Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 399-402 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 399-402 (2554)

การศึกษาผลของสารตัวกลางที่ใช้ร่วมกับสารสกัดกานพลูในการคลุกเมล็ดข้าวป้องกันเชื้อราในโรงเก็บ

Effect of Inert Ingredients Mixed with Clove Crude Extract Used as Rice Seed Coating for Controlling the Growth of Seed Storage Fungi

ปอพิไล พิพิธ[1] **และ อุมา แสงคร้าม**[1]

Porpilai Phiphit[1] and Uma Sangkram[1]

Abstract

This research was to study the effect of inert ingredients mixing with crude extract of clove for controlling the growth of three seed storage fungi. The experimental design was Completely Randomized Design with 3 replications. The wettable powders used were $CaCO_3$, Talc, Bentonite, Kaolinite, Montmorillonite K-10 and Montmorillonite KSF. The mixture of crude extract of clove were mixed with potato dextrose agar (PDA) at concentration of 1,500 ppm. Three kinds of fungi which were *Aspergillus flavus, Aspergillus niger* and *Penicillium spp*. isolated from rice seeds were grown on the PDA for 9 days. Growth of fungi was measured in term of colony's diameter. The results showed that the crude extract of clove mixed with Bentonite, Kaolinite and Montmorillonite K-10 could completely inhibit the growth of the 3 fungi. The mixture of crude extract of clove with Montmorillonite KSF could only completely inhibit the growth of *Penicillium spp.* The mixture of crude extract of clove and the 6 inert gradients were also coated on rice seeds stored for 30 days. The highest germination percentage and the highest dry weight of seedling were obtained from rice seeds coated with crude extract of clove mixed with Montmorillonite K-10. Rice seeds were also try coating with clove crude extract mixed with Montmorillonite K-10 and stored for 90 days. Comparing with control seeds, the coated seeds had higher germination percentage and higher dry weight of seedling there those of the controls. When the rice seeds were grown on PDA for 5 days, fungi found on control seeds were significantly higher than those of the coated seeds.

Keywords: clove, seed coating, storage fungi

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดของผงตัวกลางเพื่อใช้ร่วมกับสารสกัดกานพลู ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในโรงเก็บ 3 ชนิด คือ *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* และ *Penicillium spp.* ซึ่งแยกได้จากเมล็ดพันธุ์ข้าว ดำเนินการโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เปรียบเทียบผงตัวกลาง 6 ชนิด ได้แก่ $CaCO_3$, Talc, Bentonite, Kaolinite, Montmorillonite K-10 และ Montmorillonite KSF ผสมกับสารสกัดกานพลูซึ่งสกัดโดยใช้แอลกอฮอล์สกัดแล้วระเหยออก ผสมสารสกัดหยาบที่ได้ร่วมกับผงตัวกลางแต่ละชนิด ให้มีปริมาณสารสกัด 10% โดยน้ำหนัก นำผงสารสกัดกานพลูผสมในอาหารวุ้นให้ได้ความเข้มข้นของสารสกัด 1,500 ppm ปลูกถ่ายเชื้อราบนอาหารวุ้น แล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราหลังเลี้ยงเชื้อ 9 วัน พบว่าสารสกัดกานพลูร่วมกับผง Bentonite, Kaolinite และ Montmorillonite K-10 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่สารสกัดร่วมกับ Montmorillonite KSF สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์เฉพาะ *Penicillium spp.* เมื่อนำสารสกัดกานพลูร่วมกับผงตัวกลางทั้งหกชนิดมาคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวและเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน พบว่า เมล็ดที่คลุกด้วยผงสารสกัดร่วมกับ Montmorillonite K-10 มีความงอกเฉลี่ยสูงสุด และต้นกล้าที่ได้มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษาเมล็ดที่คลุกผงสารสกัดกานพลูร่วมกับ Montmorillonite K-10 เป็นเวลา 90 วัน เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้คลุกผง (ชุดควบคุม) พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษาทำให้เมล็ดชุดควบคุมมีความงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำกว่าเมล็ดที่คลุกด้วยผงสารสกัด และเมล็ดชุดควบคุมจะถูกเชื้อราเข้าทำลายมากกว่า

คำสำคัญ: กานพลู สารคลุกเมล็ด เชื้อราในโรงเก็บ

บทนำ

ข้าว (Rice : *Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่เป็นอาหารหลักและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทย เนื่องจากความต้องการข้าวในตลาดต่างประเทศมีปริมาณมาก รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมให้มีการผลิตข้าวคุณภาพดี (วันชัย, 2542) การผลิตข้าวให้ได้ผลผลิตดี และมีคุณภาพสูง จำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดี มีศักยภาพในการงอกสูง และเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Division of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

สมบูรณ์ ปราศจากเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ (seed borne pathogen) อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์มักจะเสียหายเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อราในแปลงปลูกหรือเชื้อราในโรงเก็บซึ่งนับว่ามีความสำคัญมาก

วิธีการควบคุมเชื้อราในโรงเก็บเมล็ดสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมคือการใช้สารเคมีรมควันหรือคลุกเมล็ดเนื่องจากสะดวกและง่ายต่อการจัดการ แต่สารเคมีอาจเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้ และอาจมีผลต่อการดื้อสารเคมีของเชื้อสาเหตุ รวมทั้งอาจทำให้อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สั้นลง (กัญจนา, 2538 ; วันชัย, 2542) ดังนั้นการศึกษาหาสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ทดแทนเพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าวจึงได้รับความสนใจมากขึ้นโดยลำดับ จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชหลายชนิดที่มีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์ เช่น กานพลูมีสาร eugenol (80-87 เปอร์เซ็นต์) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus, A. ochraceus, A. parasiticus, A. versicolor* เป็นต้น (แสงมณี, 2539) ศรอนงค์ (2552) รายงานว่า การทำผงคลุกเมล็ดจากสารสกัดหยาบกานพลูผสมกับผง $CaCO_3$ และนำมาทดสอบการคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบริสุทธิ์โดยผสมผงสารสกัดในอาหารสังเคราะห์ PDA ที่ใช้เลี้ยงเชื้อรา พบว่า ผงสารสกัดกานพลูยังคงสภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus, A. niger* และ *Penicillium spp*. ได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) แต่การนำผงสารสกัดดังกล่าวมาคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและเก็บรักษาไว้ พบว่าไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์เหล่านี้มีการแฝงตัวของเชื้อราอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งเชื้อราอาจเจริญเข้าไปในเนื้อเยื่อของเมล็ดหรือใต้เปลือกเมล็ด ทำให้ผงสารสกัดไม่สัมผัสกับเชื้อ ขณะเดียวกันการคลุกผงสารสกัดไม่สามารถคลุกได้ทั่วทั้งเมล็ดและความเข้มข้นของสารสกัดที่ผสมกับผง $CaCO_3$ อาจต่ำเกินไปจึงทำให้การควบคุมเชื้อราไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร การศึกษาครั้งนี้จึงทำขึ้นเพื่อหาชนิดของผงตัวกลางที่เหมาะสมที่จะใช้ร่วมกับสารสกัดกานพลูในการคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งคาดว่าผลที่ได้จะเป็นแนวทางในการผลิตสารคลุกเมล็ดทดแทนการใช้สารเคมีต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมสารสกัดกานพลู

นำกานพลูบดผง (ดอกแห้ง) แช่ในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน กานพลู 1 กรัม ต่อแอลกอฮอล์ 9 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำมากรองกากออกด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 93 นำสารสกัดที่ได้มาระเหยแอลกอฮอล์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (vacuum rotary evaporator) จนได้สารสกัดหยาบ (crude extract) นำสารสกัดหยาบกานพลูที่ได้ มาผสมน้ำกลั่น จากนั้นปรับสารละลายให้เป็นกรดแก่ ใส่สารละลายลงในกรวยแยก เติมเอธิลอะซีเตทอัตราส่วน 1 : 1 เขย่าสารให้เข้ากัน แยกสารส่วนที่ละลายในเอทธิลอะซีเตทมากลั่นเพื่อระเหยเอธิลอะซีเตทออกจนได้สารที่มีลักษณะข้นหนืด

2. การทำสารสกัดให้อยู่ในรูปผง

นำสารสกัดที่ได้จากขั้นตอนแรกมาผสมร่วมกับผงตัวกลาง 6 ชนิด ได้แก่ $CaCO_3$, Talc, Bentonite, Kaolinite, Montmorillonite K-10 และ Montmorillonite KSF ในอัตราส่วน สารสกัดกานพลู 5 กรัม ต่อผงตัวกลาง 50 กรัม โดยให้มีปริมาณสารออกฤทธิ์ 10 เปอร์เซ็นต์

3. การทดสอบประสิทธิภาพของผงตัวกลางที่เหมาะสมในการใช้ร่วมกับสารสกัดกานพลูเพื่อคลุกเมล็ด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบชนิดของผงตัวกลาง 6 ชนิดที่ผสมกับสารสกัดกานพลู ได้แก่ $CaCO_3$,Talc, Bentonite, Kaolinite, Montmorillonite K-10 และ Montmorillonite KSF (1) ศึกษาการออกฤทธิ์ของผงสารสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบริสุทธิ์ โดยแยกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยวิธี tissue transplanting technique จนได้เชื้อบริสุทธิ์ ทำการจัดจำแนกในเบื้องต้น นำผงสารสกัดที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 2 ผสมลงในอาหาร PDA เทอาหาร PDA ที่ผสมผงสารสกัดลงในจานเพาะเชื้อ (petridish) ปริมาณ 20 มิลลิลิตร/จาน ทำการถ่ายเชื้อราที่แยกได้ลงบน PDA ที่แข็งตัวแล้ว ปริมาณ 1 เข็มเขี่ย/จานเพาะ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 9 วัน ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (colony's diameter) (2) ศึกษาประสิทธิภาพของผงสารสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ และผลของผงสารสกัดต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวคลุกผงสารสกัดทั้ง 6 ชนิด และเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 15 และ 30 วัน นำเมล็ดส่วนหนึ่งมาเพาะบนอาหาร PDA เป็นเวลา 5 วัน เพื่อดูการเจริญของเชื้อราที่เกิดขึ้น โดยให้คะแนน 1-5 ตามระดับการเจริญของเชื้อรา (weight of colonization) และนำเมล็ดอีกส่วนหนึ่งมาเพาะความงอกและหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า จากนั้นเลือกชนิดของผงตัวกลางที่ใช้ร่วมกับสารสกัดกานพลูที่ให้ผลดีที่สุดนำมาคลุกเมล็ดและเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน โดยก่อนเก็บรักษาและทุก 15 วันระหว่างเก็บรักษา ทำการตรวจสอบผลของผงสารสกัดต่อการควบคุมเชื้อราและผลต่อความงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้คลุกผง วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลอง

ผลและวิจารณ์การทดลอง

1. การศึกษาการออกฤทธิ์ของผงสารสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบริสุทธิ์

จากการแยกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว พบเชื้อรา 3 ชนิด คือ *A. flavus, A. niger* และ *Penicillium spp.* และเมื่อศึกษาการออกฤทธิ์ของผงสารสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด โดยปลูกถ่ายเชื้อราบริสุทธิ์บนอาหารวุ้น และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีหลังเลี้ยงเชื้อ 9 วัน พบว่า สารสกัดกานพลูร่วมกับผง Bentonite, Kaolinite และ Montmorillonite K-10 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่สารสกัดร่วมกับ Montmorillonite KSF สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) เฉพาะ *Penicillium spp.* (Figure 1) ซึ่งกนกวรรณ และกิตติพันธ์ (2544) กล่าวว่าสมุนไพรประกอบด้วยสารหลายชนิด ทั้งอินทรีย์สาร วิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ และเกลือแร่ ซึ่งจะแปรสภาพไปเป็นพลังงานเพื่อกระตุ้น และแสดงปฏิกิริยาต่อต้านการทำลายของเชื้อโรคและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ให้หยุดการเจริญเติบโตได้ Hitokoto *et al.* (1980) ศึกษาสาร eugenol ซึ่งสกัดได้จากกานพลู และสาร thymol ซึ่งสกัดได้จากไทม์ที่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 4 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร พบว่า สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus sp.* ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งในการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบสารตัวกลาง 6 ชนิด ที่ใช้ร่วมกับสารสกัดกานพลูและพบผลที่ต่างกัน อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของผงตัวกลางแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทำให้การแสดงประสิทธิภาพหรือการออกฤทธิ์ของสารสกัดกานพลูต่างกัน

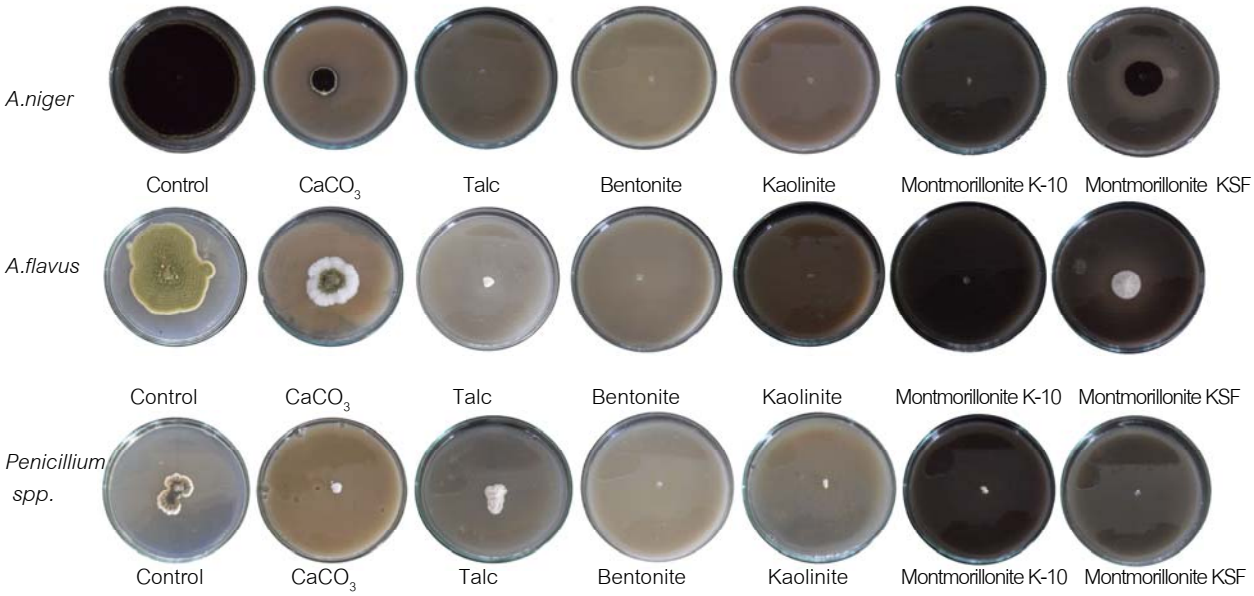

Figure 1 Effect of crude extract of clove mixed with inert ingredients on inhibition of growth of fungi.

2. การศึกษาประสิทธิภาพของผงสารสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ และผลของผงสารสกัดต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

เมื่อนำสารสกัดกานพลูร่วมกับผงตัวกลางทั้ง 6 ชนิดมาคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าว เก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน และนำเมล็ดพันธุ์มาเพาะในอาหาร PDA ทุก 15 วัน ระหว่างเก็บรักษา เพื่อดูการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ พบว่า สารสกัดกานพลูที่ผสมร่วมกับ Talc มีการเจริญของเชื้อราเกิดขึ้นน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสารสกัดกานพลูร่วมกับ Montmorillonite K-10 และ $CaCO_3$ ตามลำดับ (Table 1) ส่วนความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่คลุกด้วยสารสกัดกานพลูที่ผสมร่วมกับผงตัวกลางทั้ง 6 ชนิด พบว่าเมล็ดที่คลุกด้วยผงสารสกัดร่วมกับ Montmorilonite K-10 มีความงอกสูงสุด และต้นกล้าที่ได้มีน้ำหนักแห้งสูงสุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Table 1) ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงผลของสารตัวกลางแต่ละชนิดที่ทำให้การออกฤทธิ์ของสารสกัดกานพลูต่างกัน

เมื่อทำการคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยผงสารสกัดกานพลูร่วมกับ Montmorilonite K-10 (K-10) และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน ทดสอบประสิทธิภาพของผงคลุกเมล็ด เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้คลุกผง (ชุดควบคุม) พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษาทำให้เมล็ดชุดควบคุมมีความงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำกว่าเมล็ดที่คลุกด้วยผงสารสกัด และเมล็ดชุดควบคุมจะถูกเชื้อราเข้าทำลายมากกว่า (มีการเจริญของเชื้อรามากกว่า) (Table 2) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผงสารสกัดร่วมกับ Montmorillonite K-10 ที่คลุกเมล็ดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดได้ ทำให้มีการรอดชีวิตของเชื้อราน้อยกว่าชุดควบคุม ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษานานกว่า 60 วัน

Table 1 Effect of clove extract mixed with the 6 inert ingredients on growth of seed borne fungi, germination and dry weight of rice seeds

Weight of colonization	Storage time (d)	Inert ingredients					
		$CaCO_3$	Talc	Bentonite	Kaolinite	Montmorillonite K-10	Montmorillonite KSF
	0	2.90	2.23	3.17	1.87	2.10	3.67
	15	2.33	1.93	2.07	3.23	2.90	3.33
	30	1.87	1.00	2.27	2.47	1.37	2.33
Average		2.37bc	1.72c	2.50b	2.52b	2.12bc	3.11a
Germination (%)							
	0	78.67	41.33	84.00	86.00	88.00	53.33
	15	29.33	8.00	60.00	0.00	94.67	42.67
	30	6.67	0.00	8.00	0.00	94.67	26.67
Average		38.22c	16.44d	50.67b	28.67c	92.44a	40.89b
Dry weight (g/plant)							
	0	0.0026	0.0020	0.0025	0.0028	0.0031	0.0033
	15	0.0028	0.0015	0.0024	0.00	0.0026	0.0028
	30	0.0012	0.00	0.0030	0.00	0.0034	0.0021
Average		0.0022c	0.0012d	0.0026b	0.0009c	0.0030a	0.0027b

The same letters with in the same row are not significantly different at $p \leq 0.05$ (DMRT)

Table 2 Effect of clove extract mixed with K-10 on growth of seed borne fungi and on germination and dry weight of rice seeds

Storage time (d)	Weight of colonization		T-test	Germination (%)		T-test	Dry weight (g/plant)		T-test
	Control	K-10		Control	K-10		Control	K-10	
0	4.43	2.10	**	89.33	88.00	ns	0.0033	0.0031	ns
15	4.53	2.90	**	94.67	94.67	ns	0.0027	0.0026	ns
30	4.40	1.37	**	98.64	94.67	ns	0.0034	0.0034	ns
45	4.23	0.87	**	90.67	89.32	ns	0.0037	0.0037	ns
60	3.67	1.07	**	90.67	92.00	ns	0.0044	0.0043	ns
75	4.13	1.20	**	78.67	90.67	*	0.0022	0.0029	*
90	4.80	1.37	**	72.00	90.67	**	0.0018	0.0021	*

*,** = significant difference, highly significant difference

ns = non significant difference

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดกานพลูร่วมกับผง Montmorillonite K-10 ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบริสุทธิ์ *A. flavus*, *A. niger* และ *Penicillium spp*. ได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อนำมาคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวผง สารสกัดดังกล่าวสามารถลดการทำลายของเชื้อราได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และผงสารสกัดไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสารสกัดกานพลูร่วมกับผง Montmorillonite K-10 ในการใช้เป็นสารคลุกเมล็ด ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปริมาณสารเคมีในระบบการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ ปั้นดี และกิตติพันธ์ อุดมวงศ์ทรัพย์. 2544. ผลของสมุนไพรบางชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในอาหารวุ้น ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

กัญจนา พุทธสมัย. 2538. โรคเมล็ดพันธุ์และเชื้อราในโรงเก็บ. กลุ่มงานวิจัยโรคพืชผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 46 น.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ. 276 น.

ศรอนงค์ อุยโต. 2552. การพัฒนาสารสกัดจากพืชเพื่อใช้ควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.116 น.

แสงมณี ชิงดวง. 2539. การป้องกันการกำจัดโรคพืช โดยใช้พืชสมุนไพร. ข่าวสารกองโรคพืชและจุลชีววิทยา 6(2) :139

Hitokoto, H., S. Morozumi, T. Nauka, S. Sakai and I. Ueno. 1980. “Inhibitory effect of spices on growth and toxin production by toxigenic fungi.” Appl. and Environ. Microb. 39 : 818-822.