

อิทธิพลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ Captan ต่อคุณภาพ และการยับยั้งเชื้อรา *Pythium* spp. ของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ

The Influence of Seed Pelleting with Captan on Seed Quality and Inhibition of *Pythium* spp. of Tobacco Seed

จักรพงษ์ กางโสภา¹, อนันต์ วงเจริญ² และ บุญมี สิริ^{1*}

Jakkrapong Kangsopa¹, Anan Wongcharean² and Boonmee Siri^{1*}

บทคัดย่อ: เมล็ดพันธุ์ยาสูบเป็นเมล็ดที่มีขนาดเล็กมาก ส่งผลให้ต้นกล้ามีอัตราการงอกไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้เชื้อราเข้าทำลายได้ง่ายในระยะต้นกล้า การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดและอัตราของสารป้องกันเชื้อราที่เหมาะสมต่อการป้องกันเชื้อรา *Pythium* spp. ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยนำเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนียมาพอกโดยใช้ pumice 150 กรัม เป็นวัสดุพอกร่วมกับสารป้องกันเชื้อรา captan ที่อัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1, 2, 4 และ 6 g.ai. ใช้ hydroxylpropyl methylcellulose (HPMC) เป็นวัสดุประสาน 4% โดยน้ำหนัก ต่อเมล็ดพันธุ์ยาสูบ 3 กรัม จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการพอก และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Pythium* spp. พบว่าความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดหลังการพอกมีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย captan 1 g.ai. ต่อเมล็ดพันธุ์ 3 กรัม ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกดีที่สุด ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย captan 6 g.ai. และ 2 g.ai. สามารถยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด ในห้องปฏิบัติการและในเรือนทดลอง ตามลำดับ โดยยับยั้งได้ดีที่สุดเมื่อต้นกล้ายาสูบอายุ 16 และ 30 วัน

คำสำคัญ: การพอกเมล็ดพันธุ์, สารเคมีป้องกันเชื้อรา, captan, โรคเน่าคอดิน, เมล็ดพันธุ์ยาสูบ

ABSTRACT: Tobacco seeds are the seeds that come in a very small size which caused a non-uniformity seedling rate, this allows fungi to damage seedling easily. The aim of this experiment was to find the appropriate type and rate of fungicide for *Pythium* spp. protection. The experiment was conducted at Seed Quality Testing Laboratory, Seed Processing Plant, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. The Virginia tobacco seeds were pelleted with 150 g. of pumice (filler material) which mixed with 4 differences of fungicide (captan) were 1, 2, 4 and 6 g.ai. by using 4% hydroxylpropyl methylcellulose (HPMC) as a binder with the rate of 4% by weight per 3 grams of seed. The quality of seed and inhibition percentage of *Pythium* spp. were determined after pelleting. The result showed that seed germination and speed of germination after pelleting were significantly different. The pelleted seeds with 1 g.ai. per 3 g. of captan resulting the greatest seed germination and speed of germination, both under laboratory and greenhouse conditions. Also found that the pelleted seed with 6 g.ai. and 2 g.ai. of captan were the best treatment that could be inhibit fungal under laboratory and greenhouse, respectively. The inhibited fungal infection could be the best inhibit at 16 and 30 days after planting of tobacco seedling.

Keywords: seed pelleting, fungicide, captan, damping-off, tobacco seed

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Agricultural and Resource Economics Faculty of Economics, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

Department of Plant Science and Agricultural Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

² สาขาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Plant Pathology Division, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

* Corresponding author: boonmee@kku.ac.th

บทนำ

ยาสูบถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ในปี 2010-2011 พบพื้นที่การผลิตยาสูบทั่วโลกมากถึง 3.95 และ 4.25 เฮกตาร์ (Statista, 2014) แต่ในกระบวนการผลิตใบยาสูบเกษตรกรยังประสบปัญหาในการเพาะชำต้นกล้าให้มีความแข็งแรงเนื่องจากขนาดของเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่มีขนาดเล็กมากทำให้การออกของต้นกล้าไม่สม่ำเสมอ แ่นแออัด และอับลม ส่งผลต่อการเกิดโรคได้ง่าย เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดศักยภาพในการออกและระดับคุณค่าทางเศรษฐกิจ (Guan et al., 2013) เพราะฉะนั้นการเกิดโรคที่เป็นสาเหตุสำคัญในระยะต้นกล้าที่พืชคือ โรคเน่าคอดินหรือโรครากเน่า ที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุเหล่านี้คือ *Pythium* spp., *Sclerothium* spp. และ *Rhizoctonia* spp. เป็นต้น โดยเฉพาะเชื้อราในสกุล *Pythium* spp. เป็นสาเหตุของโรคเน่าคอดินในพืชระยะต้นกล้ายาสูบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายพันธุ์ที่มีความรุนแรงต่อการเกิดโรคพืชดังกล่าวได้แก่ *P. aphanidermatum* (ขจรเกียรติและคณะ, 2554; Sanchez et al., 2001) ซึ่งลักษณะอาการต้นกล้าจะเกิดเป็นแผลเน่าสีน้ำตาลบริเวณโคนต้น คอดกั้ว ส่งผลให้ต้นกล้าหักพับลงในขณะที่ยอดยังเขียวอยู่ต่อมาส่วนยอดจะเฉาและแห้งตาย ซึ่ง Anderson et al. (1997) พบว่าเชื้อ *Pythium* spp. สามารถแพร่ลอยกระจายไปกับละอองน้ำในอากาศได้หรืออยู่ในดิน ส่งผลต่อการเกิดโรคได้อย่างรวดเร็วทำให้ลำต้นยาสูบแคระแกร็น มีแผล และเน่าตายลงได้ จึงได้แนะนำการใช้ Terramaster 4 EC ในการควบคุมจากเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่มีขนาดเล็กรวมทั้งปัญหาการเข้าทำลายของเชื้อราในระยะต้นกล้าของยาสูบ จึงได้นำเทคโนโลยีการพอกเมล็ดพันธุ์ (seed pelleting) มาเพิ่มขนาดและมีรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ยาสูบให้ใหญ่ขึ้นเพื่อความสะดวกต่อการเพาะปลูกที่ดียิ่งขึ้น (Zenk, 2004) ในปัจจุบันการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบมีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์ยาสูบเนื่องจากทำให้คุณภาพความงอกความแข็งแรงตลอด

จนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ยาวนานขึ้น รวมทั้งประโยชน์ที่สำคัญคือการเพิ่มความแม่นยำในการเพาะปลูกพร้อมกับเครื่องจักรกลทางการเกษตร ซึ่งมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ยาสูบถูกวางใต้ดินที่ตำแหน่งความลึกอย่างแม่นยำและสม่ำเสมอ (Hutchens, 1999; Caruso et al., 2001) นอกจากนี้วัสดุสำหรับพอกเมล็ดยังสามารถช่วยรักษาระดับความชุ่มชื้นที่เหมาะสมรอบๆ เมล็ดได้อีกด้วย และการพอกเมล็ดพันธุ์ยังเพิ่มสารเคมีป้องกันเชื้อราชนิด captan ซึ่งเป็นสารกำจัดเชื้อรา dicarboximide ที่ให้ผลในทางป้องกันรักษาและกำจัดโรคพืช จัดเป็นสารเคมีออกฤทธิ์ประเภทสัมผัส (contact fungicide) มีคุณสมบัติไม่ดูดซึม จึงมีวัตถุประสงค์ใช้ captan เป็นสารเคมีสำหรับป้องกัน (protectant) การเข้าทำลายของเชื้อรา *Pythium* spp. และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการสร้างสปอร์ของเชื้อราก่อนเข้าทำลายทั้งก่อนและหลังเมล็ดงอก นอกจากนี้ captan ยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคพืชชนิดอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย (พิสุทธ์, 2550) จากความเหมาะสมและคุณสมบัติที่ดีของการพอก งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบร่วมกับ captan เพื่อตรวจสอบผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium* spp.

วิธีการศึกษา

ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ อาคารโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ และห้องปฏิบัติการ Serology สาขาวิชาโรคพืช ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2556 ถึงเดือน พฤษภาคม 2557 โดยมีขั้นตอนในการทำวิจัยดังนี้

1. การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบร่วมกับ captan

การพอกเมล็ดพันธุ์โดยใช้ pumice อัตรา 150 กรัม เป็นวัสดุพอก และใช้ hydroxylpropyl methyl cellulose (HPMC) ที่ระดับความเข้มข้น 4%

โดยน้ำหนักเป็นวัสดุประสาน (จักรพงษ์ และ บุญมี, 2556ก; จักรพงษ์ และ บุญมี, 2556ข; จักรพงษ์ และ บุญมี, 2557ข) และใช้ captan 50% wp ที่อัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1, 2, 4 และ 6 g.ai เป็นสารป้องกันเชื้อราพอกรวม นำเมล็ดพันธุ์ยาสูบมาพอกด้วยเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบถังหมุน (rotary drum) (รุ่น SKK11) หลังจากกระบวนการพอกแล้วนำก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบมาลดความชื้นโดยใช้เครื่องลดความชื้นระบบลมแห้ง (รุ่น SKK09) โดยทำให้ก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบมีความชื้นเท่ากับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยาสูบก่อนพอก

2. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ยาสูบหลังการพอก

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ยาสูบหลังการพอกทำ 2 สภาพ คือ สภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง โดยมีวิธีการดังนี้คือ

2.1 ความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ

โดยการสุ่มก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบและเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่ไม่พอกในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด มาทดสอบความงอกโดยวิธี Top of Paper (TP) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะ ความงอกอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส แล้วตรวจนับความงอกหลังการเพาะที่ 7-16 วัน โดยประเมินผลการตรวจสอบความงอกตามวิธีของ ISTA (2004)

$$\text{ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ (\%)} = \frac{\text{จำนวนของเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}}$$

2.2 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง สุ่มก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบและเมล็ดที่ไม่พอกจำนวน 100 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ มาทดสอบความงอกในถาดเพาะเมล็ด โดยมีพีทมอสเป็นวัสดุเพาะต้นกล้า จากนั้นประเมินผลการงอกที่ 7-16 วัน และนำมาประเมินผลการตรวจสอบความงอกตามหลักสากล (ISTA, 2004)

2.3 ความเร็วในการงอก ประเมินความเร็ว

ในการงอกของเมล็ดตามกฎของ ISTA (2004) โดยตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติจากก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบ และจำนวนวันที่งอกตั้งแต่เริ่มเพาะ (first count) จนถึงวันสุดท้าย (final count) ในการทดสอบความงอกทั้งในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของเมล็ด

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน)}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

2.4 ความยาวต้นและความยาวราก

สุ่มตรวจสอบต้นกล้าวันที่ 16 หลังวันเพาะทั้งหมด 4 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น จากนั้นนำมาตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยวัดความยาวต้นและความยาวราก (มิลลิเมตร) (จักรพงษ์ และคณะ, 2557ก; จักรพงษ์ และคณะ, 2557ข)

3. การเตรียมเชื้อรา *Pythium* spp.

เลี้ยงเชื้อรา *Pythium* spp. ที่ได้จากการแยกบริเวณผิวดินที่เกิดโรคเน่าคอดินของต้นกล้ายาสูบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 72 ชั่วโมงสำหรับเตรียมไว้ใช้ในการทดลอง 2.4 และทำการย้ายเชื้อรา *Pythium* spp. ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ด้วย Cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตรเจาะรูอาหารที่มีส่วนของเส้นใยเชื้อราเจริญอยู่มาใช้ในการทดลองในหัวข้อ 3.2 และ 3.3

3.1 การเลี้ยงเชื้อรา *Pythium* spp. ในวัสดุปลูกพีทมอส

นำวัสดุปลูก (peatmoss) ไปอบด้วยเครื่องความดันไอน้ำ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 2 ช่วง การอบแต่ละครั้งห่างกัน 24 ชั่วโมง นำเชื้อรา *Pythium* spp. ที่ได้จากการเตรียมในข้อ 3 มาผสมกับพีทมอสที่เตรียมไว้ 1 กิโลกรัม โดยน้ำหนัก นำใส่ในถุงพลาสติกขนาด 3x5 นิ้ว จากนั้นปิดถุงให้แน่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

3.2 การศึกษาประสิทธิภาพเมล็ดพันธุ์ที่พกร่วมกับ captan ต่อการควบคุมเชื้อรา *Pythium* spp. ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เลี้ยงเชื้อรา *Pythium* spp. บนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ตัดส่วนปลายของ เส้นใย นำไปวางตรงจุดศูนย์กลางของจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่บรรจุอาหาร PDA แล้วนำก้อนพอกวางห่างจากจุดศูนย์กลาง 2 ซม. จำนวน 8 จุด จากนั้นนำไปบ่มในตู้ที่มีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลการเจริญของเส้นใยเชื้อรา บันทึกผลเป็นพื้นที่ยับยั้ง (inhibition zone) และนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพการควบคุมเชื้อรา *Pythium* spp. ในวัสดุปลูก

4.1 การตรวจนับจำนวนประชากรเชื้อรา *Pythium* spp. ในวัสดุปลูก

ชั่งตัวอย่างดินน้ำหนัก 10 กรัม นำตัวอย่างดินใส่ลงใน Flask ที่มีน้ำกลั่นที่มี 9% NaCl หนึ่งขวด 90 มล. นำสารแขวนลอยดิน (soil suspension) มาเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลา นำสารแขวนลอยดินมาเจือจางลำดับ ส่วนแบบ 10 เท่า (tenfold dilution) จนได้สารแขวนลอยดินที่ระดับความเจือจางที่ 10^{-1} - 10^{-6} จากนั้นนำ Micro-pipette ดูดสารแขวนลอยดินที่ในแต่ละระดับความเจือจาง ปริมาตร 0.1 มล. หยดลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA การแยกเชื้อด้วยเทคนิค Spread plate โดยนำ spreader รูปตัว L ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มาเกลี่ยสารแขวนลอยดินให้ทั่ว plate จนกระทั่งผิวหน้าอาหารแห้ง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และตรวจผล 5-7 วัน โดยการนับจำนวน colony ทุกระดับความเจือจาง จากนั้นนำไปคำนวณหาประชากรของเชื้อราในดิน

4.2 การตรวจสอบการป้องกันเชื้อรา *Pythium* spp. ในวัสดุปลูก

สุ่มก้อนพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบจำนวน 20 ก้อน ทำ 4 ซ้ำ โดยมีเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอกเป็นชุดควบคุม นำมาเพาะใน petri dish โดยใช้วัสดุเพาะที่มีการคลุก

ผสมเชื้อรา *Pythium* spp. หลังจากทำการเพาะ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม บันทึกข้อมูลและคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในวันที่ 16 และ 30 หลังทำการเพาะ จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรค}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันเชื้อราโดยวิธี orthogonal contrast comparison.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ยาสูบหลังการพกร่วมกับ captan

1.1 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ หลังการพกร่วมกับสารป้องกันเชื้อรา

เมื่อตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ยาสูบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองพบว่า การพอกเมล็ดยาสูบด้วย pumice เพียงอย่างเดียว มีความงอกสูงที่สุดคือ 95% และ 94% ตามลำดับ และแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่ไม่พอก และการพอกเมล็ดด้วย pumice ร่วมกับ captan ทุกอัตรา และเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มการพอกเมล็ดร่วมกับ captan ทุกอัตราพบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบด้วย pumice ร่วมกับ captan อัตรา 1 g.ai. มีความงอกดีที่สุด (91%) และมากกว่าการพอกเมล็ดร่วมกับ captan อัตราอื่นๆ อีกทั้งดีกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับเมล็ดไม่พอก ส่วนความเร็วในการงอกหลังการเพาะ ตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองพบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบด้วย pumice

มีความเร็วในการงอกดีที่สุด (13.31 ต้น/วัน และ 10.22 ต้น/วัน ตามลำดับ) และมีความแตกต่างกันในทางสถิติ กับเมล็ดพันธุ์ไม่พอก และเมล็ดที่พอกด้วย pumice ร่วมกับ captan ทุกอัตรา (Table 1)

1.2 การเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ หลังการพอกร่วมกับสารป้องกันเชื้อรา

เมล็ดพันธุ์ยาสูบที่ถูกพอกด้วย pumice เพียงอย่างเดียว มีความยาวต้นสูงที่สุดทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพเรือนทดลอง (11.36 mm. และ 12.86 mm. ตามลำดับ) และมีความแตกต่างกันในทางสถิติ กับเมล็ดพันธุ์ยาสูบไม่พอก และเมล็ดที่พอกด้วย pumice ร่วมกับ captan ทุกอัตรา จากนั้นเปรียบเทียบกลุ่มของการพอกเมล็ดร่วมกับสารป้องกันเชื้อราพบว่า เมล็ดพันธุ์ยาสูบที่พอกด้วย pumice ร่วมกับ captan อัตรา 1 g.ai. มีความยาวต้นมากกว่าและแตกต่างจากการพอกเมล็ดร่วมกับ captan ด้วยอัตราอื่นๆ ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง (8.77 mm. และ 11.85 mm. ตามลำดับ)

นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบความยาวรากในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบด้วย pumice เพียงอย่างเดียว ยังคงมีความยาวรากสูงที่สุด คือ 3.34 มิลลิเมตร และเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มของการพอกเมล็ดยาสูบด้วย pumice ร่วมกับ captan ทุกอัตราพบว่า การพอกเมล็ดด้วย captan อัตรา 1 g.ai. มีความยาวรากดีที่สุด (3.34 มิลลิเมตร) มากกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบด้วย pumice ร่วมกับ captan อัตรา 2, 4 และ 6 g.ai. อย่างไรก็ตาม ยังคงมีความยาวรากน้อยกว่าเมล็ดที่พอกด้วย pumice เพียงอย่างเดียว และเมล็ดไม่พอก (Table 2)

จากผลการทดลองพบว่า การใช้ captan ในอัตรา 1 และ 2 g.ai. มีผลต่อคุณภาพความงอกและความเร็วในการงอกหลังจากการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบน้อยที่สุด แต่การใช้ captan ในอัตรา 4 และ 6 g.ai. พอกร่วมกับ

เมล็ดพันธุ์ยาสูบ จะส่งผลต่อทั้งความงอกและความเร็วในการงอก เนื่องมาจาก captan เป็นสารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิด dicarboximide ออกฤทธิ์ในทางป้องกัน (protectant) จัดเป็นสารเคมีออกฤทธิ์ประเภทสัมผัส (contact fungicide) ดังนั้นการใช้ captan ในปริมาณความเข้มข้นสูง ทำให้มีผลต่อคุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ (พิสุทธิ์, 2550; จักรพงษ์ และคณะ, 2557ก) กลไกการทำงานของ captan จะปลดปล่อยสารพิษออกมาในรูป tetrahydrophthalimide, tetrahydrophthalic acid และ 3 โมเลกุลของคลอไรด์ (Cl⁻) ทำให้สารออกฤทธิ์ทั้ง 3 ชนิดของ captan มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนภายในเมล็ดลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระ ทำให้มีผลต่อการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase และการเพิ่มขึ้นของ lipid peroxidation จึงส่งผลต่อเอนไซม์ถูกยับยั้งต่อการย่อยสลายโปรตีน ทำให้เกิดการหยุดชะงักของเยื่อหุ้มเซลล์ และกระบวนการต่างๆ มีผลต่อการแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์เมล็ดเมื่อถูกดูดซึม ส่งผลให้เกิดกระบวนการเป็นพิษต่อเซลล์ทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่งอก สูญเสียความมีชีวิตหรือเกิดความผิดปกติกับต้นกล้า ตลอดจนมีผลกระทบต่อการยืดตัวของทั้งความยาวต้นและ ความยาวรากได้ (จักรพงษ์ และคณะ, 2557ข; จักรพงษ์ และคณะ, 2557ค; Kozlowski, 1986; McDonald, 1999; McCord, 2000; Narvaey-Vasquez et al., 1999; Rosahl, 1996; Sung and Chiu, 1995; Thobunluepop et al., 2009; Van Iersel and Bugbee, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับ Kozlowski (1986) พบว่าการใช้ captan คลุกกับเมล็ดมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดความเสียหายต่อคุณภาพความงอกอย่างมาก และการใช้ captan พอกร่วมกับเมล็ดพันธุ์ยาสูบอัตรา 4 และ 6 g.ai. มีความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลองเพียง 74 และ 67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จักรพงษ์, 2557)

Table 1 Germination percentage and speed of germination of pelleted tobacco seeds under laboratory and field conditions.

Method	Germination (%)		Speed of Germination (Seedlings/days)	
	Laboratory	Greenhouse	Laboratory	Greenhouse
Non-pelleting	86 b ^{1/2/}	88 b	12.06 d	9.43 b
Pelleting with pumice	95 a	94 a	13.31 a	10.22 a
Pelleting with captan 1 g.ai.	91 ab	89 b	12.49 b	8.64 c
Pelleting with captan 2 g.ai.	89 b	87 b	12.22 c	8.39 c
Pelleting with captan 4 g.ai.	86 b	80 c	12.05 d	7.20 d
Pelleting with captan 6 g.ai.	80 c	70 d	10.50 e	5.45 e
C.V. (%)	3.55	2.64	2.37	3.01

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly at $p \leq 0.01$ by DMRT

^{2/}Data are transformed by the arcsine before statistical analysis.

Table 2 Shoot and root length of tobacco seedling after seed pelleting process with different fungicide types and concentrations tested under laboratory and greenhouse conditions.

Method	Shoot length (mm.)		Root length (mm.)
	Laboratory	Greenhouse	Laboratory
Non-pelleting	5.18 c ^{1/}	8.29 f	3.13 b
Pelleting with pumice	11.36 a	12.86 a	3.34 a
Pelleting with captan 1 g.ai.	8.77 b	11.85 c	2.54 c
Pelleting with captan 2 g.ai.	4.67 d	12.55 b	1.62 d
Pelleting with captan 4 g.ai.	2.34 e	10.78 d	0.47 e
Pelleting with captan 6 g.ai.	0.33 f	9.61 e	0.14 f
C.V. (%)	1.80	1.43	2.87

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly at $p \leq 0.01$ by DMRT

1.3 การป้องกันเชื้อรา *Pythium* spp. ของเมล็ดพันธุ์ยาสูบหลังการพอกร่วมกับ captan

เมื่อตรวจสอบการยับยั้งเชื้อราของเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่พอกด้วย captan หลังการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า เมล็ดพันธุ์ยาสูบไม่พอก (ชุดควบคุม) และเมล็ดที่พอกด้วย pumice ไม่สามารถป้องกันเชื้อรา *Pythium* spp. ได้ ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วย captan อัตราต่างๆ กัน สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ทุกอัตรา โดยการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบด้วย captan อัตรา 6 g.a.i. สามารถยับยั้งเชื้อรา *Pythium* spp. ได้ดีที่สุด ซึ่งมีพื้นที่ยับยั้ง 3.96 มิลลิเมตร จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่พอกด้วยวิธีการ

ต่างกันไปตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า เมล็ดพันธุ์ยาสูบที่ผ่านการพอกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอกดังนี้ เมื่อผ่านไป 16 และ 30 วันหลังเพาะ เมล็ดพันธุ์ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในต้นกล้ายาสูบมากที่สุดคือ 16.25 และ 51.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่พอกด้วย captan ทุกอัตรา สามารถยับยั้งการเกิดโรคในต้นกล้ายาสูบได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคประมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะเมล็ดที่พอกด้วย captan อัตรา 6 g.ai. ไม่พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในต้นกล้ายาสูบ (Table 3)

Table 3 Chemicals Inhibition clear zone and infection percentage of *Pythium* spp. on potato dextrose agar plates and greenhouse conditions respectively.

Chemical substance method	Laboratory Clear zone Inhibition (mm.)	Greenhouse conditions <i>Pythium</i> spp. infection (%)	
		16 days	30 days
Non-pelleting	0.00 d ^{1/2}	16.25 a	51.25 a
Pelleting with pumice	0.00 d	12.50 a	42.50 b
Pelleting with captan 1 g.ai.	2.57 c	3.75 b	5.00 c
Pelleting with captan 2 g.ai.	2.99 b	1.25 b	2.50 c
Pelleting with captan 4 g.ai.	3.13 b	1.25 b	1.25 c
Pelleting with captan 6 g.ai.	3.96 a	0.00 b	0.00 c
C.V. (%)	12.04	57.14	31.98

^{1/2}Means within a column followed by the same letter are not significantly at $p \leq 0.01$ by DMRT

²Data are transformed by the square root $\sqrt{x+0.5}$ before statistical analysis.

จากการเปรียบเทียบแบบกลุ่มของเมล็ดพันธุ์ยาสูบไม่พอก และวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบแบบต่างๆ กันด้วยค่าเฉลี่ยตามวิธีการ orthogonal contrasts พบว่าการตรวจสอบพื้นที่ยับยั้งการเกิดโรค (clear zone inhibition) การเข้าทำลายของเชื้อรา *Pythium* spp. ในสภาพห้องปฏิบัติการ เมล็ดพันธุ์ยาสูบที่ไม่พอก มีเชื้อราเกิดขึ้นรอบๆ เมล็ดพันธุ์ และแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ กัน ทุกกรรมวิธี ส่วนการเปรียบเทียบการพอกเมล็ดด้วย pumice เพียงอย่างเดียว และเมล็ดที่พอกด้วย pumice ร่วมกับ captan ทุกอัตรา พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย pumice ร่วมกับ captan อัตรา 1,

2, 4 และ 6 g.ai. ยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อรา *Pythium* spp. ได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่พอกด้วย pumice เพียงอย่างเดียว และเมื่อตรวจสอบการยับยั้งเชื้อราในสภาพเรือนทดลองหลังจากการเพาะกล้าเป็นเวลา 16 และ 30 วัน พบว่าเมล็ดยาสูบที่พอกด้วย pumice ร่วมกับ captan ทุกอัตรา สามารถยับยั้งการเกิดโรคของต้นกล้าได้ดีกว่าเมล็ดที่ไม่พอก และการพอกด้วย pumice เพียงอย่างเดียว โดยการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย pumice ร่วมกับ captan อัตรา 6 g.ai. สามารถยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อรา *Pythium* spp. ได้ดีที่สุด (100 %) ตลอดระยะเวลา 30 วัน หลังการเพาะกล้า (Table 4)

Table 4 Comparison by orthogonal contrast of chemicals Inhibition clear zone and infection percentage of *Pythium* spp.

Chemical substance method ^{1/}	Laboratory Clear zone Inhibition (mm)	Greenhouse conditions <i>Pythium</i> spp. infection (%)	
		16 days	30 days
P ₀ vs P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	**	**	**
P ₀ vs P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	**	**	**
P ₁ vs P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	**	**	**
P ₂ vs P ₃ , P ₄ , P ₅	**	**	**
C.V. (%)	12.04	57.14	31.98

** : significantly different at $P \leq 0.01$ respectively.

^{1/}P₀ = non-pelleting, P₁ = pelleted seed with pumice, P₂ = pelleted seed with pumice mixed captan 1 g.ai., P₃ = pelleted seed with pumice mixed captan 2 g.ai., P₄ = pelleted seed with pumice mixed captan 3 g.ai., P₅ = pelleted seed with pumice mixed captan 4 g.ai.

จากผลการทดลองเห็นได้ชัดเจนว่า captan มีอิทธิพลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และสามารถยับยั้งป้องกันเชื้อราได้ เนื่องจาก captan เป็นสารเคมีชนิดออกฤทธิ์แบบสัมผัส (contact fungicide) ซึ่งจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา หรือยับยั้งการสร้างสปอร์บริเวณที่สัมผัสโดยตรง เป็นสารที่ใช้สำหรับป้องกัน (protectant) ก่อนที่เชื้อราจะเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์หรือต้นกล้า (พิสุทธิ, 2550) ซึ่งเมื่อทำการพอกพร้อมกับเมล็ดพันธุ์ยาสูบที่มีขนาดเล็ก จึงอาจมีทั้งผลดีและผลเสียต่อเมล็ดพันธุ์ยาสูบได้ นอกจากนี้การเก็บรักษาหลังการพอกพร้อมกับ captan เป็นระยะเวลานาน อาจทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์เสื่อมก่อนที่จะสามารถงอกเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้ (จักรพงษ์ และ บุญมี, 2557ก) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรายังคงมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากเชื้อราสาเหตุโรคมีวิวัฒนาการ การเปลี่ยนแปลงมากมาย และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสารเคมีมากขึ้น นอกจากนี้ Huijbregts (1995) ได้รายงานเพิ่มเติมว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารป้องกันเชื้อรามีความจำเป็นอย่างมากต่อระบบการปลูกพืชในปัจจุบัน เพราะฉะนั้นการศึกษาวิธีการใช้สารเคมีที่เหมาะสมทั้งวิธีการและการใช้ร่วมกับเมล็ดพันธุ์ จึงจะมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้สูงสุด และยังคงมีงานวิจัยอีกมากจากการใช้สารป้องกันเชื้อราพร้อมกับเมล็ดพันธุ์ เช่นจากรายงานของ ภานิ และคณะ (2540) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ฟักทองพร้อมกับ captan พบว่าไม่มีการปนเปื้อนเชื้อราแต่อย่างใด อีกทั้งมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดกลุ่มปกติ ดังเช่นการเคลือบ captan ร่วมกับ carboxin กับเมล็ดพันธุ์พืช และนำไปเร่งอายุตรวจสอบการเข้าทำลายของเชื้อรา พบว่าเมล็ดพันธุ์ไม่เกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus niger* ได้ทั้งในสภาพการเก็บรักษาในโรงเก็บ (นิตยา, 2546) นอกจากนี้มีรายงานเพิ่มเติมจาก Sujatha (1994) พบว่า การพอกเมล็ดถั่วพุ่ม และ ถั่วเขียวผิวดำ ด้วย captan อัตรา 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมล็ดพันธุ์ และ potassium dihydrogen phosphate 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

เมล็ดพันธุ์ พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ได้นานถึง 5 เดือน ภายใต้สภาวะแวดล้อมควบคุมโดยปราศจากการเข้าทำลายของเชื้อราต่างๆ ต่อมา Goudar and Kulkarni (1999) ได้ทดสอบคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วมะแฮะ ร่วมกับ captan อัตรา 0.2% พบว่าสามารถยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium udum* ได้ (40%) และยังพบว่า เมื่อใช้ captan ร่วมกับ *Trichoderma harzianum* และ *Trichoderma viride* อัตรา 0.2% + 4 g./kg. เมล็ดพันธุ์มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อรา *Fusarium udum* ได้สูงสุด คือ (60%) และ Suresh (1999) ได้ทำการคลุกเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ ด้วย captan 2 กรัม/กิโลกรัมเมล็ดพันธุ์ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด (88%) ความยาวราก (5.23 เซนติเมตร) ความยาวราก (5.62 เซนติเมตร) น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (0.32 กรัม) มีดัชนีความแข็งแรง (951) และความงอกในสภาพแปลงปลูก (59%) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ต่อมา Kavitha (2007) ได้ศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหลังการพอกและการเก็บรักษาพบว่าการพอก captan (3 g/kg) ร่วมกับ imidachloprid (2 g/kg) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความงอก (95%) นอกจากนี้ Manjunath et al. (2009) พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์พริกด้วย captan อัตรา 2.5 g/kg. พบว่ามีความงอก (91.75%) มากกว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ไม่ได้พอก (90%) ผลจากการวิจัยนี้จึงกล่าวได้ว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบพร้อมกับ captan เป็นแนวทางป้องกันโรคเชื้อรา *Pythium* spp. ที่เป็นสาเหตุของโรคเน่าคอดินของยาสูบในระยะกล้าของยาสูบได้

สรุป

การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบพร้อมกับสารเคมีป้องกันเชื้อรา captan อัตรา 1 และ 2 g.ai. ไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้านความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ ทั้งการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ โดย captan อัตรา 6 g.ai. มีการยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุนทุนงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสถานที่วิจัยยาสูบแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์ยาสูบสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ Serology สาขาวิชาโรคพืช และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีวิทยาการเมล็ดพันธุ์อาคารโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- ขจรเกียรติ ธิปทา, จิรพรรณ ไสกี และพิภัทร เจียมพิริยะกุล. 2554. การคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อการควบคุมเชื้อรา *Pythium* spp. สาเหตุโรคเน่าคอดิน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, กรุงเทพฯ.
- จักรพงษ์ กางโสภา และ บุญมี ศิริ. 2556ก. ผลของการพอกเมล็ดด้วย pumice zeolite และ bentonite ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. แก่นเกษตร. 41(พิเศษ 1): 257-262.
- จักรพงษ์ กางโสภา และ บุญมี ศิริ. 2556ข. ผลของการพอกเมล็ดด้วยวัสดุประสานชนิดต่างกันต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ณ โรงแรม HANSA JB Hotel จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 20-24 พฤษภาคม 2556.
- จักรพงษ์ กางโสภา. 2557. ผลของสูตรตำรับและวิธีการพอกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันโรคเน่าคอดินต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จักรพงษ์ กางโสภา และ บุญมี ศิริ. 2557ก. อิทธิพลของการพอกเมล็ดร่วมกับสารป้องกันเชื้อราต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. แก่นเกษตร. 42(พิเศษ 1): 110-116.
- จักรพงษ์ กางโสภา, บุญมี ศิริ และอนันต์ วงเจริญ. 2557ก. ผลของการพอกเมล็ดร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อราต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบเวอร์จิเนีย. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 ณ วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จักรพงษ์ กางโสภา, บุญมี ศิริ และอนันต์ วงเจริญ. 2557ข. ผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ Captan ต่อคุณภาพและประสิทธิภาพการป้องกันเชื้อรา *Pythium* spp. ของเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 ณ โรงแรม แกรนด์จอมเทียน พาเลซ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 20-23 พฤษภาคม 2557.
- จักรพงษ์ กางโสภา และ บุญมี ศิริ. 2557ข. อิทธิพลของวัสดุประสานที่พัฒนาขึ้นสำหรับการพอกเมล็ด ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. แก่นเกษตร. 42(2): 201-210.
- จักรพงษ์ กางโสภา, บุญมี ศิริ และอนันต์ วงเจริญ. 2557ค. อิทธิพลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อรา หลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของยาสูบ. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 32 ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 3-4 พฤศจิกายน 2557.
- นิตยา นาคพุ่ม. 2546. ผลของการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อคุณภาพและอายุในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ มข.25 ในภาชนะบรรจุแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิสุทธ์ เอกอานวย. 2550. โรคและแมลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. สายธุรกิจโรงพิมพ์. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิง, กรุงเทพฯ.
- ภาณี ทองพำนัก, วุฒิชัย ทองดอนแอ, ประภาส ประเสริฐสูงเนิน, กนิษฐา สังคະหะ และภาณี มั่นอัน. 2540. การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืช และการใช้ประโยชน์. รายงานผลการวิจัยประจำปีทุนอุดหนุนวิจัยปี 2540. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- Anderson, M.G., B.A. Fortnum, and S.B. Martin. 1997. First report of *Pythium myriophyllum* in tobacco float system in South Carolina. Plant disease. 81: 227.
- Goudar, S. B., and S. Kulkarni. 1999. Compatibility effect of antagonists and seed dressers against *Fusarium udum*-The causal agent of pigeonpea wilt. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 12: 1-4.

- Guan, Yajing Wang, Jianchen Tian, Yixin Hu, Weimin Zhu, Liwei Zhu, Shuijin, and Hu, Jin. 2013. The Novel Approach to Enhance Seed Security: Dual Anti-Counterfeiting Methods Applied on Tobacco Pelleted Seeds. *PLoS ONE*. 8(2): e57274.
- Heijbroek, W., and A.W.M. Huijbregts. 1995. Fungicides and insecticides applied to pelleted sugar-beet seeds III. Control of insects in soil. *Crop Protection*. 14(5): 367-373.
- Huthchens, T.W. 1999. Tobacco seed. In: D.L. Davis and M.T. Nielsen (ed.) *Tobacco: Production, chemistry, and technology*. Blackwell Science, London, UK. 66-9 p.
- ISTA. 2004. *International Rules for Seed Testing*. Seed Science and technology. Glattbrugg, Switzerland. 450 p.
- Kavitha, M. 2007. Seed quality enhancement and storability studies in chilli (*Capsicum annuum* L.). M.Sc. Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- Kozłowski, T.T. 1986. Effects on seedling development of direct contact of *Pinus resinosa* seeds or young seedlings with Captan. *European Journal of Forest Pathology*. 16: 87-90.
- Manjunath, S.N., V.K., Deshpande, O., Sridevi, D.S., Uppar, H.B. Babalad, and M.S.L. Rao. 2009. Influence of seed pelleting on crop growth, seed yield and quality of paprika chilli (*Capsicum annuum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 22: 762-764.
- McCord J.M. 2000. The evolution of free radicals and oxidative stress. *American Journal of Medicine*. 108 (8): 652-659.
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Technol.* 27: 177-237.
- Narvaey-Vasquez, J., J. Florin-Christensen, and C.A. Ryan. 1999. Positional specificity of a phospholipase an activity induced by wounding systemic and oligosaccharide elicitors in tomato leaves. *Plant Cell*. 11: 2249-2260.
- Rosahl, S. 1996. Lipoxygenases in plants-their role in development and stress response. *Z. Naturforsch C*. 51: 123-138.
- Sanchez, J., S. Olivares, and E. Gallego. 2001. Occurrence and pathogenicity of *Pythium* spp. in the dust deposited on the greenhouse roofs in the poniente region of Almeria (South-East Spain). *J. Plant Pathology*. 83(1): 13-19.
- Sung, J.M., and C.C. Chiu. 1995. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes of naturally aged soybean seed. *Plant Sci*. 110: 45-52.
- Sujatha, K. 1994. Effect of invigoration treatments on production and storability and seed pelleting cowpea and Black gram. M.Sc. Thesis, Tamil Nadu Agric. Univ., Coimbatore, India.
- Suresh, H. 1999. Studies on storability of onion seeds (*Allium Cepa* L.). M.Sc. (Agriculture) Thesis, Uni. Agric. Sci. Dharwad.
- Statista. 2014. Area of harvested tobacco worldwide from 1980 to 2011. Available: <http://www.statista.com>. Accessed Jun. 15, 2014.
- Thobunluepop, P., W. Pan-in, E. Pawelzik, and S. Veerasilp. 2009. The Perspective effects of various seed coating substances on rice seed variety Khao Dawk Mali 105 storability II: The case study of chemical and biochemical properties. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 12: 574-581.
- Van-lersel, M.W., and B. Bugbee. 1996. Phytotoxic effects of fungicides on bedding plants. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121: 1095-1102.
- Zenk, P. 2004. Seed coatings get serious. Available: <http://farmindustrynews.com/mag/>. Accessed Feb. 1, 2004.