รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช

โครงการวิจัย วิจัยการกักกันพืช

กิจกรรม การเฝ้าระวังศัตรูพืชกักกัน

ชื่อการทดลอง การเฝ้าระวังการแพร่กระจายของราเขม่าดำ (*Urocystis cepulae*) ในพื้นที่ปลูกหอมแดงและกระเทียมเพื่อการส่งออก

Surveillance of Smut Fungi (*Urocystis cepulae* Frost) in Shallot and Garlic Plantation

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง

นางสาวพรพิมล อธิปัญญาคม นักวิชาการโรคพืชชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผู้ดำเนินงาน

นางสาวสุณีรัตน์ สีมะเดื่อ นักวิชาการโรคพืชชำนาญการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

นางสาวชนินทร ดวงสะอาด นักวิชาการโรคพืชปฏิบัติการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

นางสาวทิพวรรณ กันหาญาติ นักวิชาการโรคพืชปฏิบัติการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ประเทศไทยส่งออกหอมแดงไปประเทศอินโดนีเซียมีมูลค่า 500 ล้านบาทต่อปี และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นในอนาคต ในปี 2552 ประเทศอินโดนีเซียได้แจ้งว่าพบรายงานในประเทศไทยมีเชื้อศัตรูพืชที่เป็นศัตรูกักกันของประเทศอินโดนีเซียคือ ราเขม่าดำ (*Urocystis cepulae*) การนำเข้าจะต้องผ่านการตรวจรับรองและออกใบรับรองสุขอนามัยพืชว่าจะต้องปราศจากรา *U. cepulae* จากประเทศผู้ส่งออก ดังนั้นเพื่อส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ลดขั้นตอนและระยะเวลาการออกใบรับรอง จึงมีความจำเป็นต้องทำการเฝ้าระวังเชื้อทั้งสองชนิดนี้ในหอมแดงที่จะส่งออกไปประเทศอินโดนีเซียตั้งแต่ในแปลงปลูก โดยทำการสืบค้นข้อมูลและศึกษาลักษณะของรา *U. cepulae* ที่เข้าทำลายหอมแดงและกระเทียม จัดทำคู่มือการสำรวจ ดำเนินการตาม มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 6 (ISPM 6) แนวทางการเฝ้าระวัง คือดำเนินการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจง และสุ่มเก็บตัวอย่างหอมแดง และกระเทียมในแปลงเกษตรกรอย่างเป็นระบบ ในจังหวัดกาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ บุรีรัมย์ แม่ฮ่องสอน ราชบุรี ลำพูน ลำปาง ศรีสะเกษ และอุตรดิตถ์ ระหว่างเดือนมกราคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2556 รวมทั้งสิ้นจำนวน 393 แปลง จำนวน 235,800 ตัวอย่าง ผลจากการสำรวจไม่ปรากฏรา *U. cepulae* ผลการศึกษานี้สามารถยืนยันได้ว่า แหล่งปลูกหอมแดงและกระเทียมในประเทศไทยไม่มี รา *U. cepulae* จึงสามารถรับรองว่าสินค้า

หอมแดงและกระเทียมจากแหล่งปลูกของไทยปลอดจากราเขม่าดำ *U. cepulae* โดยไม่ต้องทำการตรวจรับรองก่อนการส่งออก ทำให้ประหยัดขั้นตอนและเวลาในการออกใบรองรองของกรมวิชาการเกษตร

Abstract

The value of shallots (*Allium cepa* var.*aggreegatum*) exported from Thailand to Indonesia is around 500 million Baht yearly and the export trend is expected to increase in the future. In 2009 the export of shallots from Thailand to Indonesia requires Phytosanitary Certification that the produce was free from *Urocystis cepulae*. The aim of this study was to determine the extent to which these pathogens occurred in Thailand through surveys and using data collection and detection techniques described in ISPM6 (International Standards for Phytosanitary Measures 6). Provinces surveyed were KanchanaBuri, Chiang Mai, ChaingRai, Buriram, Petchabun, Mae Hong Son, RatchaBuri, Lampun, Lampang, Sri Saket and Uttaradit. The surveys were completed between Jan., 2011 to Sep., 2013. The survey results revealed no detections of *U.cepulae* from a total of 393 fields and 235,800 samples of shallot. This result provides strong evidence that cultivated shallots in Thailand are free from *U.cepulae*. This finding facilities the export shallots from Thailand by removing the need to inspect and certify shallots as free from *U.cepulae* prior to export, thereby saving proceed and time.

คำนำ

เนื่องจากในปัจจุบันการส่งออกและนำเข้าสินค้าเกษตรจะต้องมีความตกลงทั่วไปว่าด้วย ภาษีศุลกากรและการค้า (General Agreement on Tariff and Trade: GATT) ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นองค์การการค้าโลก (World Trade Organization: WTO) ได้กำหนดกฎเกณฑ์และระเบียบเพื่อให้เกิดการค้าเสรีและเป็นธรรม โดยทุกประเทศสมาชิกของ WTO จะต้องปรับลดอัตราอากรขาเข้าลงมาเป็นอันดับแรกสุดของการเปิดการค้าเสรี ในปัจจุบันมาตรการกีดกันด้านภาษีศุลกากรมีแนวโน้มที่จะลดลงเนื่องจากการเปิดเสรีทางการค้าภายใต้เขตการค้าเสรีต่างๆ มีเพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันมาตรการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษีศุลกากร (non tariff barrier, NTB) จะเริ่มมีบทบาทและมีรูปแบบใหม่ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งมาตรการที่สำคัญในด้านการเกษตรได้แก่ มาตรการด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures : SPS) มาตรการด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องชีวิต และสุขภาพมนุษย์ สัตว์ และพืช เพื่อสร้างความมั่นใจต่อความปลอดภัยด้านอาหาร แต่ต้องไม่ใช้สิทธินั้นในทางที่เป็นการสร้างข้อจำกัดทางการค้า หรือเลือกปฏิบัติระหว่างประเทศสมาชิกตามอำเภอใจ ซึ่งการนำมาตรการ SPS มาใช้ควรสอดคล้องกับมาตรฐานตามที่องค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศกำหนดขึ้น และต้องมีเหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอมีการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ที่เชื่อถือได้ ซึ่งประเทศคู่ค้ามักนำมาตรการ SPS มาใช้เป็นเครื่องมือในการกีดกันทางการค้ากับสินค้าอาหารประเภทปศุสัตว์ ประมง และพืชผักผลไม้ โดยอ้างการตรวจพบเชื้อโรค โรคแมลง และอื่นๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ทางการค้าของประเทศ และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต

หอมแดง เป็นพืชผักที่มีการปลูกมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในปี 2554 มีพื้นที่ปลูกหอมแดงเท่ากับ 101,823 ไร่ ผลผลิตเท่ากับ 183,462 ตัน พื้นที่ที่มีการปลูกหอมแดงมากที่สุด คือ จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีพื้นที่ปลูกหอมแดงมากที่สุดเท่ากับ 24,972 ไร่ รองลงมาคือ จังหวัดพะเยา อุตรดิตถ์ ลำพูน และเชียงใหม่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) โดยผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ในประเทศไทยแต่ก็สามารถส่งออกไปในประเทศต่าง ๆ ได้แก่ ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย สิงคโปร์ กลุ่มประเทศตะวันออกกลาง เยอรมัน และอังกฤษ (ศูนย์บริการข้อมูลการค้าการลงทุน จังหวัดเชียงใหม่, 2553) ในปี 2553 ประเทศไทยส่งออกหอมแดงแห้ง ประมาณ 179,493 กิโลกรัม มูลค่า 8,022,214 บาท และนาเข้า ปริมาณ 506,135 กิโลกรัม มูลค่า 10,008,103 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

หอมแดงเป็นพืชที่มีการปลูกหลักๆ ในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น ในปี 2556 เนื้อที่เพาะปลูกหอมแดง รวมทั้งประเทศจำนวน 0.101 ล้านไร่ ผลผลิตหอมแดง รวมทั้งประเทศ จำนวน 0.203 ล้านตัน ลดลงจากปีที่แล้ว จำนวน 2,090 ตัน ผลผลิตต่อไร่ทั้งประเทศ จำนวน 2,009 กิโลกรัม เพิ่มขึ้น จากปีที่แล้ว 15 กิโลกรัม หรือร้อยละ 0.75 สถานการณ์การผลิต เนื้อที่เพาะปลูกลดลงจากปีที่แล้ว เนื่องจากราคาหอมแดงแห้งใหญ่คละที่เกษตรกรขายได้มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2554 โดยในปี 2554 ราคาหอมแดงกิโลกรัมละ 23.32 บาท และในปี 2555 ราคากิโลกรัมละ 22.15 บาท จึงไม่จูงใจให้เกษตรกรปลูกเพิ่มขึ้นประกอบกับแรงงานหายาก ส่งผลให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่น เช่น จังหวัดศรีสะเกษ เกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพริกและข้าวโพดหวาน และในจังหวัดเชียงใหม่เกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกมันฝรั่ง เป็นต้น สำหรับจังหวัดอุตรดิตถ์เกษตรกร ปลูกหอมแดงแทนหอมแบ่งมากขึ้น ส่วนผลผลิตต่อไร่ คาดว่าเพิ่มขึ้นหากสภาพภูมิอากาศเอื้ออำนวย อากาศหนาวเย็น ไม่มีโรคและแมลงรบกวน ภาพรวมผลผลิต ลดลงตามการลดลงของเนื้อที่เพาะปลูก โดยพื้นที่ที่มีการปลูกหอมแดงมากที่สุดคือ จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 24,972 ไร่ รองลงมาคือ พะเยา อุตรดิตถ์ ลาพูน และเชียงใหม่ ตามลำดับ (ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

ในปี 2556 เนื้อที่เพาะปลูกของกระเทียม รวมทั้งประเทศ จำนวน 77,115 ไร่ ผลผลิต รวมทั้งประเทศ จำนวน 78,390 ตัน ผลผลิตต่อไร่ ทั้งประเทศ จำนวน 1,017 กิโลกรัม ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

ในปี 2552 การส่งออกหอมแดงและกระเทียมไปประเทศอินโดนิเซียต้องปลอดจากโรคราเขม่าดำสาเหตุเกิดจาก *U. cepulae* เนื่องจากราชนิดนี้เป็นศัตรูพืชกักกันของประเทศอินโดนีเซีย จากการสืบค้นข้อมูลในประเทศไทย.มีรายงานพบรา Onion smut ในหอมหัวใหญ่ ทำให้การส่งออกหอมแดงไปประเทศอินโดนิเซียจะต้องผ่านการตรวจวินิจฉัยโรคราเขม่าดำจากกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยมีการส่งตัวอย่างหอมแดงและกระเทียมมาตรวจจำนวน 424 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2552 ผลการตรวจไม่พบราเขม่าดำ พบแต่รา *Aspergillus niger* เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการศึกษาการเฝ้าระวังรา *U. cepulae* ในพื้นที่ปลูกหอม กระเทียม เพื่อการส่งออก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจในพื้นที่ปลูกพืชหอมแดง หอมหัวใหญ่ และกระเทียม เพื่อติดตามสถานการณ์ของโรคนี้ว่ามีปรากฏ หรือไม่ปรากฏในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ต่อการส่งออกหอมและกระเทียมในอนาคต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างได้แก่ ถุงพลาสติก กระดาษบันทึก ปากกาเคมี เครื่องระบุพิกัด กระดาษหนังสือพิมพ์

2. วัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อ หม้อนึ่งความดัน ตู้อบฆ่าเชื้อ

3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ จานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง ขวดดูแรน บิกเกอร์ สไลด์และแผ่นแก้วปิดสไลด์ กระบอกตวง แท่งแก้ว ตะเกียงแอลกอฮอล์

4. เข็มเขี่ยปลายแหลม ห่วงถ่ายเชื้อ ปากคีบ ใบมีดผ่าตัด มีด

5. กล้องจุลทรรศน์แบบ compound, stereo, camera lucida พร้อมกล้องถ่ายภาพ

6. อาหารแยกและเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ water agar (WA) และ potato dextrose agar (PDA)

7. สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ และ เอธิลแอลกอฮอล์ 75%

8. อุปกรณ์ทำตัวอย่างแห้ง เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ ไม้อัดตัวอย่าง กระดาษฟาง ซองกระดาษสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการ

1.สืบค้นข้อมูลลักษณะของราเขม่าดำ *Urocystis cepulae* ได้แก่ รายละเอียดของเชื้อ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพ้อง และลักษณะอาการของราเขม่าดำของหอมแดงและกระเทียม พร้อมรูปภาพ และจัดทำคู่มือการสำรวจราเขม่าดำ

2. จัดทำแบบฟอร์มรายละเอียดของข้อมูลในการสำรวจ พร้อมบันทึกข้อมูลชื่อเกษตรกร สถานที่ วันที่เก็บ และข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ เก็บตัวอย่างโรคไว้ในกล่องเก็บความเย็น นำตัวอย่างมาศึกษาลักษณะอาการในห้องปฏิบัติการ จัดเก็บโรคพืชที่แสดงอาการที่ใบอัดทับเป็นตัวอย่างแห้งและเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์โรคพืช ที่กลุ่มวิจัยโรคพืช ตึกอิงคศรีกสิการ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพ ฯ

3. การสำรวจ กำหนดพื้นที่แหล่งปลูกหอมและกระเทียมในเขตภาคเหนือ (เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน แม่ฮ่องสอน อุตรดิตถ์และพะเยา) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ศรีสะเกษ ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์) และภาคกลาง (เพชรบูรณ์และราชบุรี) วางแผนการสำรวจอย่างมีระบบ สำรวจแบบเฉพาะเจาะจง ในพื้นที่อย่างน้อย 20 ไร่ แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วนๆละประมาณ 5 ไร่ แต่ละพื้นที่สุ่มเก็บตัวอย่าง 20 จุด รวม 20 กิโลกรัม โดยจะสำรวจครอบคลุมในพื้นที่ประมาณ 5-10% ของแหล่งปลูกหอมแดงแต่ละอำเภอ การสำรวจในแปลงของเกษตรกร แต่ละแปลงเดินตามเส้นทแยงมุม ทุกๆ 10 ก้าว

การกำหนดพื้นที่สำรวจ ภาคเหนือ ได้แก่

อำเภอบ้านโฮ่ง อำเภอลี้ อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน

อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสันป่าตอง อำเภอแม่วาง อำเภอไชยปราการ อำเภอฝาง อำเภอแม่แตง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

อำเภอเวียงป่าเป้า อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

อำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง

อำเภอปางมะผ้า อำเภอมาสะเรียง อำเภอสบเมย อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การกำหนดพื้นที่สำรวจ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเหนือ ได้แก่

อำเภอเมือง อำเภอหนองหงส์ อำเภอชำนิ จังหวัดบุรีรัมย์

อำเภอวังหิน อำเภอยางชุมน้อย อำเภอราษีไศล อำเภอราศีไศล อำเภออุทุมพรพิสัย

จังหวัดศรีสะเกษ

การกำหนดพื้นที่สำรวจ ภาคกลาง ได้แก่

อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี

อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

4. วิธีการตรวจของราเขม่าดำ *Urocystis cepulae* ในแปลงปลูกหอมแดง

การศึกษาชนิดของราเขม่าดำ ให้สังเกตจากลักษณะอาการของโรคเปรียบเทียบกับคู่มือการสำรวจที่จัดทำไว้ในข้อที่ 1 บันทึกรายละเอียดข้อมูลของแปลง บันทึกลักษณะอาการที่พบ ถ่ายรูป เก็บตัวอย่าง และนำมาตรวจดูโดยตรงด้วยตาเปล่าเพื่อแยกลักษณะอาการที่เป็นโรคต่าง ๆ แล้วนำกลับมาตรวจสอบในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช

5. การศึกษาราเขม่าดำ

5.1 ศึกษาราเขม่าดำโดยตรงจากเนื้อเยื่อพืช (Direct observation)

ศึกษาลักษณะของราเขม่าดำบนส่วนต่าง ๆ ของพืช ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo บันทึกลักษณะต่าง ๆ ใช้เข็มปลายแหลมเขี่ยส่วนของรา ได้แก่ สปอร์ หรือส่วนขยายพันธุ์ของรา มาวางบนสไลด์ หรือใช้ใบมีดตัดขวางชิ้นส่วนพืชให้บาง ๆ หยดน้ำหรือสีย้อม และปิดทับด้วย cover slip และตรวจดูลักษณะต่าง ๆ ของราภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound และกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) Vánky (2002)

5.2 การจำแนกชนิดเชื้อสาเหตุ

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อได้แก่ ลักษณะของเส้นใย ขนาด สี ลักษณะของสปอร์ สี ขนาด ชนิดของ fruiting body และถ่ายภาพราจากกล้องจุลทรรศน์ (Benson, H.J., 1998) ศึกษาลักษณะผิวขอสปอร์จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด นำลักษณะของราดังกล่าวเปรียบเทียบกับคู่มือการจัดจำแนกชนิดราเขม่าดำ ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Vánky (2002)

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้น – สิ้นสุด

ตุลาคม 2553 – กันยายน 2556 **รวม** 3 ปี

สถานที่
- แหล่งปลูกหอมแดง ในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ
- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิทยาไมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.สืบค้นข้อมูลลักษณะของราเขม่าดำ *Urocystis cepulae*

สืบค้นข้อมูลลักษณะของราเขม่าดำ *Urocystis cepulae* ได้แก่ รายละเอียดของเชื้อ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพ้อง และลักษณะอาการของโรค พร้อมรูปภาพรูปภาพสีของโรค และรายละเอียดของศัตรูพืชชนิดอื่นที่คล้ายคลึงกับศัตรูพืชเป้าหมาย (ภาพที่ 1, 2)

รายละเอียดของราเขม่าดำ (Babadoost, 1990; Vánky, 1994; Walker, 2001; Vánky and Shivas2008) ดังนี้

Common name and scientific name

Scientific name: *Urocystis cepulae* Frost

Synonyms: = *Tuburcinia cepulae* (Frost) Liro

= *Urocystis colchici* var. *cepulae* Cooke

= *Urocystis magica* G. Passerini

Phyllum Basidiomycota

Order Urocystales

Family Urocystaceae

ลักษณะของเชื้อ

Sori เกิดอยู่ภายใต้ผนังชั้นนอกใน pustule หรือเป็นรอยขีดตามยาว ภายในประกอบด้วยกลุ่มผงสปอร์ลักษณะคล้ายผงแป้งสีน้ำตาลดำรวมตัวกัน

Spore รูปร่างกลมรูปร่างกลมถึงรูปรีตรงกลางกว้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11-14 ไมครอน สีน้ำตาลแกมแดง ผนังเรียบ (ภาพที่ 2ก) มี sterile cells ล้อมรอบ (ภาพที่ 1ค, 2ก, 2ข)

Spore balls สปอร์เดี่ยว ๆ รวมตัวเกาะกันเป็นกลุ่ม รูปร่างกลมถึงรูปรีตรงกลางกว้าง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14-22 ไมครอน ล้อมรอบด้วยชั้นของ sterile cells บาง ๆ ขนาด 4-6 ไมครอน (ภาพที่: 2ข)

พืชอาศัย *Allium* ได้แก่ หอมแดง (*Allium ascalonicum*) หอมใหญ่ (*A. cepa*), *A. porrum* กระเทียม (*A. sativum*)

ลักษณะอาการ พบอาการครั้งแรกในระยะสร้างใบเลี้ยง เกิดเป็นจุดสีเข้ม หนา ขยายใหญ่ขึ้นและแตกเป็นรอยยาว ภายในประกอบด้วยกลุ่มของสปอร์สีเข้มอัดกันอยู่ตรงบริเวณที่ใบด้านล่าง ทำให้พืชตายได้หลังจากราเข้า

ทำลายประมาณ 3-4 อาทิตย์ แต่ถ้าสามารถเจริญต่อไปได้จะทำให้ใบสั้น เปราะ บิดเบี้ยว เกิดเป็นรอยแผลเป็นทางยาว และสปอร์สามารถเข้าทำลายที่หัวด้วย ทำให้หัวหอมแคระแกร็น (ภาพที่ 1ก, ภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4)

การเข้าทำลาย ราเข้าทำลายพืชในระยะต้นกล้า โดยเฉพาะต้นอ่อน ต้นพืชตายภายใน 3-4 อาทิตย์หลังจากงอก ถ้าสามารถเจริญต่อไปได้ ต้นพืชจะแคระแกร็น ใบบิด (Maude, 2006)

การแพร่ระบาด แพร่ระบาดโดยลม ฝน ติดไปกับดิน และเศษซากพืช ไม่สามารถถ่ายทอดทางเมล็ดพันธุ์ได้ แต่ spore balls สามารถปนเปื้อนในเมล็ดหอม อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเข้าทำลายพืชอยู่ระหว่าง 13-22 องศาเซลเซียส และในฤดูใบไม้ผลิช่วงที่มีความชื้นสูง จะทำให้ต้นกล้าเจริญช้า ใบของหอมเจริญอยู่ใต้ดินเป็นระยะเวลานาน ทำให้ราสามารถเข้าทำลายพืชได้ และถ้าปลูกหอมในดินระยะลึกเกินไปก็จะทำให้ราเข้าทำลายได้เช่นกัน

เขตแพร่กระจาย ราเขม่าดำของหอมแดง หอมหัวใหญ่และกระเทียมแพร่กระจายอยู่ในยุโรป แอฟริกา แคนาดา ชิลี เม็กซิโก อียิปต์ โมร็อคโค เปอร์โตริโก ออสเตรีย เซ็นต์ลูเซีย เบลเยี่ยม อังกฤษ ไอร์แลนด์เหนือ บัลกาเรีย เช็คโกสโลวาเกีย เดนมาร์ก ฟินแลนด์ สวีเดน นอร์เวย์ โปแลนด์ โรมาเนีย สวิสเซอร์แลนด์ ยูโกสลาเวีย ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และเปรู ประเทศเอเชีย ได้แก่ จีน อินเดีย อิหร่าน อิรัก ญี่ปุ่น (เมืองฟูจิโอกะ) เกาหลี เนปาล ฟิลิปปินส์ ประเทศไทย

2. จัดทำแบบฟอร์มรายละเอียดของข้อมูลในการสำรวจ

จากการสำรวจโรคราเขม่าดำของหอมแดงและกระเทียมในภาคกลางภาคเหนือและตะวันออกเฉียง เหนือ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ บุรีรัมย์ แม่ฮ่องสอน ราชบุรี ลำพูน ลำปาง ศรีสะเกษ และอุตรดิตถ์ ช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2556 ทำการสำรวจทั้งหมดจำนวน 393แปลง จำนวน 235,800 ตัวอย่าง โดยครอบคลุมในพื้นที่กำหนด ได้บันทึกข้อมูลชื่อเกษตร สถานที่ วันที่ และข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ ตามแบบฟอร์มรายละเอียดของข้อมูลในการสำรวจ (ภาพที่ 5)

3. การสำรวจ

จากการสำรวจโรคราเขม่าดำของหอมแดงและกระเทียมในภาคกลางภาคเหนือและตะวันออกเฉียง เหนือ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ บุรีรัมย์ แม่ฮ่องสอน ราชบุรี ลำพูน ลำปาง ศรีสะเกษ และอุตรดิตถ์ ระหว่างเดือนมกราคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2556 รวมทั้งสิ้นจำนวน 393 แปลง จำนวนทั้งหมด 235,800 ตัวอย่าง โดยครอบคลุมในพื้นที่กำหนด และสุ่มเก็บตัวอย่างหอมแดง (ภาพที่ 6) ตรวจหาโรคราเขม่าดำที่จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 65 แปลง เชียงราย จำนวน 28 แปลง ลำปาง จำนวน 13 แปลง ลำพูน จำนวน 17 แปลง แม่ฮ่องสอน จำนวน 31 แปลง อุตรดิตถ์ จำนวน 25 แปลง เพชรบูรณ์ จำนวน 20 แปลง ศรีสะเกษ จำนวน 54 แปลง และ บุรีรัมย์ จำนวน 27 แปลง ราชบุรี จำนวน 10 แปลง และ กาญจนบุรี จำนวน 5 แปลง รวมทั้งหมด จำนวน 295 แปลง สุ่มเก็บตัวอย่างกระเทียมมาตรวจหาโรคราเขม่าดำที่จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 55 แปลง เชียงราย จำนวน 20 แปลง แม่ฮ่องสอน จำนวน 23 แปลง รวมทั้งหมด 98 แปลง

การสุ่มเก็บตัวอย่างหอมแดงและกระเทียมเพื่อนำไปตรวจหาโรคราเขม่าดำนั้นจะทำการซื้อต้นหอมจากเกษตรกร ในแต่ละแปลง จำนวนแปลงละ 20 กิโลกรัม (ภาพที่ 7)

4. วิธีการตรวจของราเขม่าดำ *Urocystis cepulae* ในแปลงปลูกหอมแดง

เมื่อออกสำรวจให้สังเกตจากลักษณะอาการของโรคเปรียบเทียบกับคู่มือการสำรวจที่จัดทำไว้ บันทึกรายละเอียดข้อมูลของแปลง บันทึกลักษณะอาการที่พบ ถ่ายรูป เก็บตัวอย่างห่อกระดาษ และมาตรวจดูโดยตรงด้วยตาเปล่าเพื่อแยกลักษณะอาการที่เป็นโรคต่าง ๆ แล้วนำกลับมาตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช

ผลการสำรวจและตรวจหาโรคราเขม่าดำในหอมแดงและกระเทียม ทั้งส่วนที่ใบจากการสุ่มเก็บตัวอย่างหอมแดง จำนวน 393 แปลง และมาตรวจหาโรคราเขม่าดำพบว่าไม่ปรากฏโรคราเขม่าดำบนทุกส่วนของหอมแดง กระเทียม แต่ในการสำรวจครั้งนี้พบการระบาดของโรคของหอมแดงดังนี้ โรคแอนแทรคโนส และโรคหอมเลื้อย สาเหตุเกิดจากรา *Colletotrichum gloeosporioides* พบระบาดที่จังหวัดศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และเชียงใหม่ โรคใบจุดสีม่วง (Purple Blotch) สาเหตุเกิดจากรา *Alternaria porri* พบระบาดที่จังหวัดเชียงใหม่ โรคหัวและรากเน่า สาเหตุเกิดจากรา *Sclerotium rolfsii* พบระบาดที่จังหวัดศรีสะเกษ บุรีรัมย์ และเชียงใหม่ โรครากปมสาเหตุเกิดจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* พบระบาดที่จังหวัดบุรีรัมย์ โรคเน่าเละ (Soft Rot) สาเหตุเกิดจากแบคทีเรีย *Erwinia carotovora* พบระบาดที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอุตรดิตถ์ โรคราดำ (Black Mold) พบระบาดสาเหตุเกิดจาก *Aspergillus niger* ที่จังหวัดศรีสะเกษ บุรีรัมย์ อุตรดิตถ์ และเชียงใหม่ ซึ่งเชื้อชนิดนี้มีลักษณะคล้ายราเขม่าดำ เพราะมีลักษณะคล้ายผงสีดำเหมือนกัน แต่ราดำเข้าทำลายพืชในช่วงใกล้เก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนทำความเสียหายในช่วงการขนส่ง หรือช่วงเก็บรักษารอจำหน่าย และพบการระบาดของโรคของกระเทียม ดังนี้ โรคใบจุดสีม่วง (Purple Blotch) สาเหตุเกิดจากรา *Alternaria porri* พบระบาดที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน โรคใบไหม้ (Stemphylium Leaf Blight) สาเหตุเกิดจากรา *Stemphylium vesicarium* พบระบาดที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน โรคหัวและรากเน่า สาเหตุเกิดจากรา *Sclerotium rolfsii* พบระบาดที่จังหวัดเชียงใหม่

และเก็บตัวอย่างแห้งโรคพืชไว้ในพิพิธภัณฑ์โรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

5. การศึกษาราเขม่าดำ

จากการเก็บตัวอย่างลักษณะอาการคล้ายราเขม่าดำ เป็นลักษณะอาการแผลและมีลักษณะเป็นผงสปอร์สีดำบนใบและหัวของหอมแดง (ภาพที่ 8ก) มาศึกษาในห้องปฏิบัติการภายใต้กล้องจุลทรรศน์ compound microscope พบว่าราชนิดนี้สร้าง conidiophores มีส่วนฐานเป็น foot cell ส่วนปลายโป่งเป็น vesicle ที่มี phialide เกิดอยู่บน vesicle นี้ หรือเกิดอยู่บน metulae ที่อยู่บน vesicle conidia เกิดบน phialides ต่อกันเป็นลูกโซ่ ซึ่งแตกต่างจากลักษณะของราเขม่าดำ

จากการศึกษาการจำแนกชนิดของราครั้งนี้ จำแนกชนิดเป็นรา *Aspergillus niger* van Tieghem ซึ่งมีลักษณะดังนี้:

conidial head สีดำ ลักษณะ radiate (ภาพที่ 8ค, 8ง) แต่จะแตกและมีลักษณะเป็นแบบ columnar เมื่อแก่ (ภาพที่ 8ข)

conidiophores มีผนังเรียบ ไม่มีสีจนถึงสีน้ำตาลอ่อน ยาว 540 ไมครอน จนถึง 1 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-14 ไมครอน

vesicle รูปร่างกลมจนถึงค่อนข้างกลม ผนังหนา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-100 ไมครอน

philide มีขนาด 7-10 x 2.3-3.3 ไมครอน เรียงเกิดอยู่บน metulae ลักษณะเป็นแบบ biseruate ไม่มีสี หรือสีน้ำตาล รูปร่างยาวเรียงอัดกันแน่น มีขนาด 10-20 x 2.8-3.5 ไมครอน และ phialide ขนาด 7-10 x 2.3-3.3 ไมครอน

conidia มีเซลล์เดียว รูปร่างกลม สีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม ผนังมีหนามขรุขระ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-4.0 ไมครอน เกิดเรียงเป็นลูกโซ่ต่อกัน เกิดบน philide รูปร่างสั้น (ภาพที่ 8ง) แต่ในบางครั้งพบเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม

เมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่าราสามารถเจริญได้ดีบนอาหาร Czapek agar โคโลนี เจริญเร็ว ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส อายุ 14 วัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5-5.9 เซนติเมตร โคโลนีสีน้ำตาลดำ และมีเส้นใยสีเหลือง reverse สีเหลืองครีม สีเหลืองหรือสีส้ม การจำแนกชนิดของราสาเหตุโรคราดำของหอมแดงจำแนกชนิดเป็นรา *A. niger* ลักษณะต่าง ๆ ของราที่จำแนกนี้มีลักษณะเหมือนกับรา *A. niger* ซึ่ง Samson *et al*. (2002) ได้ศึกษาไว้มีขนาดแตกต่างกันเล็กน้อยแต่มีลักษณะที่สำคัญของสปอร์เหมือนกัน

จากการจำแนกชนิดราที่พบในการสำรวจโรคครั้งนี้พบโรคราดำที่ใบ และที่หัวหอมแดง พบว่าสาเหตุของโรคนี้คือรา *Aspergillus niger* ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกับราเขม่าดำ *Urocystis capulae* โดยมีขนาดของสปอร์แตกต่างกันมาก (ภาพที่ 8 ช และ 8ซ) (ตารางที่ 1) จากการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาลักษณะผิวของสปอร์ของรา *A. niger* โดยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราดพบว่าลักษณะของสปอร์รา *A. niger* มีผนังขรุขระ ลักษณะเป็นหนาม (ภาพที่ 8ฉ) จากการสำรวจครั้งนี้พบโรคราดำสาเหตุเกิดจาก รา *A. niger* ไม่ปรากฏพบราเขม่าดำ *U. capulae*

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจโรคราเขม่าดำของหอมแดงและกระเทียมในภาคกลางภาคเหนือและตะวันออกเฉียง เหนือ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ บุรีรัมย์ แม่ฮ่องสอน ราชบุรี ลำพูน ลำปาง ศรีสะเกษ และอุตรดิตถ์ ระหว่างเดือนมกราคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2556 รวมทั้งสิ้นจำนวน 393 แปลง รวมทั้งสิ้นจำนวน 393 แปลง จำนวนทั้งหมด 235,800 ตัวอย่าง โดยครอบคลุมในพื้นที่กำหนด และสุ่มเก็บตัวอย่างหอมแดงตรวจหาโรคราเขม่าดำที่จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 65 แปลง เชียงราย จำนวน 28 แปลง ลำปาง จำนวน 13 แปลง ลำพูน จำนวน 17 แปลง แม่ฮ่องสอน จำนวน 31 แปลง อุตรดิตถ์ จำนวน 25 แปลง เพชรบูรณ์ จำนวน 20 แปลง ศรีสะเกษ จำนวน 54 แปลง และ บุรีรัมย์ จำนวน 27 แปลง ราชบุรี จำนวน 10 แปลง และ กาญจนบุรี จำนวน 5 แปลง รวมทั้งหมด จำนวน 295 แปลง สุ่มเก็บตัวอย่างกระเทียมมาตรวจหาโรคราเขม่าดำที่จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 55 แปลง เชียงราย จำนวน 20 แปลง แม่ฮ่องสอน จำนวน 23 แปลง รวมทั้งหมด 98 แปลง พบว่าไม่ปรากฏโรคราเขม่าดำในทุกแปลงของหอมแดงและกระเทียมที่ทำการสำรวจ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลการปรากฏ/ไม่ปรากฏและการแพร่กระจายราเขม่าดำ *Urocystis cepulae* ของหอมแดงในประเทศไทย เพื่อสนับสนุนการส่งออก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นักวิชาการจากศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตบุรีรัมย์ กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งเกษตรอำเภอยางชุมน้อย เกษตรอำเภอวังหิน เกษตรอำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ เกษตรอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน เกษตรอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน กรมส่งเสริมการเกษตร ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการติดต่อเกษตรกรปลูกหอมเพื่อการขอสำรวจโรคราเขม่าดำในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิตยา กันหลง. 2545. สมุดภาพโรคสำคัญของพืชสกุลหอมกระเทียมในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ กองโรคพืชและจุลชีววิทยาปี 2545. 33 หน้า.

บรรเจิด คติการ. 2495. การปลูกหอมฝรั่ง. กสิกร 25 (5): 396-402.

พัฒนา สนธิรัตน์ ประไพศรี พิทกษ์ไพรวัน ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิ์รงค์ วิรัช ชูบำรุง และอุบล คือประโคน. 2542. ดรรชนีโรคพืชในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 284 หน้า.

วารสารพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน 2553 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ศูนย์บริการข้อมูลการค้าการลงทุน จังหวัดเชียงใหม่. 2553. สำนักงานพาณิชย์จังหวัดเชียงใหม่. เดือนธันวาคม 2553.

วารสารการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร ปีเพาะปลูก 2555/56 ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เดือนกันยายน 2555.

Babadoost, M. 1990. Onion smut. Report on Plant Disease No. 933, ITCS, University of Illinois P345.

Benson, H.J. 1998. Fungi: Yeasts and Molds. P. 40-45. *In* Microbiological Applications Laboratory: Complete Version Lab Manual (Manual in General Microbiology) by the McGraw-Hill Companies, USA.

Githur, C. *Urocystis cepulae*, Image ID 5412 Photo/illustration by: FAO in collaboration CABI . http://ecoport.org/ep?SearchType=pdb&PdbID=5412

Kálmán, V. 1992. European Smut Fungi. Printed and bound by Friedrich Pustet, Regensburg, Germany. 570 pp.

Kálmán, V. and R. Shivas. 2008. Fungi of Australia : The Smut Fungi. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia. 267pp.

Mackie, A.E., and S.J. McKirdy. 2002. *Sclerotium cepivoru*, *Puccinia porri* and *Urocystis cepulae* not detected in Western Australia. Australasian Plant Pathology, 31: 309-310.

Maude, R.B. 2006. Onion Diseases. P. 491-520 *In* B.M. Cooke, D. Gareth Jones and B. Kaye (eds), The Epidemiology of Plant Diseases, 2nd edition. Springer. Printed in the Netherland.

Mulder JL, Holliday P. 1971. *Urocystis cepulae.* CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No.298.

Puckdeedindan, P. 1996. A supplementary host list of plant disease in Thailand. Tech. Bull. No. 7, Dept. of Agr., Bangkok. 24 p.

Samson, R, E.S. Hoekstra, J.C.Frisvad, and O. Filtenborg. 2002. Introduction to Food- and Airborne Fungi. CBS, Netherland. 388pp.

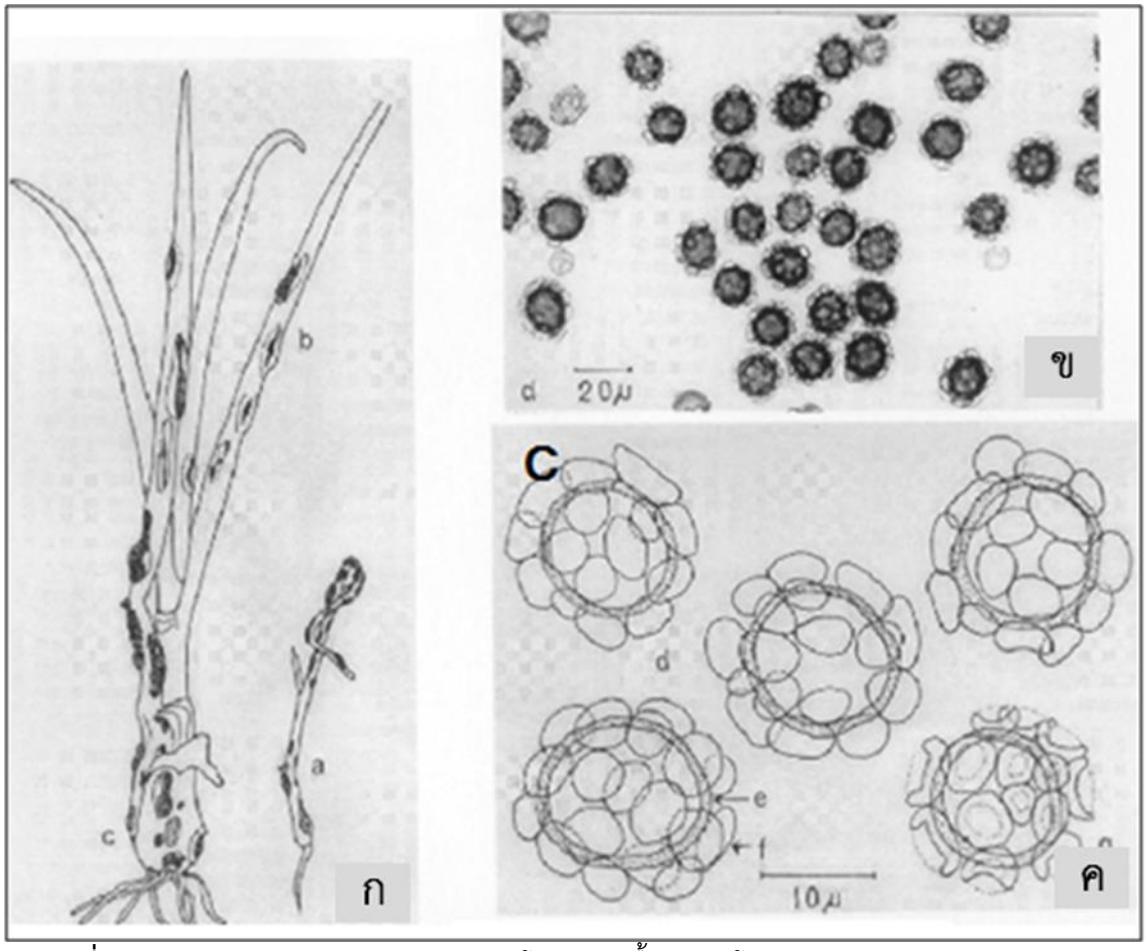
Shivas, R. 2010. *Allium* Smut (*Urocystis magica*) Updated on 12/8/2010 5:32:51 PM Available oline: PaDIL – http://www.padil.gov.au.

Walker, J. 2001. Smuts of Liliales in Australia, *Australas*. Mycol, 20: 61-70

ภาคผนวก

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของรา *Aspergillus niger* และ *Urocystis capulae*

ลักษณะของรา	*Aspergillus niger*	*Urocystis capulae*
Sori	ไม่มี	เกิดอยู่ภายใต้ผนังชั้นนอกใน pustule หรือเป็นรอยขีดตามยาว ภายในประกอบด้วยกลุ่มผงสปอร์ลักษณะคล้ายผงแป้งสีน้ำตาลดำรวมตัวกัน
Spore	เซลล์เดียว รูปร่างกลม สีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม **ผนังมีหนามขรุขระ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-4.0 ไมครอน** เกิดเรียงเป็นลูกโซ่ต่อกัน เกิดบน philide รูปร่างสั้น แต่ในบางครั้งพบเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม	รูปร่างกลมรูปร่างกลมถึงรูปรีตรงกลางกว้าง **ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11-14 ไมครอน** สีน้ำตาลแกมแดง **ผนังเรียบ** (ภาพที่ 8G)
Spore balls	ไม่มี	สปอร์เดี่ยว ๆ รวมตัวเกาะกันเป็นกลุ่ม รูปร่างกลมถึงรูปรีตรงกลางกว้าง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14-22 ไมครอน ล้อมรอบด้วยชั้นของ sterile cells บาง ๆ ขนาด 4-6 ไมครอน (ภาพที่ 8H)

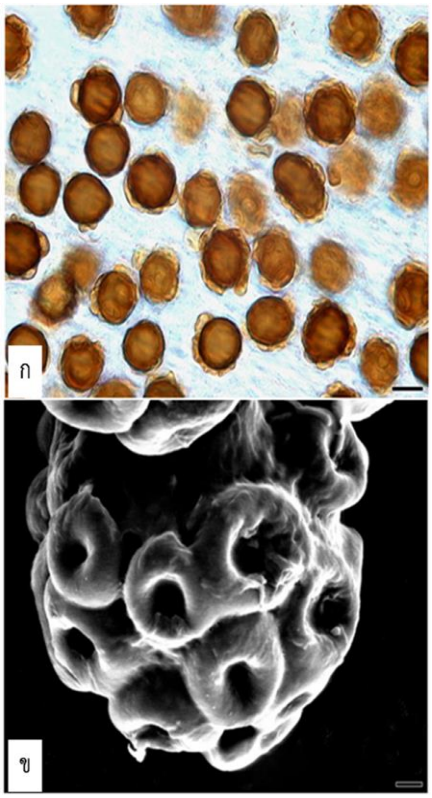


ภาพที่ 1: ภาพวาดแสดงลักษณะอาการของโรคและ เชื้อสาเหตุโรคราเขม่าดำ *Urocystis capulae* (ที่มาภาพ: Githur, C : Picture ID 5412 by FAO in collaboration CABI)

ก) sori เกิดอยู่ในใบเลี้ยง

ข) กลุ่มของ spore ball

ค) สปอร์ล้อมรอบด้วย stetile cell



ภาพที่ 2: ราเขม่าดำ *Urocystis cepulae* Frost (ที่มาของภาพ: Shivas, 2010)

ก) สปอร์ลักษณะกลม ค่อนข้างกลม รูปคล้ายไข่ มี sterile cells ล้อมรอบ

ข) Spores ball

ภาพที่ 3: แสดงอาการโรคราเขม่าดำของหอมแดง (ภาพจาก courtesy R.C. lambe)

ก) แผลที่ใบและที่หัว ภายในมีราสีดำ ลักษณะคล้ายผงฝุ่นอัดรวมตัวกันอยู่

ข) ต้นกล้าหอมแดงที่เป็นโรคราเขม่าดำ

ภาพที่ 4: แสดงอาการโรคราเขม่าดำของหอมแดง (ภาพจาก courtesy R.C. lambe)

แบบฟอร์มการสำรวจโรคราเขม่าดำ

ตัวอย่างที่.....**วันที่**

.....

ชื่อเกษตรกร..... .....

ที่อยู่..... .....

พืช (ชื่อสามัญ).....**ชื่อวิทยาศาสตร์**

.....

อายุพืช.....**พันธุ์พืช**

.....

สถานที่ปลูก

....

พิกัดภูมิศาสตร์

เส้นรุ้ง.....**เส้นแวง**

.....

ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

(เมตร).....

ส่วนที่เก็บตัวอย่างลักษณะคล้ายราเขม่าดำ

(.....) ต้น (.....) หัว

โรคอื่นๆ ที่พบ

1..... .....

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

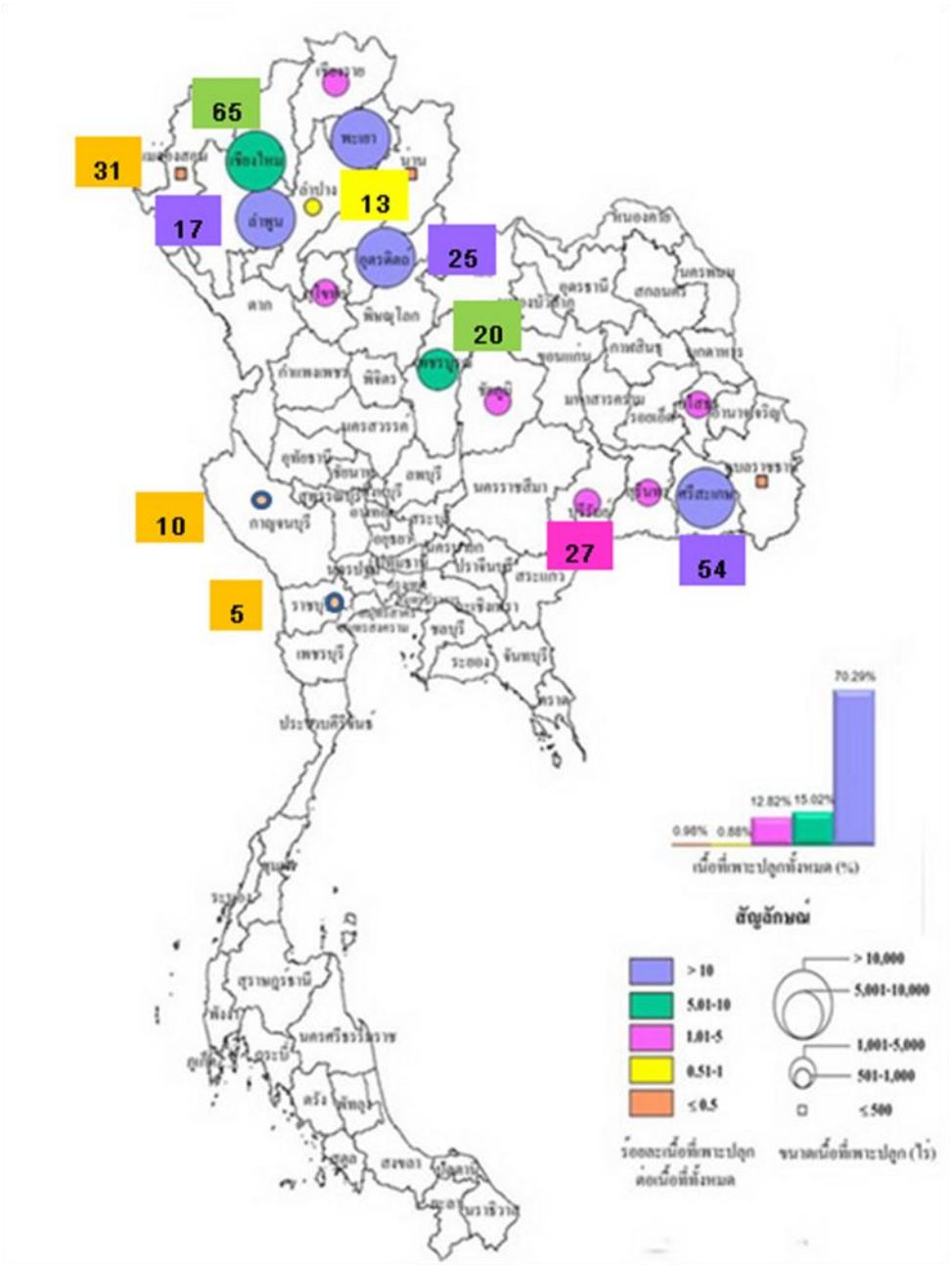
7.....

8.....

ผู้เก็บตัวอย่าง

....

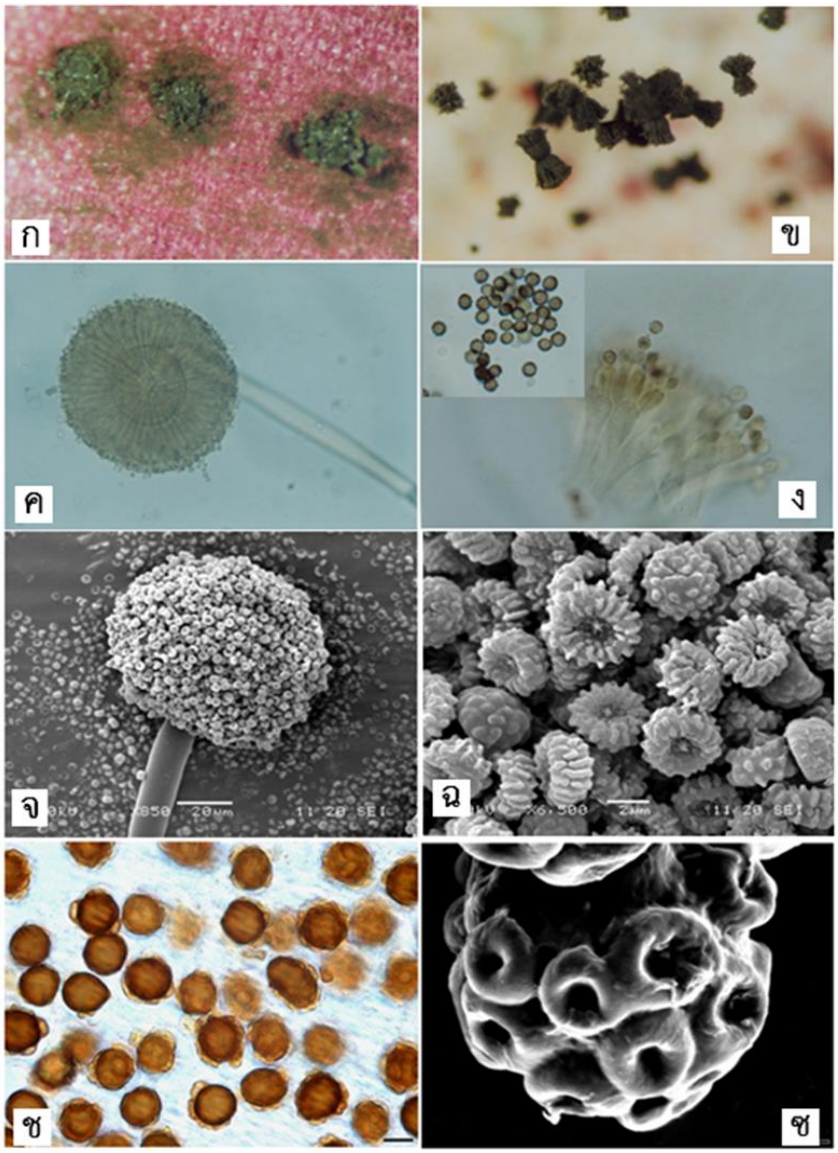
ภาพที่ 5: แบบฟอร์มการสำรวจโรคราเขม่าดำ



ภาพที่ 6: ภาพแสดงแหล่งเพาะปลูกหอมแดงในประเทศไทยในปี 2553 และจำนวนแปลงที่สุ่มเก็บตัวอย่างหอมแดงไปตรวจหาโรคราเขม่าดำ

(ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2553)

ภาพที่ 7: การสุ่มและเก็บตัวอย่างหอมแดงที่ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อนำไปตรวจหาราเขม่าดำ



ภาพที่ 8: ลักษณะเปรียบเทียบของรา *Aspergillus niger* (ก-ฉ) ที่พบในการสำรวจโรคหอมครั้งนี้ และราเขม่าดำของหอมสาเหตุเกิดจากรา *Urocystis capulae* ภาพจาก Shivas, 2012 (ช และ ซ)

ก) รา *A niger* เจริญอยู่บนหัวหอมแดง

ข) conidial head ลักษณะเป็นแบบ columnar

ค) conidial head ลักษณะเป็นแบบ radiate

ง) conidial head ลักษณะเป็นแบบcolumnar

จ,ฉ) ผนังมีหนามขรุขระ

ช) สปอร์รา *U. capulae*

ซ) spore ball ของรา *U. capulae*