

ผลของปริมาณความเข้มข้นของสารแทนนินต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01

Effect of Tannin Concentrate on Seed Germination of Cannabis RSU 01

ชิชาญา จันทร์เทศนา¹ และประณต มณีอินทร์^{1*}

Chichaya Jantassana¹ and Pranot Maniin^{1*}

Received 29 March 2024, Revised 1 June 2024, Accepted 2 June 2024

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of tannin concentration on seed germination of cannabis RSU 01: the effect of tannins on the germination of cannabis seeds by using a completely randomized controlled method (CRD) consisting of 5 treatments. 3 repeats with treatment 1 using distilled water; treatments 2, 3, 4, and 5 using tannin at concentrations of 300, 600, 1,200, and 1,500 mg/l. Then all seeds were cultivated: planting between papers and watering according to the above treatments. Germination data of cannabis plants collected: germination seeds, dead seeds, normal seedlings, abnormal seedlings, shoot length, root length, leaf length, weight of fresh shoot seedling, weight of fresh seedling roots, weight of dry shoot seedling, and weight of dry seedling roots. Calculated percentage of germination, statistical analysis showed that the amount of tannin with distilled water gave the highest germination percentage and the highest normal seedling in part of Cannabis RSU 01 seeds. The amount of tannin with a tannin concentration of 300–1500 mg/L gave the lowest germination, normal seedling percentage, and increased dead seed.

Keywords : Tannin, Cannabis, Germination, Germination quality, Germination inhibition

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของสารแทนนินต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแทนนินกับการงอกของเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 โดยทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 3 ซ้ำ โดย กรรมวิธีที่ 1 ใช้มาตรฐานใช้น้ำเปล่าหรือน้ำกลั่น กรรมวิธีที่ 2, 3, 4, และ 5 ที่มีสารแทนนินความเข้มข้น 300, 600, 1,200 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เพาะเมล็ดในรูปแบบ Between paper บันทึกข้อมูล จำนวนเมล็ดที่งอก จำนวนเมล็ดที่ตาย จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติ จำนวนต้นกล้าที่งอกผิดปกติ ความยาวต้น ความยาวราก ความยาวใบ น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักต้นแห้ง และน้ำหนักรากแห้งของต้นกัญชา คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอก แล้วนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองพบว่าน้ำกลั่น ทำให้อัตราการงอกสูงที่สุด และมีต้นกล้ากัญชาที่งอกปกติสูงที่สุด ส่วนการเพาะเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 ด้วยสารแทนนินที่มีความเข้มข้น 300 – 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้อัตราการงอก และต้นกล้าที่งอกปกติต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้มีจำนวนเมล็ดตายสูงขึ้น

คำสำคัญ: แทนนิน กัญชา การงอก คุณภาพการงอก การยับยั้งการงอก

^{1*} สาขานวัตกรรมเกษตร คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

Department of agriculture innovation, Faculty of agriculture innovation, Rangsit University, Lak Hok Sub-District, Muang District, Pathum Thani 12000, Thailand.

* Corresponding author: E-mail address: pranot.m@rsu.ac.th

คำนำ

กัญชา (*Cannabis sativa* L.) จัดเป็นพืชสมุนไพรเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศเนื่องจากมีสรรพคุณทางยาในการรักษาโรค เช่น โรคลมชัก ภาวะคลื่นไส้อาเจียน ภาวะเบื่ออาหาร เป็นต้น โดยสายพันธุ์กัญชาที่ปลูกกันปัจจุบันมีความหลากหลาย ทั้งสายพันธุ์ต่างประเทศ และสายพันธุ์เดิมที่มีอยู่แล้วในประเทศไทย เช่น พันธุ์หางกระรอกภูพาน เอสที 1 พันธุ์หางเสือสกลนครที่ 1 เป็นต้น (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ในกัญชามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ สารกลุ่มแคนนาบินอยด์ (cannabinoids), Δ^9 -เตตระไฮโดรแคนนาบินอล (Δ^9 -tetrahydrocannabinol; Δ^9 -THC), แคนนาบิไดโอดอล (cannabidiol; CBD), แคนนาบินอล (cannabinol; CBN) และแคนนาบิเจอร์อล (cannabigerol; CBG) และสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ เป็นต้น (ชยันต์, 2561) ในประเทศไทยขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกที่มีราคาถูก หาง่าย แต่เนื่องจากการปลูกฝังความคิดว่าสารแทนนิน (Tannins) ในขุยมะพร้าวมีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งประโยชน์ข้างต้นที่กล่าวมานั้นยังไม่มีผลการทดลองที่ยืนยันได้ว่า สารแทนนินในขุยมะพร้าวนั้นมีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

แทนนินเป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับ เอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ของผลไม้ มีคุณสมบัติเป็นสารกันเสีย ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย (พรพิมล และคณะ, 2560) ซึ่ง (Chaudhuri & Ray, 2016) วิเคราะห์ว่ากรดแทนนิกเหนี่ยวนำการยับยั้งการเจริญเติบโตของรากในต้นอ่อนข้าวสาลี (ฟินอลเทียบเท่ากรดแทนนิก 39.53 ± 0.75 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิกรัม ของสารสกัดแห้ง) และมีศักยภาพมากที่สุดเกี่ยวกับการชะลอการเจริญเติบโต จากข้อมูลรายงานดังกล่าวทำให้เกิดการศึกษาในครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบ

คุณภาพการงอกของเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 จากการเพาะด้วยสารแทนนินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน เพื่อให้เป็นประโยชน์ในอนาคตกับการเลือกใช้วัสดุในการเพาะเมล็ดพันธุ์ที่หลากหลายมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของสารแทนนินต่อคุณภาพการงอกของเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 ขั้นตอนการเตรียมความเข้มข้นของสารแทนนินตามวิธี Folin-denis โดยใช้สารละลาย Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent เป็นสารทดสอบ หลักการคืออาศัยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมู่ phenolic hydroxyl โดยหมู่ฟีนอลิกจะปฏิกิริยา Phosphotungstomolydic acid เกิดเป็นสารเชิงซ้อนสีน้ำเงิน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้กราฟมาตรฐานกรดแทนนิกคำนวณหาความเข้มข้นของสารแทนนิน (ปาริชาติ และคณะ, 2561) แล้วนำไปเจือจางเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมในปริมาณต่าง ๆ สำหรับการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ได้แก่ วิธีมาตรฐานใช้น้ำเปล่าหรือน้ำกลั่น กรรมวิธีที่ 2, 3, 4, และ 5 ที่มีสารแทนนินความเข้มข้น 300, 600, 1,200 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเรียงเมล็ดกัญชาบนกระดาษเพาะเมล็ด และปิดทับด้วยกระดาษเพาะเมล็ดอีกชั้น สเปรย์สารตัวอย่างลงบนกระดาษเพาะเมล็ดให้ชุ่มใส่กล่องปิดฝา ทำจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด ใช้เมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 จากคณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต เมื่อกระดาษเพาะเมล็ดเริ่มแห้งให้ใช้สเปรย์น้ำเปล่าเพิ่มทำการเพาะที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน (International Seed Testing Association, 2014) บันทึกข้อมูลจำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมด จำนวนเมล็ดที่ตาย จำนวนต้นกล้าที่ปกติ (ต้นที่ไม่เบียดหรือมีความสมบูรณ์) จำนวนต้นกล้าที่ผิดปกติ (ต้นที่เบียดหรือไม่สมบูรณ์) ความสูงต้นกล้า ความยาวราก ความยาวใบ น้ำหนักต้นกล้าสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักต้นกล้าแห้ง และน้ำหนัก

รากแห้งของต้นกล้ากัญชา (เข้าเครื่องอบลมร้อน 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คำนวณหาร้อยละการงอก นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี โดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD)

ผล

จาก Table1 ผลของปริมาณสารแทนนินต่อคุณภาพการงอกของกัญชา ต้นกล้ากัญชาที่งอกผิดปกติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P-value 0.05 ทั้งนี้ พบว่า การให้สารแทนนินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันมีผลต่อร้อยละการงอกของเมล็ดกัญชา ต้นกล้ากัญชาที่งอกปกติ และเมล็ดกัญชาที่ตาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความเข้มข้นของสารแทนนินอยู่ที่ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ร้อยละการงอกของเมล็ดกัญชาต่ำที่สุด ต้นกล้ากัญชาที่งอกปกติต่ำที่สุด และให้เมล็ดกัญชาที่ตายสูงที่สุด คือ ร้อยละ 57.67 ร้อยละ 53.00 และ ร้อยละ 39.00 ตามลำดับ

จาก Figure1 การงอกของเมล็ดกัญชา ต้นกล้ากัญชาที่ปกติมีลักษณะ ต้นตรงไม่บิดเกลียว หรือต้นบิดเกลียวเล็กน้อย ไม่มีรอยแตกหรือหัก รากเรียวยาวมีขนอ่อนรอบๆ ต้นกล้ากัญชาที่ผิดปกติมีลักษณะ ต้นอ้วนสั้น ม้วนเป็นวง มีรอยแตกที่ลำต้น ใบเลี้ยงเอน เป็นแผล ต้นไม่สมบูรณ์ และเมล็ดที่ตายมีลักษณะ นุ่มและมีเชื้อราปกคลุม ไม่มีรากงอก

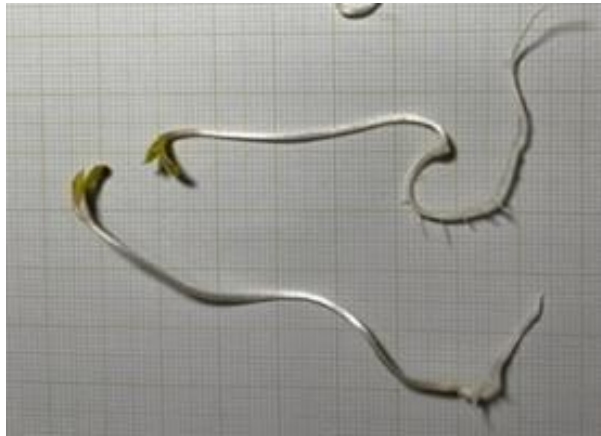
จาก Table2 ผลของปริมาณสารแทนนินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชา พบว่าความยาวต้น ความยาวราก และความยาวใบของต้นกล้ากัญชา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P-value 0.05 ทั้งนี้ พบว่า สารแทนนินที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลให้ความยาวของรากกัญชามีแนวโน้มสูงสุดที่ 58.30 มิลลิเมตร

จาก Table3 พบว่าผลของปริมาณสารแทนนินต่อน้ำหนักของต้นกล้ากัญชา พบว่าน้ำหนักสดของต้นกล้า น้ำหนักแห้งของต้นกล้า และน้ำหนักแห้งของราก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P-value 0.05 ทั้งนี้การให้สารแทนนินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักสดของราก โดยน้ำกลั่นให้น้ำหนักสดของรากต่ำสุดที่ 6.33 มิลลิกรัมต่อต้น

Table 1 Effect of Tannin on germination of cannabis seedling

Concentration of Tannin (mg/l)	Germination (%)	Normal seedling (%)	Abnormal seedling (%)	Dead seedling (%)
Distilled water	73.67 a	68.00 a	5.67	26.33 b
300	72.67 a	66.00 a	6.67	27.33 b
600	70.33 a	64.33 a	6.00	29.67 ab
1200	70.67 a	65.67 a	5.00	29.33 ab
1500	57.67 b	53.00 b	4.67	39.00 a
F-test	*	*	ns	*
%C.V.	3.21	3.21	27.66	19.24

Difference letters in same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) ns=not significantly different ($p \leq 0.05$)



Normal seedling



Abnormal seedling



Dead seedling

Figure 1 germination of cannabis seedling

Table 2 Effect of Tannin content on cannabis seedling growth

Concentration of Tannin (mg/l)	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Leaf length (mm)
Distilled water	53.73	47.86 ab	7.50
300	50.88	58.30 a	7.19
600	57.12	45.06 ab	7.25
1200	58.26	38.82 b	7.25
1500	60.54	48.69 ab	7.57
F-test	ns	*	ns
%C.V.	13.17	18.55	7.54

Difference letters in same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) ns=not significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 3 Effect of Tannin content on weight of cannabis seedling

Concentration of Tannin (mg/l)	Seedling shoot fresh weight (mg/seedling)	Seedling root fresh weight (mg/seedling)	Seedling shoot dry weight (mg/seedling)	Seedling root dry weight (mg/seedling)
Distilled water	42.8	6.33 c	7.5	1.37
300	53.2	8.67 bc	7.16	1.24
600	47.8	10.16 ab	7.58	1.22
1200	45.8	10.00 ab	7.02	1.36
1500	49.5	12.00 a	7.65	1.29
F-test	ns	*	ns	ns
%C.V.	11.14	16.59	6.63	17.57

Difference letters in same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) ns=not significantly different ($p \leq 0.05$)



Distilled water



300 (mg/l)



600 (mg/l)



1200 (mg/l)

1500 (mg/l)

Figure 2 Effect of Tannin on germination cannabis seedling

วิจารณ์

จากการทดลองปริมาณความเข้มข้นของสารแทนนินตั้งแต่ 0 mg/l , 300 mg/l , 1,200 mg/l , 1,500 mg/l พบว่า การใช้สารแทนนินที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น มีผลทำให้ร้อยละการงอก และต้นกล้าที่งอกปกติต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้มีจำนวนเมล็ดตายสูงขึ้น โดยสารแทนนินที่มีความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีผลมากที่สุด ซึ่งหมายถึงเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของสารแทนนินสูงมีผลต่อการเพาะเมล็ดกัญชา โดยทำให้เมล็ดที่งอกปกติ (ไม่บิดเบี้ยวหรือหักงอ) น้อยลง และเมล็ดที่ตาย (ไม่งอก) เพิ่มมากขึ้น โดยสอดคล้องกับงานวิจัยเหล่านี้ที่วิเคราะห์ว่ากรดแทนนิกเหนี่ยวนำการยับยั้งการเจริญเติบโตของรากในต้นอ่อน

ข้าวสาลี (ฟินอลเทียบเท่ากรดแทนนิก 39.53 ± 0.75 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิกรัม ของสารสกัดแห้ง) มีศักยภาพมากที่สุดเกี่ยวกับการชะลอการเจริญเติบโต (Chaudhuri, Ray, 2016) ยังมีรายงานเกี่ยวกับการตรวจสอบสารพิษเคมีเบื้องต้นในใบไม้ยาราบ พบสารประกอบ 6 กลุ่ม ได้แก่ แทนนินฟลาโวนอยด์แอลคาลอยด์เทอร์ปีนอยด์ โพลีฟีนอล และซาโปนิน โดยแทนนิน ฟลาโวนอยด์ และโพลีฟีนอล อยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอล เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์ พบว่า มีปริมาณมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้นอาจเป็นไปได้ว่า การยับยั้งการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของพืชอาจเป็นผลมาจากสารประกอบเหล่านี้ (Koodkaew *et al.*, 2018)

และผลวิจัยที่พบว่ายิ่งความเข้มข้นของสารแทนนินสูง ยิ่งทำให้ต้นกล้าที่งอกปกติ (ไม่บิดเบี้ยวหรือหงิกงอ) น้อยลงนั้นมีความสอดคล้องกับรายงานนี้ที่กล่าวว่า สารประกอบฟีนอลสามารถผ่านเข้าสู่เซลล์พืช และเข้าไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ ส่งผลยับยั้งการแบ่งเซลล์ การยืดตัวของราก และทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Li *et al.*, 2010) และสารแทนนินมีผลในการยับยั้งหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงส่งเสริมการงอกของเมล็ด (Corcoran *et al.*, 1972) ต่อมา (Muthukumar *et al.*, 1985) พบว่าสารละลายแทนนินที่ความเข้มข้นสูงกว่า 4% (40,000 ppm) ยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าว และถั่วลิสง (Muscolo *et al.*, 2001) นอกจากนี้ (Zhang *et al.*, 2014) รายงานว่าสารละลายกรดแทนนิก (tannic acid) ที่ความเข้มข้นสูงกว่า 0.2 กรัมต่อลิตร (200 ppm) มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ และ (Muscolo *et al.*, 2001) รายงานว่าการแช่เมล็ดพริกในสารละลายแทนนินที่ความเข้มข้นสูงกว่า 50 ppm มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด โดยเมล็ดที่ไม่งอกส่วนใหญ่เป็นเมล็ดสดไม่งอก ซึ่งอาจมีการพักตัว และพบเมล็ดตายเป็นจำนวนมากอาจเป็นเพราะสารละลายแทนนินที่ความเข้มข้นสูงไปทำลายเอนไซม์ที่อยู่ในเมล็ด ซึ่งสารแทนนินอาจยับยั้งเอนไซม์ glucose-6-phosphate dehydrogenase, glucose phosphate isomerase และ aldolase ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การสังเคราะห์น้ำตาล จึงมีผลทำให้เมล็ดไม่งอก จาก รายงานของวิจัยข้างต้นที่กล่าวมา มีความสอดคล้องกันว่าสารแทนนินมีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช โดยมีผลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารแทนนิน และชนิดของพันธุ์พืชด้วย

ผล

การเพาะเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 ด้วยน้ำกลั่น (ไม่มีสารแทนนิน) ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก และพบต้นกล้าที่งอกปกติสูงสุด ขณะที่การใช้สารแทนนินที่ความเข้มข้น 300-1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกและพบต้นกล้าที่งอกปกติต่ำกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้สารแทนนินความเข้มข้นเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการตายของเมล็ดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการเพาะเมล็ดพันธุ์กัญชา RSU 01 จึงควรมีวิธีการจัดการแทนนินก่อนการเพาะหรือวัสดุที่นำมาเพาะไม่ควรมีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบเพราะจะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดกัญชาได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2564). กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. *กรมวิทย์ฯ มท.อีสาน และมทิดล ร่วมพัฒนาคุณภาพพันธุ์ไทย*. เมื่อ 11 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.dmsc.moph.go.th/post-view/1114>
- ชยันต์ พิเชียรสุนทร. (2561). *การวิจัยและพัฒนาสารสกัดกัญชาและกัญชงทางการแพทย์เพื่อการพัฒนาประเทศ*. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรม.
- ปาริชาติ พจนศิลป์, วิไลวรรณ ทวีศรี, โกเมศ สัตยาวิรุท, ทิพย์ ไกรทอง, และหยกทิพย์ สุดารีย์. (2561). *ศึกษาการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน*. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.
- พรพิมล พิมลรัตน์, นิวุฒิ หวังชัย, สุพันธ์ณี สุวรรณภักดี, และพัชรพล ศรียะศักดิ์. (2560). *เอกสารประกอบการอบรม สารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง: วิธีการเตรียมอย่างง่าย และการประยุกต์ใช้ในปลาสวยงาม*. ชุมพร: มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- Chaudhuri, A., and Ray, S. (2016). Allelopathic potential of tannic acid and its equivalent phenolics extracted from aerial parts of *Ampelocissus latifolia* (Roxb.) Planch, *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9(7), 90-100.
- Corcoran, R.M., Geissman, T.A. and Phinney, B.O., (1972). Tannins as gibberellin antagonists, *Plant Physiology*. 49(3), 323- 330. doi: 10.1104/pp.49.3.323.
- International Seed Testing Association, (2014). *International rules for seed testing*. Wallisellen: N.P.
- Koodkaew, I., Senaphan, C., Sengseang, N., and Suwanwong, S. (2018). Characterization of phytochemical profile and phytotoxic activity of *Mimosa pigra* L. *Agriculture and Natural Resources*, 52(2), 162-168. doi: 10.1016/j.anres.2018.06.005.
- Li, Z.H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, D.C., and Jiang, D.A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12), 8933-8952. doi: 10.3390/molecules15128933.
- Muscolo, A, Panuccio, M.R. Sidari, M., and Nardi, S. (2001). The ascorbate system during the early stage of germination in pinus laricio seeds treated with extracts from two different sources of humus, *Seed Science and Technology*, 29(1), 275-279.
- Muthukumar, G., Sivaramakrishnan, R. Mahadevan, A., (1985). Effect of tannins on plants and on their productivity. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 51(2), 270-281.
- Zhang, E., Zhao, R., Li, L. Zhang, S., (2014). Effects of exogenous tannic acid, salicylic acid and their mixture on tomato seed germination, *China Vegetables*, 1, 31-36.