul, Brazil. Phytotaxa 393:141-197.

Corlett RT, Shaw JC (1995). *Praxelis clematidea*: yesterday South America, today Hong Kong, tomorrow the world? Memoirs of the Hong Kong Natural History Society 20:235-236.

CRC Weed Management (2003). Weed management guide: Praxelis-*Praxelis clematidea*. Retrieved 2016 December 7 from *https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/*

Falcão HS, Maia GLA, Bonamin F, Kushima H, Moraes TM, Lima CAH, ... Batista LM (2013). Gastroprotective mechanisms of the chloroform and ethyl acetate phases of *Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M. King & H.Robinson (Asteraceae). Journal of Natural Medicines 67:480-491.

Gardner AG, Williges KA (2015). *Praxelis clematidea* (Asteraceae): a new plant invader of Florida. Southeastern Naturalist 14:N21-N27.

Gniazdowska A, Bogatek R (2005). Allelopathic interactions between plants. Multi-site action of allelochemicals. Acta Physiologiae Plantarum 27:395-407.

Groenewegen T, Duistermaat H, van Valkenburg JLCH, Boer E (2017). Seeds of invasive plants. Retrieved 2019 July 15 from https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/invasive_seeds.

Hierro JL, Callaway RM (2003). Allelopathy and exotic plant invasion. Plant and Soil 256:29-39.

Holland A (2006). Praxelis (*Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob). Weed Spotters Newsletter Autumn 3:5-6.

Inderjit, Keating KI (1999). Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. In: Sparks DL (Ed). Advances in Agronomy. Academic Press, New York pp 141-231.

ISTA (2016). International rules for seed testing. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Intanon S, Reed RL, Stevens JF, Hulting AG, Mallory-Smith CA (2014). Identification and phytotoxicity of a new glucosinolate breakdown product from meadowfoam (*Limnanthes alba*) seed meal. Journal of Agricultural and Food Chemistry 62:7423-7429.

King RM, Robinson H (1987). The genera of the Eupatorieae (Asteraceae). Monographs in Systematic Botany Vol. 22. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA.

Lamsal A, Devkota MP, Shrestha DS, Joshi S, Shrestha A (2019). Seed germination ecology of *Ageratum houstonianum*: A major invasive weed in Nepal. PLoS One 14:1-14.

Lu P, Sang W, Ma K (2006). Effects of environmental factors on germination and emergence of crofton weed (*Eupatorium adenophorum*). Weed Science 54:452-457.

Maia GLA, Falcão-Silva VS, Aquino PGV, Araújo-Júnior JX, Tavares JF, Silva MS, ... Barbosa-Filho JM (2011). Flavonoids from *Praxelis clematidea* R.M. King and Robinson modulate bacterial drug resistance. Molecules 16:4828-4835.

Meyer SE, Carlson SL (2001). Achene mass variation in *Ericameria nauseosus* (Asteraceae) in relation to dispersal ability and seedling fitness. Functional Ecology 15:274-281.

Miller DA (1996). Allelopathy in forage crop systems. Agronomy Journal 88:854-859.

Moles AT, Ackerly DD, Webb CO, Tweddle JC, Dickie JB, Westoby M (2005). A brief history of seed size. Science 307:576-580.

Monaco TJ, Weller SC, Ashton FM (2002). Weed science: Principles and practices. Jon Wiley & Sons (4th ed), NewYork.

Omami EN, Haigh AM, Medd RW, Nicol HI (1999). Changes in germinability, dormancy, and viability of *Amaranthus retroflexus* as affected by depth and duration of burial. Weed Research 39:345-354.

Patsai S (2011). Allelopathic effect of *Praxelis clematidea* (Griseb.) R.M.King & H.Rob on germination and growth of some crops (in Thai). MSc Dissertation, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand.

Peachey RE, Mallory-Smith C (2017). Influence of winter seed position and recovery date on hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) recruitment and seed germination, dormancy, and mortality. Weed Science 55:49-59.

Plant Protection Research and Development (2005). Guidebook: Weed management and herbicide application in 2004 (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand, Limited (1st ed), Bangkok, Thailand.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. *https://www.R-project.org/*.

Rice EL (1984). Allelopathy. Academic Press (2nd ed), New York.

Sakai AK, Allendorf FW, Holt JS, Lodge DM, Molofsky J, Kimberly AW, ... Weller SG (2001). The population biology of invasive species. Annual Review of Ecology and Systematics 32:305-332.

TH-BIF (2018). Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Science, Technology and Environment of the Government of Thailand: Thailand Biodiversity Information Facility. Retrieved 2019 February 22 from *http://thbif.onep.go.th*

Thepphakhun T, Intanon S (2016). Allelopathy effect of *Praxelis clematidea* extract on seed germination and growth of leaf mustard and rice (in Thai). In: Proceedings of the 14th Kaset Naresuan Conference, Faculty of Agricultural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand pp 171-176.

TMD (2018). Thai Meteorological Department. Retrieved 2018 March 15 from *https://www.tmd.go.th*

USDA (2014). Weed risk assessment for *Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob (Asteraceae)-Praxelis. Retrieved 2016 May 22 from *https://www.aphis.usda.gov*

Vanijajiva O (2014). Effect of ecological factors on seed germination of alien weed *Tridax procumbens* (Asteraceae). Journal of Agriculture and Ecology Research 1:30-39.

Veldkamp JF (1999). *Eupatorium catarium*, a new name for *Eupatorium clematideum* Griseb. non Sch.Bip (Compositae), a South American species naturalized and spreading in SE Asia and Queensland, Australia. Gardens' Bulletin Singapore 51:119-124.

Vitousek PM, D'Antonio CM, Loope LL, Westbrooks R (1996). Biological invasions as global environmental change. American Scientist 84:218-228.

Wang ZH, Christie P, Chen QB, Liu XX, Xie LL, Bai CJ, Li XL (2006). Allelopathic potential and chemical constituents of volatile oil from *Praxelis clematidea*. Allelopathy Journal 18:225-235.

Waterhouse B, McFadyen R, Holland A, Thorp J (2003). Weed management guide: Praxelis-*Praxelis clematidea*. CRC Weed Management. Retrieved 2018 June 15 from *http://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/alert/p-clematidea.html*

Woolley JT, Stoller EW (1978). Light penetration and light-induced seed germination in soil. Plant Physiology 61:597-600.

Yuan X, Wen B (2018). Seed germination response to high temperature and water stress in three invasive Asteraceae weeds from Xishuangbanna, SW China. PLoS One 13:1-16.

The journal offers free, immediate, and unrestricted access to peer-reviewed research and scholarly work. Users are allowed to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author.

License - Articles published in *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* are Open-Access, distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) License.

© Articles by the authors; UASVM, Cluj-Napoca, Romania. The journal allows the author(s) to hold the copyright/to retain publishing rights without restriction.

อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชสาบม่วง
Influences of environmental factors on the germination and growth of Praxelis

กนกวรรณ นามวงศ์[1] และ สุพรรณิกา อินต๊ะนนท์[1*]
Kanokwan Namwong[1] and Suphannika Intanon[1*]

Abstract

Praxelis (*Praxelis clematidea*) is an invasive weed that infests in Orchards and cropping areas throughout Thailand due to numerous and small seeds. The study on environmental effects on germination and seedling growth of praxelis is the assessment tool for management of this species. The studied factors were light, salinity, pH and moisture whether affected germination and growth of praxelis. The results found that light and salinity affected praxelis germination. No light induced seed dormancy. However, those dormancy seeds were germinated after exposure to the light. Salinity test on different concentrations of NaCl (0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 mol/L) showed that salinity affected on seed germination and decreased in root and shoot length. The inhibition of seed germination was completely found at salinity level of 0.2 mol/L NaCl. However, moisture levels and pH range at 4 – 9 did not inhibited seed germination and growth. This study represented that germination and growth of praxelis happened in various environments and these data can help to manage this species in the near future

Keywords: *Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob, environmental factors, germination

บทคัดย่อ

สาบม่วง (*Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob) เป็นวัชพืชต่างถิ่นที่พบการแพร่ระบาดในพื้นที่สวนผลไม้และพืชไร่ในประเทศไทย เนื่องจากในแต่ละต้นสามารถผลิตเมล็ดที่มีขนาดเล็กได้เป็นจำนวนมาก การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมช่วยประเมินปัจจัยจำกัดต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การควบคุมอย่างยั่งยืน โดยปัจจัยที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ แสง, ความเค็ม, ความเป็นกรดด่าง และความชื้น ที่ส่งผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตเมล็ดสาบม่วง จากการศึกษาพบว่า ความมืดสว่างและความเค็มส่งผลต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง โดยเมล็ดงอกได้ดีในสภาวะที่มีแสงแต่พักตัวในที่มืด เมื่อให้แสงแก่เมล็ดที่พักตัวพบว่าการได้รับแสงกระตุ้นให้เกิดการงอก เมื่อทดสอบที่ระดับความเค็มที่แตกต่างกันด้วยสารโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.2 โมลต่อลิตร พบว่า ความเค็มส่งผลให้เมล็ดมีการงอกลดลง และยับยั้งการเจริญเติบโตของรากและลำต้น โดยการงอกของเมล็ดสาบม่วงจะถูกยับยั้งอย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้นที่ 0.2 โมลต่อลิตร อย่างไรก็ตามระดับความชื้นที่แตกต่างกันและความเป็นกรดด่างระหว่าง pH 4 ถึง 9 ไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดสาบม่วง จากการศึกษาพบว่าการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชสาบม่วงสามารถเกิดขึ้นได้ในสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นพื้นฐานนำไปสู่การควบคุมวัชพืชชนิดนี้ต่อไป

คำสำคัญ: สาบม่วง ปัจจัยสิ่งแวดล้อม การงอก

คำนำ

สาบม่วง (*Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob) อยู่ในวงศ์ Asteraceae จัดเป็นวัชพืชต่างถิ่น มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตอนใต้ของอเมริกา เช่น ประเทศบราซิล โบลิเวีย เปรู และได้เข้ามาระบาดในทวีปเอเชียและออสเตรเลีย เช่น ประเทศจีน ฮ่องกง ไต้หวัน ออสเตรีย (Weed of Australia, 2016) ในประเทศไทยได้มีการรายงานการพบสาบม่วงในสวนผลไม้และพืชไร่ในแถบภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ โดยพบแปลงสับปะรด, ยางพารา, มันสำปะหลัง และแปลงหญ้าอาหารสัตว์

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
[1] Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University 65000
* Corresponding author: E-mail: suphannikai@nu.ac.th

(ยุรวรรณ, 2555) ในประเทศออสเตรเลียได้จัดสาบม่วงเป็นวัชพืชรุกรานที่ร้ายแรง เนื่องจากสาบม่วงมีการผลิตเมล็ดจำนวนมาก ขนาดเล็ก มีขนฟูอยู่กันเป็นกระจุก ทำให้สามารถขยายพันธุ์ไปได้ไกล ผ่านตัวแพร่กระจายโดยลม กระแสน้ำ หรือติดไปกับสัตว์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย โดยสาบม่วงสามารถอยู่รอดในสภาวะที่เย็นจัดได้ (CRC Weed management, 2003)

สาบม่วงเป็นวัชพืชล้มลุกอายุปีเดียว มีความสูงประมาณ 20 – 80 เซนติเมตร แต่บางครั้งอาจมีความสูงถึง 1.2 เมตร (Weed of Australia, 2016) ลำต้นมีลักษณะคล้ายทรงกระบอกมีขน ใบรูปร่างคล้ายเพชร ขอบใบหยักเป็นซี่อยู่ระหว่าง 5-8 ซี่ ลักษณะใบคล้ายใบสาบเสือ ช่อดอกมีสีม่วงคล้ายสาบแร้งสาบกา จึงทำให้เข้าใจกันผิดว่าสาบม่วงคือสาบแร้งสาบกา มีการรายงานการพบสาบม่วงครั้งแรกในปี พ.ศ. 2546 ที่สวนพุเรียน จังหวัดจันทบุรี (วนิดา, 2554)

การงอกของเมล็ดนั้นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ถ้าเมล็ดสมบูรณ์แต่ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น แสง, อุณหภูมิ, ความเป็นกรดด่าง, ระดับดิน, ความชื้น และความเค็ม ไม่เหมาะสม เมล็ดของวัชพืชจะทำการพักตัวทำให้ไม่เกิดการงอก ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านความเค็ม, แสง, ความเป็นกรดด่าง และความชื้นต่อการงอกของเมล็ดวัชพืชสาบม่วง ซึ่งปัจจัยภายนอกดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการประเมินสภาพแวดล้อมที่จะพบสาบม่วง และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวัชพืชชนิดนี้ได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

เมล็ดวัชพืชสาบม่วงในระยะแก่ เก็บรวบรวมมาจาก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่และ อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ถูกนำมาใช้ในการศึกษา

การทดลองที่ 1 ทดสอบการงอกของเมล็ดสาบม่วงในระดับความเค็มที่ต่างกัน

นำเมล็ดมาเพาะในจานเพาะที่มีกระดาษกรอง จำนวน 16 เมล็ดต่อจาน จากนั้นใส่สารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้นที่ 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.2 โมลต่อลิตร ใส่ลงในจานเพาะที่มีกระดาษกรอง โดยทดสอบความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ จากนั้นวางจานเพาะไว้อุณหภูมิ 25° C เป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนเมล็ดที่งอก และวัดความยาวรากความยาวต้น ชุดควบคุมไม่มีปริมาณ NaCl

การทดลองที่ 2 ทดสอบปัจจัยแสงต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง

นำเมล็ดไปเพาะในจานเพาะที่มีกระดาษกรอง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในแต่ละจาน หลังจากนั้นนำจานเพาะวางไว้ในอุณหภูมิ 25° C ในที่มีแสง 12 ชั่วโมง มืด 12 ชั่วโมง สำหรับทดสอบการงอกในที่ไม่มีแสง จะนำกระดาษฟอยล์ห่อหุ้มจานเพาะเพื่อไม่ให้แสงส่องผ่านตลอด 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บผลการทดลองวันที่ 7 นับหลังจากการเพาะเมล็ด หาเปอร์เซ็นต์การงอก หลังจากนั้นเราจะนำเมล็ดที่ไม่มีแสงมาให้แสงเพื่อดูการเปอร์เซ็นต์การงอก

การทดลองที่ 3 ทดสอบการงอกของเมล็ดสาบม่วงใน pH ที่ต่างกัน

นำเมล็ดไปเพาะในสารละลายบัฟเฟอร์ KH_2PO_4 และ$KHPO_3$ ที่ pH 5, 6, 7, 8 และ 9 ปรับค่า pH โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ หยดสารละลายบัฟเฟอร์แต่ละ pH ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นวางจานเพาะไว้อุณหภูมิ 25° C เป็นเวลา 7 วัน หาเปอร์เซ็นต์การงอก

การทดลองที่ 4 ทดสอบการงอกของเมล็ดสาบม่วงในระดับความชื้นที่ต่างกัน

นำเมล็ดมาเพาะในจานเพาะที่มีกระดาษกรอง ใส่น้ำกลั่นในปริมาตร 3, 5, 7, 9 และ 11 มิลลิลิตร จากนั้นนำเมล็ดวางในจานเพาะ จานละ 16 เมล็ด นำจานเพาะวางไว้ในอุณหภูมิ 25° C เป็นเวลา 7 วัน หาเปอร์เซ็นต์การงอก

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA โดยใช้โปรแกรม R ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference)

ผลและวิจารณ์ผล

การงอกของเมล็ดสาบม่วงในระดับความเค็มที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชสาบม่วง เมื่อนำเมล็ดสาบม่วงทั้ง 2 ประชากร คือ ประชากรเชียงใหม่และประชากรเพชรบูรณ์ มาทดสอบการงอกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ 0, 0.025, 0.05, 0.1, และ 0.2 mol/l พบว่า สารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลง ตั้งแต่ความ

เข้มข้นที่ 0.025 mol/l เป็นต้นไป ในประชากรเชียงใหม่ พบว่าที่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นที่ 0.05, 0.1, และ 0.2 mol/l มีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างกัน ส่วนในประชากรเพชรบูรณ์พบว่าที่ความเข้มข้นที่ 0.05 และ 0.1 mol/l มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ยับยั้งการงอกอย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 0.2 mol/l (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยจาก กรมพัฒนาที่ดิน (ม.ป.ป.) ในความเค็มที่มากเกินไป จะทำให้ลดการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดและทำให้เมล็ดไม่งอก เนื่องจากเมล็ดมีอาการขาดน้ำส่งผลให้เมล็ดตาย เกิดจากความเครียดออสโมติก ซึ่งน้ำจะมีการไหลจากความต่างศักดิ์สูง (เกลือเจือจาง) ไปสู่น้ำที่มีความต่างศักดิ์ต่ำ (เกลือเข้มข้น) เมื่อเมล็ดอยู่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้มีการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดน้อยลง

นอกจากนี้ระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความยาวรากและลำต้นของสาบม่วงทั้งสองประชากร ในประชากรเชียงใหม่ที่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ 0.05 mol/l เป็นต้นไปมีผลต่อความยาวลำต้นที่ลดลงและยับยั้งความยาวลำต้นได้ดีที่ความเข้มข้นที่ 0.1 และ 0.2 mol/l เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ส่วนของรากพบว่าสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ 0.025 และ0.05 mol/l มีความยาวรากไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม แต่มีความยาวรากลดลงที่ความเข้มข้นที่ 0.1 และ0.2 mol/l เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Figure 2) ส่วนในประชากรเพชรบูรณ์พบว่า ความยาวลำต้นลดลงที่ความเข้มข้นที่ 0.05 mol/l เป็นต้นไปและยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้นที่ 0.2 mol/l เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในส่วนของรากพบว่าที่ความเข้มข้นที่ 0.025 และ0.05 mol/l มีผลทำให้ความยาวรากเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่มีความยาวรากลดลงที่ความเข้มข้นที่ 0.1 และ0.2 mol/l (Figure 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยกรมพัฒนาที่ดิน (ม.ป.ป.) ในความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นกล้ามีการสะสมของ Na^+ มากเกินความต้องการต้นพืช ทำให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน

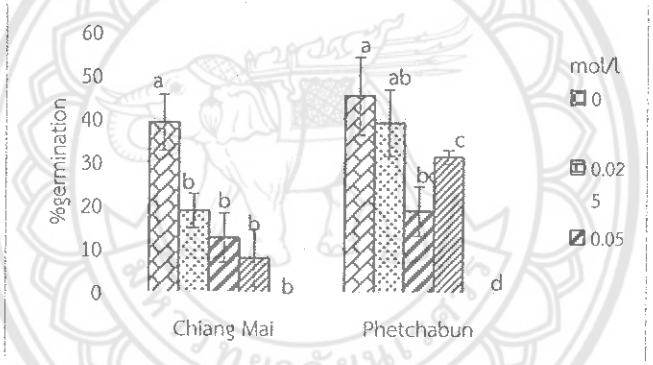


Figure 1 Effect of salinity from sodium chloride on germination of Praxelis clematidea populations from Chiang Mai and Phetchabun.

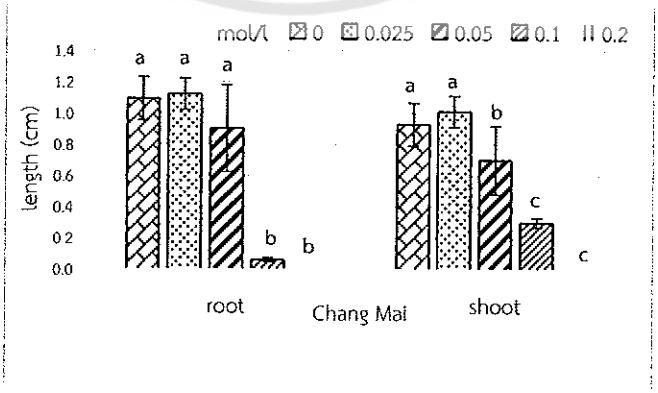


Figure 2 Effect of salinity from sodium chloride on root and shoot growth of Praxelis clematidea population from Chiang Mai.

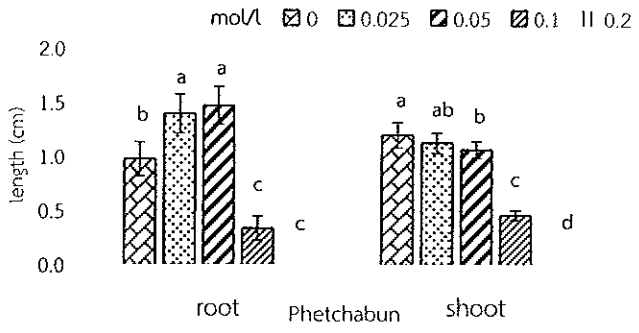


Figure 3 Effect of salinity from sodium chloride on root and shoot growth of Praxelis clematidea population from Phetchabun.

ปัจจัยแสงต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง

แสงมีผลต่อการกระตุ้นการงอกของวัชพืชสาบม่วง จากผลการทดลองพบว่าเมล็ดสาบม่วงทั้งสองประชากร งอกได้ดีในสภาวะที่มีแสง ซึ่งในสภาวะมืดไม่พบการงอกของเมล็ดสาบม่วงทั้งสองประชากร อย่างไรก็ตามเมื่อนำเมล็ดที่มีการพักตัวในที่มืดนำไปไว้ในสภาวะที่มีแสงพบว่าเมล็ดสาบม่วงสามารถงอกได้ตามปกติ (Figure 4) ซึ่งสอดคล้องกับ เดช (2548) เนื่องจากแสงมีส่วนในการกระตุ้นการงอกของเมล็ด โดย Phytochrome มีส่วนช่วยในการยับยั้งและกระตุ้นการงอก โดยแสงสีแดง (Phytochrome red) จะอยู่ในรูปไม่ว่องไวในการทำปฏิกิริยายับยั้งการงอกของเมล็ด ส่วนแสงฟ้าเรด (Phytochrome Far-red) จะเป็นพวกที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยาจะกระตุ้นให้เมล็ดงอก

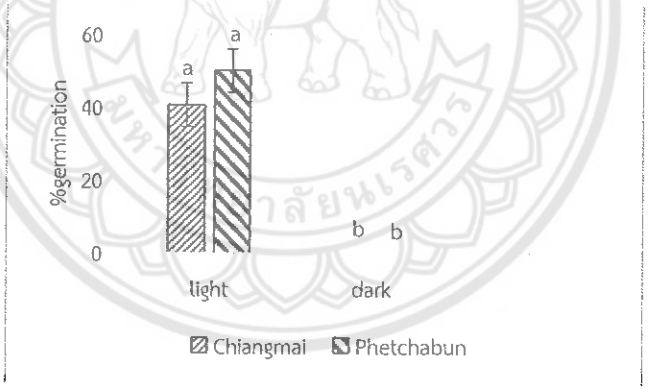


Figure 4 Effect of light on germination of Praxelis clematidea populations from Chiang Mai and Phetchabun.

การงอกของเมล็ดสาบม่วงใน pH ที่ต่างกัน

เมล็ดสาบม่วงในแต่ละประชากรสามารถงอกได้ในช่วงกว้างของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในประชากรเชียงใหม่สามารถงอกได้ดีใน pH เท่ากับ 8 โดยมีการงอก 56.3% ซึ่งมากกว่าที่ pH เท่ากับ 6 ซึ่งพบการงอก 27.1% ส่วนในประชากรเพชรบูรณ์พบว่ามีการงอกไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับ pH (Figure 5) ซึ่งทำให้ทราบว่าวัชพืชสาบม่วงสามารถขึ้นในพื้นที่มีช่วงความเป็นกรด-ด่าง กว้าง

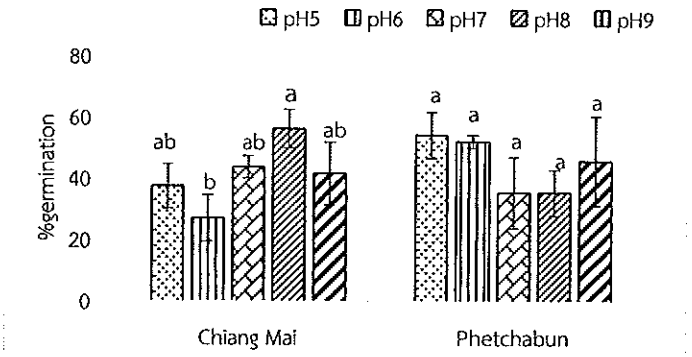


Figure 5 Effect of pH on germination of Praxelis clematidea populations from Chiang Mai and Phetchabun.

ทดสอบการงอกของเมล็ดสาบม่วงในระดับความชื้นที่ต่างกัน

เมล็ดสาบม่วงทั้งสองประชากรสามารถงอกได้ในปริมาตรน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งในประชากรเชียงใหม่งอกได้ดีในปริมาตรน้ำที่ 7-11 ml โดยมีการงอกสูงสุดที่ 64.1% ที่น้ำ 7 ml ในประชากรเพชรบูรณ์พบว่างอกได้ดีในปริมาตรน้ำที่ 7-9 ml มีการงอกสูงสุด 67.2% ที่น้ำ 9 ml (Figure 6) จึงสรุปได้ว่า ระดับความชื้นไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดสาบม่วง

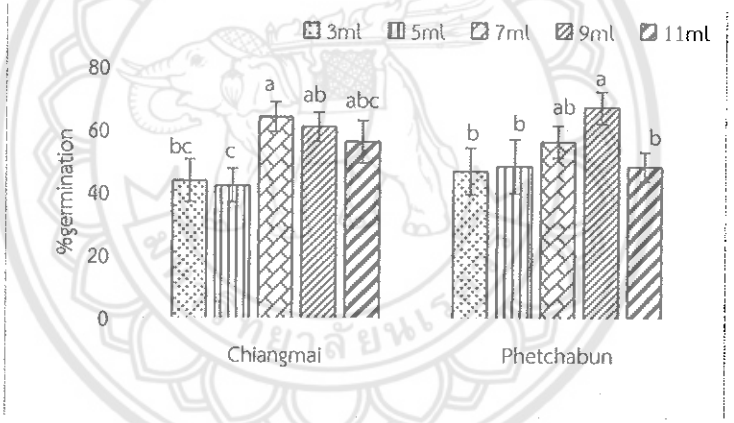


Figure 6 Effect of water level on germination of Praxelis clematidea populations from Chiang Mai and Phetchabun.

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าแสง, ความเค็ม, ความเป็นกรด-ด่าง และความชื้น มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชสาบม่วง โดยสาบม่วงจำเป็นต้องใช้แสงในการกระตุ้นในการงอก เมื่อเมล็ดอยู่ในที่มืดเมล็ดจะมีการพักตัวและเมื่อเมล็ดที่พักตัวได้รับแสงจะทำให้เมล็ดมีการงอกปกติ สาบม่วงสามารถงอกได้ในพื้นที่ที่มีความเค็มประมาณ 0 – 0.1 mol/l และที่ความเค็มที่ 0.2 mol/l เป็นต้นไปสามารถยับยั้งการงอกของวัชพืชสาบม่วงนี้ได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนความเป็นกรด-ด่าง สาบม่วงจะงอกในระดับ pH ที่แตกต่างกัน โดยจะงอกได้ดีที่ pH 8 ของประชากรเชียงใหม่ ส่วนในประชากรเพชรบูรณ์สามารถงอกได้ในทุกระดับ pH สาบม่วงสามารถงอกในระดับความชื้นที่แตกต่างกัน โดยประชากรเชียงใหม่งอกได้ดีที่ปริมาตรน้ำ 7 ml ส่วนประชากรเพชรบูรณ์งอกได้ดีที่ปริมาตรน้ำ 9 ml ซึ่งจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าวัชพืชสาบม่วงสามารถขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและต้องการแสงในการกระตุ้นการงอก ซึ่งการควบคุมปริมาณแสงโดยใช้วัสดุคลุมดินอาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมวัชพืชสาบม่วงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป พืชทนเค็มและพืชชอบเกลือ(ออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Research_Group03.html. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มิถุนายน 2559.

ดวงพร สุวรรณกุล. 2543. ชีววิทยาวัชพืช. (ครั้งที่พิมพ์ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ. 2548. วิทยาการเมล็ดพันธุ์พืช. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ยุรวรรณ อนันตนมณี และคณะ. 2555. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของสาบม่วง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=617. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2559.

วนิดา ธารธวิล. 2554. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของสาบม่วง (Praxelis). แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=109. สืบค้นวันที่ 6 มิถุนายน 2559.

CRC for Australian Weed Management. 2003. from https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/alert/pubs/p-clematidea.p. accessed 30 June 1996.

Weed of Australia – Biosecurity Queensland edition fact sheet. 2016. from http://www.apa.org/ppo/istook.html. accessed 13 June 1996