

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยมาตรการสุขอนามัยพืช
2. โครงการวิจัย : การศึกษาสถานภาพศัตรูพืชกักกันในประเทศไทย
กิจกรรมที่ 1 : การศึกษาศัตรูพืชในประเทศเพื่อการค้าระหว่างประเทศ
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาสถานภาพของรา *Sporisorium reilianum* (J. Kühn) R.F.N. Langdon & R.A. Fullerton สาเหตุโรคเขม่าดำ (head smut) ของข้าวโพด
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on the status of *Sporisorium reilianum* (J. Kühn) R.F.N. Langdon & R.A. Fullerton, the causal agent of head smut corn in Thailand
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวพรพิมล อธิปัญญาคม สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
ผู้ร่วมงาน : นางสาวชนินทร ดวงสะอาด สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางสาวสุณีรัตน์ สิมะเตื้อ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางสาวมะโนรัตน์ สุดสงวน สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางสาวอมรรักษ์ คัดใจเดียว สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

5. บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์หรือใช้ในระบบอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายเป็นจำนวนมาก โดยมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาจากประเทศหลายประเทศ ทำให้มีความเสี่ยงที่รา *Sporisorium reilianum* ที่เป็นศัตรูพืชกักกันของประเทศไทยจะติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจสถานภาพของรา *S. reilianum* ดังนั้นเพื่อเป็นการยืนยันสถานภาพของรา *S. reilianum* สาเหตุโรค head smut ของข้าวโพดว่าปรากฏ/ไม่ปรากฏ ในประเทศไทย จึงทำการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจงในพื้นที่ปลูกของข้าวโพด จำนวน 20 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ขอนแก่น ชัยภูมิ เชียงราย เชียงใหม่ นครราชสีมา น่าน พะเยา พิษณุโลก เพชรบุรี เพชรบูรณ์ แพร่ ราชบุรี เลย สระบุรี สุพรรณบุรี สุรินทร์ สุโขทัย อุทัยธานี และอุดรธานี จำนวน 819 แปลง ในระหว่างเดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2561 ผลจากการสำรวจครั้งนี้สรุปได้ว่าไม่ปรากฏรา *S. reilianum* สาเหตุโรค head smut .ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดในประเทศไทย

Abstract

Sporisorium reilianum (syn. *Sphacelotheca reiliana*), the causal agent of head smut of corn, has been listed as quarantine pest for Thailand. Thailand imports corn seeds from

overseas for use in breeding and industrial purposes. So, there are risks that this smut fungus could be introduced into Thailand through imported corn seeds. To confirm the absence of *S. reilianum* in Thailand. The specific surveys were done during December 2015 – September 2018 on 819 sites of corn plantations located in 20 provinces namely, Kanchanaburi, Khon Kaen, Chaiyaphum, Chiang Rai, Chiang Mai, Nakhon Ratchasima, Nan, Phayao, Phitsanulok, Phetchaburi, Phetchabun, Phrae, Ratchaburi, Loei, Saraburi, Suphan Buri, Surin, Sukhothai, Uthai Thani and Uttaradit. The results from this study indicated that the status of *S. reilianum* in Thailand is determined as absence.

6. คำนำ

ข้าวโพด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. อยู่ในวงศ์ Gramineae (เต็ม, 2544) ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการปลูกข้าวโพดและเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่สำคัญในแถบเอเชีย ข้าวโพดที่นิยมปลูกกันมาก เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียว เป็นต้น จึงจัดให้ข้าวโพดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2559 พื้นที่ปลูกข้าวโพดในประเทศไทยรวม 6,894,443 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 6,489,813 ไร่ พื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานจำนวน 234,803 ไร่ พื้นที่ปลูกข้าวโพดอ่อนจำนวน 170,373 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ...) ผลผลิตข้าวโพดมีการส่งเข้าโรงงานอาหารสัตว์ 85 เปอร์เซ็นต์ อุตสาหกรรมแปรรูป 15 เปอร์เซ็นต์ และส่งออก 0.12 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท แหล่งที่ปลูกข้าวโพดที่สำคัญ เช่น เพชรบูรณ์ เลย นครราชสีมา น่าน ตาก เชียงราย เป็นต้น (ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557ก) นอกจากนี้ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์มาจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์หรือใช้ในระบบอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายเป็นจำนวนมาก ในปี 2556 การนำเข้าเมล็ดข้าวโพดจากต่างประเทศ 182,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 751 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557ข และ ค) โดยนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา อินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ เม็กซิโก และอาร์เจนตินา (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2557) ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาจากประเทศหลายประเทศ ทำให้มีความเสี่ยงที่รา *Sporisorium reilianum* จะติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจสถานะภาพของรา *S. reilianum* ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดและข้าวฟ่างของประเทศไทยอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการสนับสนุนการออกประกาศเรื่องการปลอดศัตรูพืช ตลอดจนที่ดำเนินการโดย NPPO เป็นกระบวนการช่วยตรวจหาศัตรูพืชชนิดใหม่ได้ทันเวลา การให้การรับรองพื้นที่ปลอดศัตรูพืช เป็นต้น การสำรวจ ติดตามและตรวจสอบศัตรูพืชเป็นงานพื้นฐานที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในการดำเนินการด้านอื่นๆ อีก เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช การกำหนดพื้นที่ปลอดศัตรูพืช การจัดทำบัญชีรายชื่อศัตรูพืชและการรายงานศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งแนวทางการดำเนินงานจะสอดคล้องกับ ISPMs (International Standard for Phytosanitary Measures) ฉบับที่ 6 (Guidelines for Surveillance)

เนื่องจากในปัจจุบันการส่งออกและนำเข้าสินค้าเกษตรจะต้องมีความตกลงทั่วไปว่าด้วยภาษีศุลกากรและการค้า (General Agreement on Tariff and Trade: GATT) ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นองค์การการค้าโลก (World Trade Organization: WTO) ได้กำหนดกฎเกณฑ์และระเบียบเพื่อให้เกิดการค้าเสรีและเป็นธรรม โดยทุกประเทศสมาชิกของ WTO จะต้องปรับลดอัตราอากรขาเข้ามาเป็นอันดับแรกสุดของการเปิดการค้าเสรี ในปัจจุบันมาตรการกีดกันด้านภาษีศุลกากรมีแนวโน้มที่จะลดลงเนื่องจากการเปิดเสรีทางการค้าภายใต้เขตการค้าเสรีต่างๆ มีเพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันมาตรการกีดกันทางการค้าที่มีใช้ภาษีศุลกากร (non tariff barrier, NTB) จะเริ่มมีบทบาทและมีรูปแบบใหม่ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่ง มาตรการที่สำคัญในด้านการเกษตรได้แก่ มาตรการด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures : SPS) มาตรการด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องชีวิต และสุขภาพมนุษย์ สัตว์ และพืช เพื่อสร้างความมั่นใจต่อความปลอดภัยด้านอาหาร แต่ต้องไม่ใช่สิทธินั้นในทางที่เป็นการสร้างข้อจำกัดทางการค้า หรือเลือกปฏิบัติระหว่างประเทศสมาชิกตามอำเภอใจ ซึ่งการนำมาตรการ SPS มาใช้ควรสอดคล้องกับมาตรฐานตามข้อกำหนดระหว่างประเทศที่กำหนดขึ้น และต้องมีเหตุผล และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอมีการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ที่เชื่อถือได้ ซึ่งประเทศคู่ค้ามักนำมาตรการ SPS มาใช้เป็นเครื่องมือในการกีดกันทางการค้ากับสินค้าอาหารประเภทปศุสัตว์ ประมง และพืชผักผลไม้ โดยอ้างการตรวจพบเชื้อโรค โรคแมลง และอื่นๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ทางการค้าของประเทศ และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต

ประเทศเกือบทุกประเทศที่เป็นสมาชิกขององค์การการค้าโลก (WTO) ได้นำมาตรการสุขอนามัยพืชมาใช้เป็นข้อต่อรองในการส่งออกและนำเข้า โดยที่ประเทศผู้ส่งออกต้องส่งบัญชีรายชื่อศัตรูพืชของพืชส่งออกและข้อมูลของศัตรูพืชแต่ละชนิดตามความต้องการของประเทศผู้นำเข้า เพื่อทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช ก่อนที่จะอนุญาตให้สินค้าเกษตรนั้นๆ เข้าประเทศ ขณะเดียวกันประเทศผู้นำเข้าจำเป็นต้องมีข้อมูลบัญชีรายชื่อศัตรูพืชที่นำเข้ามาด้วย การจัดทำบัญชีรายชื่อศัตรูพืชโดยการศึกษาและการสำรวจแบบติดตามข้อมูลศัตรูพืชในแหล่งปลูกเพื่อเป็นการเฝ้าระวัง (Surveillance) เป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลศัตรูพืชชนิดใดชนิดหนึ่งในพื้นที่ ซึ่งการรวบรวมข้อมูลนั้นสามารถทำได้ 2 แบบ ได้แก่การเฝ้าระวังโดยทั่วไป (general surveillance) โดยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลข่าวสารศัตรูพืชที่มีรายงานในประเทศ เช่นจาก หน่วยงานภาครัฐ มหาวิทยาลัย ภาคเอกชน ตลอดจนข่าวสารจากแหล่งข้อมูลขององค์กรระหว่างประเทศ เช่น องค์การอาหารและเกษตรแห่งชาติ (Food and Agriculture Organization, FAO) องค์การอารักขาพืชระดับภูมิภาค (Regional Plant Protection Organization, RPPOs) และอื่น ๆ การเฝ้าระวังโดยการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจง (specific surveys) สามารถดำเนินการโดยการสำรวจแบบตรวจหา (detection surveys) และการสำรวจแบบมีขอบเขต (delimiting surveys) (McMaugh, 2005) ประโยชน์ของการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจงทั้ง 2 วิธีนี้นอกจากจะสามารถบอกถึงสถานการณ์ของศัตรูพืชในพื้นที่แล้วยังสามารถใช้ข้อมูลที่ได้เป็นการรับรองพื้นที่ปลอดศัตรูพืชในกรณีที่ไม่พบศัตรูพืชในพื้นที่นั้น ๆ เมื่อมีการรับรองพื้นที่ปลอดศัตรูพืชแล้ว การที่จะคงสภาพพื้นที่ปลอดศัตรูพืชจะต้องมีการสำรวจแบบตรวจหาอย่างเป็นระบบ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจติดตามศัตรูพืชเพื่อการเฝ้าระวังนี้จะส่งให้

องค์การอารักขาพืชแห่งชาติ (National Plant Protection Organization, NPPO) นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าระวังนี้สามารถนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้ในการสนับสนุนการออกประกาศเรื่องการปลอดศัตรูพืช ตลอดจนที่ดำเนินการโดย NPPO เป็นกระบวนการช่วยตรวจหาศัตรูพืชชนิดใหม่ได้ทันเวลา การให้การรับรองพื้นที่ปลอดศัตรูพืช เป็นต้น การสำรวจ ติดตามและตรวจสอบศัตรูพืชเป็นงานพื้นฐานที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในการดำเนินการด้านอื่นๆ อีก เช่น Pest Risk Analysis, Establishment for pest free area, Pest list, Pest report เป็นต้น ซึ่งแนวทางการดำเนินงานจะสอดคล้องกับ ISPMs (International Standard for Phytosanitary Measures) ฉบับที่ 6 (Guidelines for Surveillance)

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างได้แก่ ถุงพลาสติก กระดาษบันทึก ปากกาเคมี เครื่องระบุพิกัดภูมิศาสตร์
2. วัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อ หม้อนึ่งความดัน ตู้อบฆ่าเชื้อ
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ จานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง ขวดดูแรน ปีกเกอร์ สไลด์ และแผ่นแก้วปิดสไลด์ กระจกบอทวง แท่งแก้ว ตะเกียงแอลกอฮอล์เข็มเขี่ยปลายแหลม ปากคิบ ใบมีดผ่าตัด
4. กล้องจุลทรรศน์แบบ compound และ stereo พร้อมกล้องถ่ายภาพ
5. อาหารแยกและเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ water agar (WA) และ potato dextrose agar (PDA)
6. สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ และ เอธิลแอลกอฮอล์ 75%
7. อุปกรณ์ทำตัวอย่างแห้ง เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ ไม้อัดตัวอย่าง กระดาษฟางของกระดาษสำหรับใส่ตัวอย่าง

- วิธีการ

1. สืบค้นข้อมูลลักษณะของรา *Sporisorium reilianum* ได้แก่ รายละเอียดของเชื้อ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพ้อง และรวบรวมตัวอย่างอ้างอิงและรูปภาพของโรครา *S. reilianum* เพื่อใช้ในการตรวจสอบอ้างอิงขณะทำการสำรวจและจัดทำข้อมูลศัตรูพืช ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพืชอาศัย อาการของโรค รูปภาพสีของโรค แหล่งอาศัยของรา และรายละเอียดของศัตรูพืชชนิดอื่นที่คล้ายคลึงกับศัตรูพืชเป้าหมาย และศึกษาลักษณะอาการที่ใช้ในการวินิจฉัย

2. จัดทำแบบฟอร์มรายละเอียดของข้อมูลในการสำรวจ พร้อมบันทึกข้อมูลชื่อพืช สถานที่ วันที่เก็บ และตำแหน่งที่ตั้งพิกัดภูมิศาสตร์ เก็บตัวอย่างโรคไว้ในกล่องเก็บความเย็น นำตัวอย่างมาศึกษาลักษณะอาการในห้องปฏิบัติการ จัดเก็บโรคพืชที่แสดงอาการที่ใบอัดหับเป็นตัวอย่างแห้งและเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์โรคพืช ที่กลุ่มวิจัยโรคพืช ตึกอสังคกรีสการ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

3. การสำรวจ กำหนดพื้นที่ แหล่งปลูกข้าวโพดจากเมล็ดพันธุ์นำเข้าที่สำคัญของประเทศในภาคเหนือและภาคกลาง จำนวน 10 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก ลำปาง น่าน กาญจนบุรี สระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ สุพรรณบุรี ราชบุรี เป็นต้น วางแผนการสำรวจ ดำเนินการสำรวจโดยกำหนดพื้นที่สำรวจแหล่งปลูกข้าวโพดปลูกคลุมพื้นที่

160,875 ไร่ หรือ 2.02% ของข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทย ทำการสำรวจตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืชฉบับที่ 6 (Guidelines for surveillance: ISPM No. 6) สำรวจพื้นที่ปลูกข้าวโพดจำนวน 5% ของพื้นที่สำรวจ วางแผนการสำรวจอย่างน้อย 10 แปลง ต่อพื้นที่ แต่ละแปลงทำการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ โดยเดินเป็นรูปแบบ W โดยตรวจโรคจุดละ 10-20 ต้น โดยทำการสุ่มตัวอย่างให้กระจายตลอดพื้นที่ปลูก ดังนี้

พื้นที่ปลูก	1-5,000 ไร่	สำรวจจำนวน	10 จุด
พื้นที่ปลูก	>5,000 ไร่ – 10,000 ไร่	สำรวจจำนวน	15 จุด
พื้นที่ปลูก	>10,000 ไร่ – 15,000 ไร่	สำรวจจำนวน	20 จุด
พื้นที่ปลูก	>15,000 ไร่	สำรวจจำนวน	25 จุด

ถ้ามีอาการที่สงสัย ให้เก็บตัวอย่างมาทำการตรวจวินิจฉัยโรคในห้องปฏิบัติการ

4. การศึกษารา *Sporisorium reilianum*

4.1 ศึกษา *Sporisorium reilianum* โดยตรงจากเนื้อเยื่อพืช (Direct observation)

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

4.2 การจำแนกชนิดเชื้อสาเหตุ

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อได้แก่ ลักษณะของเส้นใย ขนาด สี ลักษณะของสปอร์ สี ขนาด ชนิดของ fruiting body และถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (Benson, 1998) ศึกษาลักษณะผิวของสปอร์ จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด นำลักษณะของราดังกล่าวเปรียบเทียบกับคู่มือการจัดจำแนกชนิดราเขม่าดำ ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Vánky (2002)

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลสถานภาพของรา *Sporisorium reilianum* ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดของประเทศไทย
2. บันทึกข้อมูล ชื่อพืช สถานที่ วันที่เก็บ และตำแหน่งที่ตั้งพิกัดภูมิศาสตร์ และเก็บตัวอย่างไว้ใน

พิพิธภัณฑวัตถุโรคพืช กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 – กันยายน 2561

กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

แปลงปลูกข้าวโพดในประเทศไทย

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สืบค้นข้อมูลลักษณะของรา *Sporisorium reilianum*

สืบค้นข้อมูลลักษณะของรา *S. reilianum* ได้แก่ รายละเอียดของเชื้อ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพ้อง และลักษณะอาการของโรค พร้อมรูปภาพรูปภาพสีของโรค และรายละเอียดของศัตรูพืชชนิดอื่นที่คล้ายคลึงกับศัตรูพืชเป้าหมาย

- รายละเอียดของรา *S. reilianum* ดังนี้

Kingdom	Fungi
Division	Basidiomycota
Class	Microbotryomycetes
Order	Microbotryales
Family	Microbotryaceae
Genus	<i>Sphacelotheca</i>

- ลักษณะของราสกุล *Sporisorium reilianum*

ชื่อพ้อง	<i>Sphacelotheca reiliana</i> <i>Ustilago reiliana</i> <i>Sporisorium holci-sorghii</i>
----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

ราสร้าง teliospores กลม สีน้ำตาลดำจนถึงสีดำ มีหนาม โรคเขม่าดำ มี 2 ชนิด **ชนิดแรก**

เรียกว่า **common smut** ของข้าวโพด สาเหตุเกิดจากรา *Ustilago maydis* พบระบาดทั่วโลกทำความเสียหายทำให้ผลผลิตลดลงถึง 10% ความเสียหายเกิดเมื่อเมล็ดเกิดการโป่งพอง (gall) ลักษณะคล้ายเห็ด (Figure 1a) ในข้าวโพดหวานจะอ่อนแอต่อโรคมกกว่า เราสามารถเข้าทำลายทุกส่วนของต้นพืชที่อยู่เหนือดิน เช่น ตาข้าง (axillary buds) ฝัก (ears) ใบ (Figure 1b) ก้าน (stalks) (Figure 1c) เกสรตัวผู้ และ ไหมข้าวโพด (tassels) (Figure 1d) บางครั้งพบการเข้าทำลายของราในส่วนของรากที่อยู่ใต้ดิน (Figure 1e) ส่วนที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายมากที่สุดคือ ฝัก (Figure 1f) และก้าน เมื่อข้าวโพดเป็นโรคมัผลกระทบต่อคุณภาพของข้าวโพดคือฝักข้าวโพดจะสั้นลง ขนาดฝักเล็กลง (เส้นผ่านศูนย์กลางของฝักลดลง) และที่สุคน้ำหนักของฝักลดลง เมล็ดที่มีราเข้าทำลายจะยุบตัวลง **ชนิดที่สองคือ *Sporisorium reilianum* (*Sphacelotheca reiliana*)** เข้าทำลาย

ข้าวโพดและข้าวฟ่าง ทำให้เกิดอาการของโรคที่เรียกว่า head smut (Figure 2) จะพบอาการโรคบนฝักและ ไหมข้าวโพดเท่านั้น พบสาเหตุ 2 สายพันธุ์ สายพันธุ์แรกจะเข้าทำลายเฉพาะข้าวโพดเท่านั้น ส่วนสายพันธุ์ที่ 2 จะเข้าทำลายข้าวฟ่าง และหญ้าชูดาน พบระบาดในแหล่งปลูกทั่วไปในอเมริกาโดยเฉพาะทางตะวันตกเฉียงใต้ โรคราเขม่าดำชนิดนี้เรียกว่า head smut สามารถเข้าไปในต้นพืชตั้งแต่ระยะต้นกล้ายังไม่แสดงอาการจนกระทั่ง พืชอยู่ในระยะขยายพันธุ์ ฝักข้าวโพดบวมปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อบางและแตกเป็นเส้นๆ และปกคลุมด้วยสปอร์สีน้ำตาลดำ teliospore และท่อลำเลียงอาหารและน้ำ

สำหรับโรคราเขม่าดำของข้าวโพดในประเทศไทยได้สำรวจพบเมื่อ ปี พ.ศ. 2506 ที่ศูนย์วิจัย ข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ในปี 2517 สมเกียรติ ฐิตะฐาน และคณะ (2524) พบโรคนี้ระบาดเพียงเล็กน้อยที่อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา อำเภอพัฒนานิคม อำเภอโคกสูง และอำเภอยะบะดี จังหวัดลพบุรี อำเภอเมือง อำเภอโกรกพระ และอำเภอยะหริ่ง จังหวัดนครสวรรค์ เป็น common smut ของข้าวโพด สาเหตุเกิดจากรา *Ustilago maydis*

ข้าวฟ่าง

โรค head smut ของข้าวฟ่าง เกิดจากรา *Sporisorium reilianum* (Kühn) Langdon & Fullerton ซึ่งเป็นราดินพบในแหล่งปลูกข้าวฟ่างทั่วโลก ราเขม่าดำชนิดนี้สามารถอยู่ในดินและเข้าทำลายต้นกล้าของข้าวโพดและข้าวฟ่างได้ พบครั้งแรกในแอฟริกา สามารถเข้าทำลายได้ทั้งข้าวฟ่าง ข้าวโพด และหญ้าชูดาน นอกจากนี้ยังพบได้ทุกสภาพอากาศในยุโรป อเมริกาเหนือและใต้ แอฟริกา เอเชีย ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และอินดีสตะวันตก ราเข้าทำลายระยะต้นกล้าจนถึงดอก *S. Reilianum* เป็นหนึ่งในราเขม่าดำไม่กี่ตัวที่ไม่ใช้วิธีการเมล็ดไม่ได้ผล ในสหรัฐอเมริกาพบปัญหาจาก head smut ของข้าวฟ่างตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ที่มลรัฐเท็กซัสเป็นต้นมา มีการปรับปรุงพันธุ์ต้านทานต่อโรค แต่โรคก็ยังระบาดทำความเสียหายเนื่องจากราสร้าง race ใหม่ขึ้นมา และรุนแรงกว่าเดิม รายงานถึงสถานการณ์โรคเขม่าดำของข้าวฟ่างในแปลงปลูกในเคนยาตะวันตกพบ 3 อาการคือ พบอาการ head smut เกิดจากรา *S. reilianum* 73-75 เปอร์เซ็นต์ อาการ covered kernel smut เกิดจากรา *S. sorghi* 42-43 เปอร์เซ็นต์ และอาการ loose smut เกิดจากรา *S. cruenta* 14-24 เปอร์เซ็นต์

ในประเทศไทยมีรายงานถึงโรคราเขม่าดำ (Loose Smut Disease) มีสาเหตุจากเชื้อ *Sphacelotheca cruenta* พบการระบาดครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2534 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นานาชาติซึ่งการระบาดไม่รุนแรงมากนัก แต่ในปโตๆมาพบว่าโรคนี้มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น รา *S. cruenta* สามารถเข้าทำลายที่ดอกโดยตรง หรืออาจเข้าทำลายส่วนเนื้อเยื่อเจริญหลังจากข้าวฟ่างงอก หรืออาจเข้าทำลายต้นกล้า โดยราอาศัยอยู่ในดิน และยังพบว่าข้าวฟ่างต่อที่เป็นโรคนี้ผลผลิตจะเสียหายถึง 100 % หรือไม่ได้รับผลผลิตเลย แต่ ไม่ทำความเสียหายให้กับข้าวฟ่างที่ปลูกก่อนตัดไวต่อมากนัก

วงจรชีวิตของรา *S. Reilianum* สปอร์ของรา *S. reilianum* อยู่ข้ามฤดูในดินช่วงฤดูหนาว ราเข้าทำลายต้นกล้าในเนื้อเยื่ออ่อน ต่อมาสร้างเส้นใยเข้าไปอยู่ในส่วนของฝักหรือไหมของข้าวโพดและพัฒนาเป็น

sorus สร้าง teliospore อยู่ภายใน ทำให้ผลผลิตเสียหาย teliospore จะแพร่กระจายและพักตัวอยู่ในดิน (Figure 3 และ Figure 4)

พืชอาศัย ข้าวโพด (Figure 5) ข้าวฟ่าง (Figure 6) หญ้าชูดาน หญ้าจอห์นสัน และ หญ้าทีโอซินเท (Teosinte)

การแพร่กระจาย Africa, Africa South of Sahara, Argentina, Asia, Australasia, Australia, Austria, Azores, Barbados, Bhutan, Bolivia, Borneo, Brazil, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Canada, Caribbean, Central America, Central Asia, Chad, Chile, China, Colombia, Congo Democratic Republic, Cyprus, Czechoslovakia, Egypt, Eritrea, Estonia, Ethiopia, Europe, France, German Democratic Republic, German Federal Republic, Germany, Ghana, Greece, Guatemala, Hawaii, Honduras, Hungary, India, Indonesia, Iran, Iraq, Israel, Italy, Jamaica, Japan, Kazakhstan, Kenya, Korea Republic, Malawi, Malaysia, Mauritania, Mauritius, Mexico, Morocco, Mozambique, Myanmar, Nepal, New Britain, New Guinea, New South Wales, New Zealand, Nigeria, North America, Oceania, Ontario, Pakistan, Panama, Papua New Guinea, Philippines, Queensland, Rio Grande do Sul, Romania, Russia, Russian Far East, Rwanda, Sarawak, Senegal, Siberia, Somalia, South Africa, South America, Spain, Sudan, Taiwan, Tanzania, Togo, Uganda, Ukraine, Uruguay, USA, USSR, Yemen, Yugoslavia, Zambia, Zimbabwe, Ukraine, Yugoslavia, North America, Canada, Ontario, Mexico, USA, Central America & West Indies, Barbados, Guatemala, Honduras, Jamaica, Panama, Salvador, South America, Argentina, Bolivia, Brazil, Rio Grande do Sul, Chile, Colombia, Uruguay (Figure 7)

นิเวศวิทยา สภาพที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์ ได้แก่ อุณหภูมิระหว่าง 14-36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในดินระหว่าง 18-23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 15-20%

2. จัดทำแบบฟอร์มรายละเอียดของข้อมูลในการสำรวจ

จัดทำแบบฟอร์มเพื่อใช้ในการสำรวจ ซึ่งจะต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้ ข้อมูลเกษตรกร ได้แก่ ชื่อ ที่อยู่ของเกษตรกร ข้อมูลภูมิศาสตร์ ข้อมูลพืช ได้แก่ ชนิด และอายุของพืช ข้อมูลโรคที่พบได้แก่ ลักษณะอาการ ส่วนของพืชที่แสดงอาการ การวินิจฉัยโรคเบื้องต้นในแปลง และได้นำข้อมูลเหล่านี้มาจัดทำเป็นแบบฟอร์มในการสำรวจได้ 1 แบบฟอร์ม (Figure 8)

3. การสำรวจ

จากผลการสำรวจสถานภาพของรา *Sporisorium reilianum* โดยการสำรวจแบบ เฉพาะเจาะจงในแปลงปลูกข้าวโพด จำนวน 20 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ขอนแก่น ชัยภูมิ เชียงราย เชียงใหม่ นครราชสีมา น่าน พะเยา พิษณุโลก เพชรบุรี เพชรบูรณ์ แพร่ ราชบุรี เลย สระบุรี สุพรรณบุรี สุรินทร์ สุโขทัย

อุทัยธานี และอุตรดิตถ์ (Figure 9) ในระหว่างเดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2561 จำนวน 819 แปลง (Table 1)

4. วิธีการตรวจของรา *Sporisorium reilianum*

ผลการสำรวจและตรวจหา *S. reilianum* ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด จำนวน 819 แปลง 20 จังหวัด ไม่ปรากฏรา *S. reilianum* ในประเทศไทย แต่จากการสำรวจครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างราลักษณะสีดำมีลักษณะคล้ายกับเชื้อเป่าหมายมาจากอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และตำบลบึงกอก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ จำนวน 6 ตัวอย่าง จากการตรวจดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ compound และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron) พบว่าเป็นรา *Ustilago maydis* สาเหตุโรคราเขม่าดำ (common smut) (Figure 10) ไม่ปรากฏรา *Sporisorium reilianum* สาเหตุโรค Head smut เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าจากการสำรวจศึกษาสภาพของรา *Sporisorium reilianum* ในแปลงข้าวโพดและข้าวฟ่างโดยการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจงในพื้นที่ปลูกของข้าวโพด จำนวน 20 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ขอนแก่น ชัยภูมิ เชียงราย เชียงใหม่ นครราชสีมา น่าน พะเยา พิษณุโลก เพชรบุรี เพชรบูรณ์แพร่ ราชบุรี เลย สระบุรี สุพรรณบุรี สุรินทร์ สุโขทัย อุทัยธานี และอุตรดิตถ์ ในระหว่างเดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2561 จำนวน 819 แปลง จากการสำรวจไม่ปรากฏรา *S. reilianum* สาเหตุโรค head smut .ในเขตพื้นที่ปลูกข้าวโพดในประเทศไทย

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจศึกษาสภาพของรา *Sporisorium reilianum* ในแปลงข้าวโพดและข้าวฟ่างโดยการสำรวจแบบเฉพาะเจาะจงในพื้นที่ปลูกของข้าวโพด จำนวน 20 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ขอนแก่น ชัยภูมิ เชียงราย เชียงใหม่ นครราชสีมา น่าน พะเยา พิษณุโลก เพชรบุรี เพชรบูรณ์แพร่ ราชบุรี เลย สระบุรี สุพรรณบุรี สุรินทร์ สุโขทัย อุทัยธานี และอุตรดิตถ์ ในระหว่างเดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2561 จำนวน 819 แปลง จากการสำรวจไม่ปรากฏรา *S. reilianum* สาเหตุโรค head smut .ในเขตพื้นที่ปลูกข้าวโพดในประเทศไทย

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นข้อมูลสถานภาพของรา *S. reilianum* สาเหตุโรค head smut ในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทย เพื่อใช้สนับสนุนการออกประกาศการปลอดศัตรูพืช โดยหน่วยงานองค์การอารักขาพืชแห่งชาติ (NPPO)

สามารถเผยแพร่ผลงานวิจัยในรายงานประจำปีของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร รวมถึงงานประชุมวิชาการระดับชาติ หรือนานาชาติ

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณพี่ ๆ และน้อง ๆ กลุ่มงานวิทยาโมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช ที่ให้ความร่วมมือ และความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง การดำเนินการทดลอง และการเก็บข้อมูล รวมถึงกำลังใจที่มีให้กันเสมอมา

12. เอกสารอ้างอิง

- ณัฏฐพร อุทัยมงคล สุรพล ยินอัศวพรรณ ชลธิชา รักไคร้ อุดร อุณหวุฒิ. 2550. การศึกษา วิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจากต่างประเทศ. กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557ก. รายงานสภาวะการผลิตพืช (รต.01) แบบรายปี 2556/2557. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://production.doae.go.th>. (29 เมษายน 2557).
- ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557ข. สถิติการส่งออก (Export); ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน) แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (7 พฤษภาคม 2557).
- ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557ค. สถิติการนำเข้า (Import); ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน) แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/import_result.php. (7 พฤษภาคม 2557).
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2557. สถิติปริมาณและมูลค่าเมล็ดพันธุ์ควบคุมปี 2556. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://www.thasta.com/statistics.asp>. (5 พฤษภาคม 2557).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2557. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- 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.
- Martinez, C., C. Roux, A. Jauneau, and R. Dargent. 2002. The biological cycle of *Sporisorium reilianum* f. sp. zae: an overview using microscopy. *Mycologia* 94 (3). pp. 504-514.
- UK CAB International. 1996. *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*. *Distribution Maps of Plant Diseases*, December (Edition 3): Map 471.
- Vánky, K. 1994. European Smut Fungi. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. 570 pp.
- Vánky K. 2002a. Illustrated genera of smut fungi, 2nd ed. APS Press, St. Paul. 238 pp.
- Vánky, K and R.G. Shivas, 2008. Fungi of Australia: The Smut Fungi. Printed in Australia. 267 pp.

ภาคผนวก

Table 1: List of corn plantations had been surveyed in this study during October 2015 to September 2018.

Province	District	Subdistrict	Village	GPS coordinates
Kanchanaburi	<i>Tha Maka</i>	<i>Nong Lan</i>		14.042265, 99.829920; 14.043129, 99.827474; 14.032039, 99.823970; 14.031409, 99.825070
Kamphaeng Phet	Khanu Worakabsaburi	Saen To	Saen To	16.040071, 99.868433
Chiang Rai	Mae Saluai	Tha ko		19.526500, 99.582180; 19.527032, 99.574415
Chiang Rai	Mae Saluai	Mae Saluai		19.715984, 99.547792
Chiang Rai	Mae Lao	Dong Mada		19.738412, 99.673201; 19.737801, 99.674224; 19.734830, 99.672581
Chiang Rai	Mae Lao	Pong Phrae		19.806060, 99.647827
Chiang Rai	Mae Chan	Pa Ting		20.145973, 99.844904; 20.142395, 99.846446
Chiang Rai	Mae Faluang	Mae Salong Nok		20.166082, 99.635965
Chiang Mai	Mae Ai	Tha Ton		20.061498, 99.460274; 20.058454, 99.420282; 20.064082, 99.428115
Tak	Mae Sot			16.709346, 98.586550; 16.710602, 98.581670; 16.693728, 98.576445; 16.805738, 98.584121; 16.774699, 98.531166
Tak	Phop Phra			16.414724, 98.782497; 16.415900, 98.796796; 16.427154, 98.774440; 16.508873, 98.661192; 16.518333, 98.684954; 16.503986, 98.707434; 16.389436, 98.705507; 16.386446, 98.713240
Nakhon Sawan	<i>Tak Fa</i>	<i>Phu Nok Yung</i>		15.416039, 100.461698; 15.408204, 100.460215; 15.403387, 100.462517; 15.397075, 100.470891; 15.396841, 100.465987
Phitsanulok	<i>Bang Rakam</i>	<i>Bueng Kok</i>		16.695060, 100.018033

Phitsanulok	<i>Nong Phai</i>	<i>Nong Phai</i>	Sap Sombun	15.968336, 101.048480; 15.966491, 101.050360; 15.970230, 101.053020; 15.976999, 101.053459; 15.974656, 101.052938; 15.974411, 101.054462; 15.976530, 101.052223; 15.968271, 101.047772; 15.977830, 101.051011; 15.974381, 101.054047
Phetchabun	<i>Muang Phetchabun</i>	<i>Tha Phon</i>		16.559956, 101.150691; 16.553290, 101.151965; 16.558126, 101.154776; 16.557752, 101.154847; 16.539799, 101.164306; 16.545242, 101.155444
Phetchabun	<i>Nong Phai</i>	<i>Na Chaliang</i>		16.070411, 101.077203
Phetchabun	<i>Nong Phai</i>	<i>Ban Phot</i>		15.917685, 100.985619; 15.919724, 100.985493; 15.919580, 100.970470; 15.933547, 100.930537; 15.913950, 101.026780; 15.914628, 101.024488; 15.916011, 101.029511, 15.913658, 101.016542
Phrae	<i>Long</i>			18.077150, 99.831520; 18.068214, 99.844892; 18.163960, 99.950889; 18.005005, 99.776604; 18.002662, 99.768451; 18.000296, 99.768208
Phrae	<i>Denchai</i>			17.983220, 100.052080; 17.996702, 100.031675; 17.995866, 100.030945; 17.997064, 100.031760; 17.995831, 100.034371
Ratchaburi	<i>Photharam</i>	<i>Don Krabueang</i>		13.775390, 99.887830; 13.774574, 99.883393; 13.776415, 99.885961; 13.773120, 99.892822; 13.772292, 99.883638; 13.771293, 99.884052; 13.771161, 99.885691; 13.770298, 99.886612
Lop Buri	<i>Kok Sumrong</i>	<i>Nong Khaem</i>		15.125430, 100.701230; 15.124922, 100.702640; 15.114796, 100.706169
Lop Buri	<i>Nong Muang</i>	<i>Chon Saradet</i>		15.179850, 100.672020
Saraburi	<i>Muak Lek</i>	<i>Sap Sanun</i>		14.887360, 101.282410; 14.885881, 101.280354; 14.885082, 101.284347; 14.882495, 101.280612; 14.878154, 101.268887; 14.868855, 101.251696; 14.867304, 101.247885, 14.865332, 101.246464

Saraburi	<i>Muak Lek</i>	<i>Muak Lek</i>	14.655310, 101.198486; 14.656035, 101.189608; 14.661618, 101.187033; 14.661619, 101.186182; 14.659440, 101.178041; 14.665357, 101.176682; 14.665355, 101.179948
Sukhothai	<i>Thung Saliam</i>		17.320650, 99.561140; 17.326302, 99.573443; 17.327695, 99.506750; 17.335370, 99.485005
Suphan Buri	<i>Song Phi Nong</i>	<i>Bo Suphan</i>	14.137320, 99.894830; 14.136585, 99.894404; 14.135608, 99.893662; 14.134320, 99.892580; 14.140844, 99.900559; 14.117524, 99.813781; 14.119932, 99.817988; 14.142300, 99.909810; 14.133355, 99.890591; 14.140661, 99.900843; 14.135355, 99.893807; 14.135862, 99.893179; 14.135586, 99.892932; 14.136501, 99.894459; 14.136649, 99.894638; 14.148631, 99.803852
Uttaradit	<i>Nam Pat</i>	<i>Den Lek</i>	17.827076, 100.779407; 17.827577, 100.779296; 17.826890, 100.779249; 17.826733, 100.778858; 17.828163, 100.781220; 17.828552, 100.781595; 17.829410, 100.781527; 17.829932, 100.782033; 17.824541, 100.772388; 17.825901, 100.771414
Uttaradit	<i>Thong saengkhan</i>		17.450436, 100.341781; 17.462170, 100.359480
Uttaradit	<i>Tron</i>		17.476150, 100.100535; 17.450168, 100.136511; 17.449944, 100.135826
Uttaradit	<i>Phichai</i>		17.287310, 100.087997; 17.292487, 100.091488; 17.295081, 100.087819
Nakhon Ratchasima	Dan Khun Thot		15.235757, 101.660204; 15.209579, 101.67255; 15.21043, 101.673340; 15.209464, 101.672605; 15.209771, 101.671666; 15.359937, 101.579167; 15.360258, 101.578523; 15.359617, 101.578555; 15.360507, 101.578609; 15.145522, 101.572644; 15.145460, 101.572494; 15.145315, 101.572408; 15.145253, 101.572311; 15.145491, 101.572504; 15.145191, 101.572300; 15.157690, 101.544009;

		15.157032, 101.546133; 15.156473, 101.545929
Nakhon Ratchasima	Si Khiu	14.908352, 101.593968; 14.906929, 101.593528; 14.908554, 101.595296; 14.907125, 101.595545; 14.962071, 101.464830; 14.961293, 101.461381; 14.961728, 101.460968; 14.963934, 101.460623; 15.062507, 101.759353; 15.063823, 101.757905; 15.072448, 101.628816; 15.073391, 101.626370; 15.074696, 101.625179
Nakhon Ratchasima	Pak Chong	14.725345, 101.407862; 14.726767, 101.408924; 14.727615, 101.405947; 14.727916, 101.408522; 14.722510, 101.410121; 14.720393, 101.409209; 14.71951, 101.410588; 14.696175, 101.343101; 14.700174, 101.339922; 14.464885, 101.719413; 14.467709, 101.71843; 14.464942, 101.722602; 14.463575; 101.723342; 14.444500, 101.640936; 14.444858, 101.639799; 14.444944, 101.639394; 14.447319, 101.640274; 14.721274, 101.206633; 14.720413, 101.204873
Phrae	Long	18.109385, 99.843696; 18.109182, 99.843556; 18.108518, 99.843117; 18.108333, 99.843097; 17.920462, 99.723396; 17.919651, 99.722875; 17.920149, 99.723733; 17.923876, 99.719399; 18.061062, 99.788579; 18.060922, 99.788420; 18.060713, 99.788235; 18.045769, 99.755656; 18.045466, 99.755059; 18.044772, 99.755421; 18.055036, 99.750612; 18.076649, 99.856839
Phetchabun	Lhomsak	16.743086, 101.284910; 16.747207, 101.273057; 16.747510, 101.272014; 16.748205, 101.270945; 16.747632, 101.270061; 16.730599, 101.257469; 16.731010, 101.249358; 16.733109, 101.250590
Phetchabun	Lhomkao	16.873420, 101.082057; 16.964397, 101.253935; 16.961611, 101.250094; 16.957214, 101.242865; 16.954156, 101.242361; 101.222924 01.242361; 16.950952, 101.237596; 16.950798, 101.235729; 16.951173, 101.234960; 16.935212, 101.222924;

16.942464, 101.225359; 16.941266, 101.225165;
16.935561, 101.195570; 16.934871, 101.195900

Phetchabun	Wachian Buri	15.664693, 101.077368; 15.664267, 101.075651; 15.662011, 101.073022; 15.661009, 101.069149; 15.660045, 101.067360
------------	--------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Phetchabun	Nong Phai	15.994696, 101.145113; 15.990458, 101.139277; 15.983076, 101.131846; 15.993866, 101.129396; 15.992614, 101.126607; 15.985483, 101.120513; 15.987873, 101.114760; 15.991234, 101.110504; 15.985511, 101.110026; 15.989154, 101.111787; 16.040461, 101.082937; 16.044240, 101.083763; 16.050861, 101.081997; 15.906059, 100.898237; 15.907488, 100.899373; 15.908785, 100.904654; 15.911413, 100.912688; 15.914622, 100.916180; 16.115152, 101.217373; 16.114238, 101.217058; 16.111692, 101.217787; 16.097062, 101.216430; 16.089903, 101.196679; 16.062085, 101.177444
------------	-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Phraputthabath	Saraburi	14.745525, 100.718421; 14.746469, 100.715895; 14.746409, 100.799290; 14.745563, 100.798876; 14.745719, 100.798511; 14.745840, 101.797455; 14.745238, 100.799428; 14.744732, 100.800491; 14.742599, 100.793111; 14.703706, 100.724444; 14.702886, 100.724707; 14.706015, 100.725468; 14.708453, 100.727122; 14.708856, 100.726702
----------------	----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Saraburi	Donput	14.639510, 100.606042; 14.637320, 100.604909; 14.638923, 100.603613; 14.643277, 100.604385; 14.646335, 100.603039
----------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Saraburi	Nong Done	14.687449, 100.747535; 14.691003, 100.748058; 14.694202, 100.747992; 14.690001, 100.746108; 14.688623, 100.748493; 14.686430, 100.755253; 14.689285, 100.720693; 14.688921, 100.718970; 14.702937, 100.716239; 14.689153, 100.720764; 14.691533, 100.721640; 14.690123, 100.719578; 14.689240, 100.718519
----------	-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Saraburi	Ban Mor	14.632039, 100.758658; 14.611013; 100.730807; 14.611762, 100.730436; 14.611767,100.730356; 14.590875, 100.752732; 14.589997, 100.751536; 14.590312, 100.751629; 14.590706,100.754507; 14.602133, 100.728375; 14.635529, 100.763252; 14.634793,100.762769; 14.631312, 100.767228; 14.630949, 100.767839; 14.629638, 100.767120
Muang Uthai Thani	Uthai Thani	15.406370, 99.987445; 15.401739, 99.988293; 15.401350, 99.988000; 15.393106, 100.020033; 15.392732, 100.020873; 15.395758, 100.020780; 15.397954, 100.021205;15.398417, 100.022001; 15.397813, 100.021122; 15.398328, 100.021762
Uthai Thani	Nong Chang	15.386976, 99.780428; 15.386659, 99.779378; 15.386771, 99.777592; 15.390966, 99.773317; 15.391278, 99.770122; 15.390816, 99.772769; 15.392319, 99.774489; 15.391808, 99.775388; 15.393184, 99.777302; 15.394612, 99.777688; 15.395109, 99.773308; 15.387372, 99.780647
Uthai Thani	Ban Rai	15.209338, 99.447453; 15.206749, 99.440755; 15.207467, 99.449466; 15.208109, 99.440457; 15.205865, 99.437775; 15.205182, 99.432751; 15.210718, 99.431443; 15.204795, 99.406343
Uthai Thani	Huai Khot	15.283137, 99.562523; 15.284444, 99.562472; 15.287221, 99.562970; 15.284885, 99.557876; 15.284841, 99.558785; 15.288470, 99.551834; 15.289950, 99.554319; 15.290941, 99.553143; 15.289958, 99.554362; 15.290535, 99.553175
Uthai Thani	Lan Sak	15.566319, 99.440222; 15.562781, 99.441595; 15.564234, 99.442136; 15.564953, 99.439612; 15.567676, 99.445414; 15.564995, 99.438898; 15.570099, 99.436220; 15.56884, 99.434930; 15.571314, 99.43697; 15.573758, 99.446207; 15.576901, 99.441588; 15.580253, 99.439411; 15.580100, 99.437386; 15.580224, 99.432909;

		15.458092, 99.455871; 15.455943, 99.453327
Uthai Thani	Sawang Arom	15.605221, 99.752879; 15.605530, 99.751804; 15.607902, 99.748752; 15.608710, 99.754132; 15.607102, 99.754462
Chiang Rai	Mae Sai	20.359278, 99.923492; 20.359077, 99.922650; 20.359512, 99.924536; 20.359561, 99.923502; 20.362121, 99.920227; 20.364190, 99.919641; 20.364435, 99.92265; 20.364599, 99.926112; 20.367372, 99.923040; 20.367463, 99.918871; 20.372351, 99.908580; 20.373183, 99.902292
Chiang Rai	Mae Lao	19.781663, 99.729579; 19.782930, 99.729949
Chiang Rai	Mae Chan	20.181541, 99.867841; 20.181466, 99.865858; 20.181736, 99.866185; 20.182776, 99.868648
Chiang Mai	Mae Ai	19.953720, 99.337649; 19.953683, 99.333732; 19.953683, 99.333732; 19.962811, 99.30848; 19.962894, 99.309148; 19.963658, 99.304037; 19.959700, 99.297102
Sukhothai	Si Satchanalai	17.585133, 99.715168; 17.586124, 99.717328; 17.592105, 99.723246; 17.593846, 99.713201; 17.590466, 99.713475; 17.596709, 99.711214; 17.592746, 99.713845; 17.592967, 99.714013; 17.585449, 99.711850; 17.590477, 99.715726
Sukhothai	Si Samrong	17.162142, 99.716332; 17.162959; 99.713308; 17.160500, 99.708476; 17.160783; 99.708441; 17.158627, 99.703271; 17.157864; 99.731551; 17.158493, 99.733093; 17.160184; 99.734876
Sukhothai	Sawan Khalok	17.336492, 99.819820; 17.336107; 99.817760; 17.336334; 99.822264; 17.336170, 99.823195
Nakhon Ratchasima	Pak Chong	14.727244, 101.432440; 14.730946, 101.433798; 14.736644, 101.431329; 14.739428, 101.429802; 14.740125, 101.429408; 14.740399, 101.429972;

	14.742564, 101.427866; 14.743317, 101.425603; 14.743809, 101.423409; 14.742786, 101.418718; 14.740036, 101.432730; 14.743133, 101.435167; 14.736875, 101.426693; 14.736956, 101.426049; 14.738226, 101.424206; 14.738296, 101.423344; 14.739183, 101.421048; 14.739363, 101.420626; 14.721991, 101.429985; 14.730940, 101.450239; 14.731245, 101.450414; 14.731462, 101.450557; 14.711944, 101.415172; 14.713289, 101.412939; 14.736717, 101.431343; 14.748931, 101.430084; 14.748509, 101.430040; 14.758152, 101.430842; 14.765042, 101.427574; 14.675900, 101.431070
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nakhon Ratchasima *Thepharak*

15.308678, 101.553133; 15.309116, 101.552876;
15.309311, 101.553290; 15.312754, 101.552311;
15.314620, 101.551651; 15.314628, 101.551649;
15.306800, 101.549828; 15.308234, 101.552890;
15.329791, 101.551321; 15.344570, 101.562426;
15.337093, 101.571569; 15.329266, 101.451465;
15.306269, 101.559283; 15.295772, 101.563738;
15.262782, 101.555401; 15.261794, 101.555816;
15.262118, 101.535835; 15.262041, 101.534297;
15.313349, 101.552021; 15.306592, 101.553667;
15.305044, 101.546422; 15.304721, 101.541312;
15.304073, 101.538268; 15.299897, 101.525897;
15.302215, 101.554104; 15.278776, 101.582134;
15.278087, 101.582849; 15.276255, 101.589169

Nakhon Ratchasima *Meuang*

14.940280, 101.996453; 14.940866, 101.996896;
14.937527, 101.989518; 14.933113, 101.978926;
14.919092, 101.946059; 14.913810, 101.936763;
14.922848, 101.945468; 14.928678, 101.946712;
14.921645, 101.947410; 14.916302, 102.027984;
14.891392, 102.037859; 14.891540, 102.036927;
14.873394, 102.007575; 14.873679, 102.007316

Nakhon Ratchasima *Sikhio*

14.890047, 101.694484; 14.931084, 101.674783;

		14.964112, 101.699083; 14.960713, 101.574698
Saraburi	Muak Lek	14.662631, 101.130388; 14.668030, 101.130670; 14.670399, 101.128621; 14.671084, 101.128256; 14.677544, 101.124044; 14.677635, 101.122970; 14.692577, 101.110960; 14.693314, 101.110000; 14.694357, 101.108409; 14.695616, 101.108444; 14.888021, 101.271823; 14.938867, 101.408756; 14.939633, 101.409348; 14.949578, 101.382642; 14.946564, 101.379704; 14.908747, 101.355006; 14.909125, 101.353994; 14.908918, 101.356612; 14.868671, 101.378373; 14.854619, 101.370253; 14.855458, 101.370227
Saraburi	Ban Moh	14.630637, 100.758382; 14.630985, 100.758489; 14.631442, 100.758516; 14.631125, 100.760714; 14.630846, 100.760666; 14.631699, 100.762705; 14.629182, 100.764214; 14.628930, 100.764847
Saraburi	Chaloem Phra Kiat	14.705908, 100.842408; 14.700682, 100.848005; 14.702706, 100.845645; 14.703657, 100.845677; 14.704861, 100.844272; 14.703355, 100.845752
Surin		15.019318, 103.829369; 15.026283, 103.835223; 14.533096, 103.718880; 14.531434, 103.719030; 14.530244, 103.717841; 14.744194, 103.356876; 14.743315, 103.356307
Nan	Phu Phiang	18.819891, 100.856061; 18.818500, 100.852971; 18.818335, 100.852070; 18.782702, 100.830067; 18.770388, 100.775848; 18.734678, 100.808055; 18.731352, 100.816986; 18.726657, 100.824621; 18.726304, 100.825424; 18.724554, 100.834803; 18.716909, 100.848164; 18.718425, 100.849123; 18.725104, 100.851631; 18.715566, 100.852816
Phayao	Dok Kham Tai	19.076606, 100.061556; 19.055786, 100.052476; 19.055537, 100.052374; 19.055539, 100.053036; 19.055075, 100.051611; 19.036765, 100.028694; 19.036521, 100.028855; 19.038230, 100.071795; 19.035268, 100.072438; 19.035268, 100.072439; 19.174697, 100.059307; 19.035268, 100.072441;

		19.035268, 100.072442; 19.035268, 100.072443; 19.035268, 100.072444
Phayao	<i>Phu Sang</i>	19.632629, 100.363728; 19.639039, 100.361219; 19.639119, 100.361395; 19.637137, 100.360136; 19.647527, 100.371523; 19.650520, 100.372220
Phayao	<i>Chiang Kham</i>	19.525466, 100.274926; 19.525729, 100.273885; 19.526053, 100.274636; 19.526026, 100.271015; 19.528193, 100.252964; 19.537166, 100.277106; 19.535251, 100.305815
Ratchaburi	<i>Ban Pong</i>	13.827389, 99.887223; 13.827794, 99.887091; 13.795170, 99.870957; 13.795301, 99.871282; 13.802646, 99.878841; 13.818890, 99.916478; 13.836981, 99.918542; 13.839715, 99.919080; 13.841340, 99.927625
Ratchaburi	<i>Pak Tho</i>	13.402556, 99.646266; 13.399592, 99.641953; 13.403209, 99.643577; 13.361626, 99.714315; 13.367661, 99.755548; 13.397595, 99.692525
Ratchaburi	<i>Ban Kha</i>	13.366126, 99.421197; 13.350289, 99.466557; 13.350367, 99.466238; 13.348248, 99.466109; 13.358876, 99.495174; 13.384021, 99.431391; 13.382728, 99.429821; 13.391803, 99.428464; 13.472954, 99.445682; 13.487744, 99.451734
Ratchaburi	<i>Chom Bueng</i>	13.643452, 99.626515; 13.659144, 99.649297; 13.654864, 99.669697; 13.619356, 99.674035; 13.649330, 99.578544; 13.648061, 99.570230; 13.648217, 99.570318; 13.548939, 99.584488; 13.582042, 99.529090; 13.579018, 99.534959; 13.577656, 99.537672; 13.640091, 99.573338
Kanchanaburi	<i>Meuang</i>	13.998709, 99.478781; 13.998598, 99.479023; 13.998723, 99.479474; 14.076422, 99.453877; 14.039811, 99.455004; 14.038909, 99.454552

Kanchanaburi	Tha Maka	13.971501, 99.759595; 13.976664, 99.761407; 13.976170, 99.760296; 13.957428, 99.768326; 13.941591, 99.773332; 13.940649, 99.772878; 13.940198, 99.771136; 13.938427, 99.771737; 13.937259, 99.770873; 13.933173, 99.766916
Kanchanaburi	Si Sawat	14.626996, 99.114488; 14.633598, 99.112762; 14.601958, 99.106191; 14.612162, 99.118016; 14.619105, 99.123236; 14.585006, 99.126630
Kanchanaburi	Sai Yok	14.093564, 99.091276; 14.028330, 99.098015; 14.027462, 99.102533; 14.025874, 99.106147; 14.044974, 99.118474; 14.085052, 99.083345
Kanchanaburi	Tha Muang	13.947136, 99.638444; 13.947419, 99.634202; 13.947462, 99.638052; 13.955555, 99.635925; 13.956230, 99.642366; 13.956298, 99.642671; 13.985128, 99.630027; 13.998089, 99.625605; 13.999176, 99.622543; 13.998965, 99.621983; 14.001255, 99.622434; 14.004265, 99.617550; 14.003839, 99.611788; 14.004088, 99.610596; 14.004823, 99.609876
Kanchanaburi	Phanom Thuan	14.270287, 99.615633; 14.086934, 99.734388; 14.087303, 99.734125; 14.085284, 99.737387; 14.080676, 99.745429
Kanchanaburi	Dan Makham Tia	13.843333, 99.348222; 13.844534, 99.340905; 13.840154, 99.351250; 13.842779, 99.349515
Suphan Buri	Song Phi Nong	14.202369, 99.984669; 14.206092, 99.975514; 14.203391, 99.964017; 14.203539, 99.964809; 14.205671, 99.964491; 14.204069, 99.971979; 14.210272, 99.971015

Phetchaburi	Cha Am	12.744231, 99.941122; 12.732942, 99.904614; 12.727758, 99.903912; 12.728595, 99.916178; 12.725888, 99.933387; 12.719901, 99.930365
Chiang Rai	Meuang	19.878336, 99.740224; 19.880549, 99.734597; 19.881462, 99.733951
Chiang Rai	Mae Chan	20.179826, 99.868490; 20.179884, 99.867704; 20.181840, 99.868750; 20.178337, 99.869849; 20.172687, 99.870547; 20.177711, 99.882606; 20.174508, 99.885241; 20.175358, 99.883351; 20.171465, 99.884620
Chiang Rai	Wiang Chai	19.863736, 99.935329; 19.861537, 99.935091; 19.864999, 99.925746; 19.860708, 99.920063
Chiang Rai	Phaya Meng Rai	19.863477, 100.167867; 19.865489, 100.169235; 19.862384, 100.168619; 19.861720, 100.172663; 19.866285, 100.166221; 19.861428, 100.170150; 19.859681, 100.174898
Chiang Rai	Wiang Pa Pao	19.341552, 99.514824; 19.342487, 99.511136; 19.340716, 99.509680; 19.338109, 99.510254; 19.324456, 99.512817; 19.332507, 99.469861; 19.271318, 99.428436; 19.272160, 99.428151; 19.264953, 99.426143; 19.261261, 99.424911; 19.267015, 99.478115
Chiang Rai	Mae Suai	19.660432, 99.547089; 19.668982, 99.551820; 19.671683, 99.560001; 19.650171, 99.503912; 19.703575, 99.584916; 19.646553, 99.476695; 19.637500, 99.479697; 19.621215, 99.470288
Chiang Rai	Mae Lao	19.793916, 99.724222; 19.802530, 99.705120

Chiang Rai	Thoeng	19.678859, 100.190349; 19.670289, 100.193363; 19.678899, 100.190308; 19.676775, 100.220897; 19.707906, 100.217939
Chiang Rai	Wiang Kaen	20.120476, 100.523649; 20.121841, 100.524377; 20.107437, 100.498055; 20.096816, 100.500706; 20.083674, 100.511228; 20.082354, 100.510428; 20.075457, 100.508419; 20.064954, 100.507727; 20.063214, 100.502363
Chiang Rai	Chiang Khong	20.254181, 100.399275; 20.256022, 100.396435; 20.243411, 100.394631; 20.248292, 100.388678; 20.269142, 100.395565
Chiang Rai	<i>Chiang Saen</i>	20.264851, 100.079616; 20.267407, 100.074396; 20.289239, 100.084704; 20.267332, 100.074334
Phare	Long	18.047158, 99.808218; 18.045782, 99.808186; 18.031964, 99.793875; 18.117884, 99.883288; 18.120284, 99.882428; 18.125662, 99.886559; 18.131585, 99.894342; 18.102852, 99.874706; 18.111882, 99.884494
Phare	Meuang	18.154514, 100.102596; 18.150153, 100.100532; 18.181119, 100.182419; 18.193704, 100.159569; 18.177614, 100.133584
Phare	Den Chai	17.980043, 100.076753; 17.987312, 100.093270; 17.965927, 100.088052; 17.970826, 100.044660
Uttaradit	Thong Saen Khun	17.462307, 100.359559; 17.472057, 100.373159; 17.466542, 100.344182; 17.431749, 100.340498; 17.432016, 100.336081; 17.451839, 100.361688
Uttaradit	Tron Khun	17.471305, 100.107660; 17.455696, 100.101344; 17.458190, 100.107372; 17.452833, 100.127479; 17.444446, 100.130643; 17.495489, 100.125255; 17.499282, 100.132616; 17.507068, 100.149080;

17.501714, 100.137690; 17.497385, 100.128816;
17.515240, 100.087196

Uttaradit	Pichai	17.318830, 100.071007; 17.326753, 100.070977; 17.327823, 100.070105; 17.333226, 100.069551; 17.333679, 100.076254; 17.336504, 100.099996; 17.292289, 100.089892; 17.262185, 100.066936; 17.256885, 100.081927; 17.263606, 100.095319
Uttaradit	Laplae	17.642526, 100.073915; 17.642106, 100.038745; 17.567217, 99.986232; 17.558732, 99.973830; 17.570752, 99.999720; 17.591191, 100.043029; 17.605005, 100.053029; 17.618254, 100.049857; 17.624820, 100.067695; 17.599748, 100.093405; 17.575868, 100.104826; 17.665540, 100.037312; 17.660140, 100.036167
Phitsanulok	Wang Thong	16.774331, 100.381507; 16.849067, 100.449779; 16.838955, 100.454031
Phitsanulok	Noen Maprang	16.569018, 100.663093; 16.562546, 100.624955
Loei	Wang Saphung	17.302436, 101.752857; 17.261300, 101.747133; 17.310537, 101.789456; 17.314930, 101.789324
Chaiyapum	Ban Tan	16.391804, 102.356138
Khon Kaen	Ban Fang	16.473350,102.635513;16.482629,102.625425; 16.504304,102.643153;16.521388,102.670737; 16.532845,102.656025;16.528646,102.655369; 16.493856,102.656375;16.490529,102.655619; 16.477025,102.650935

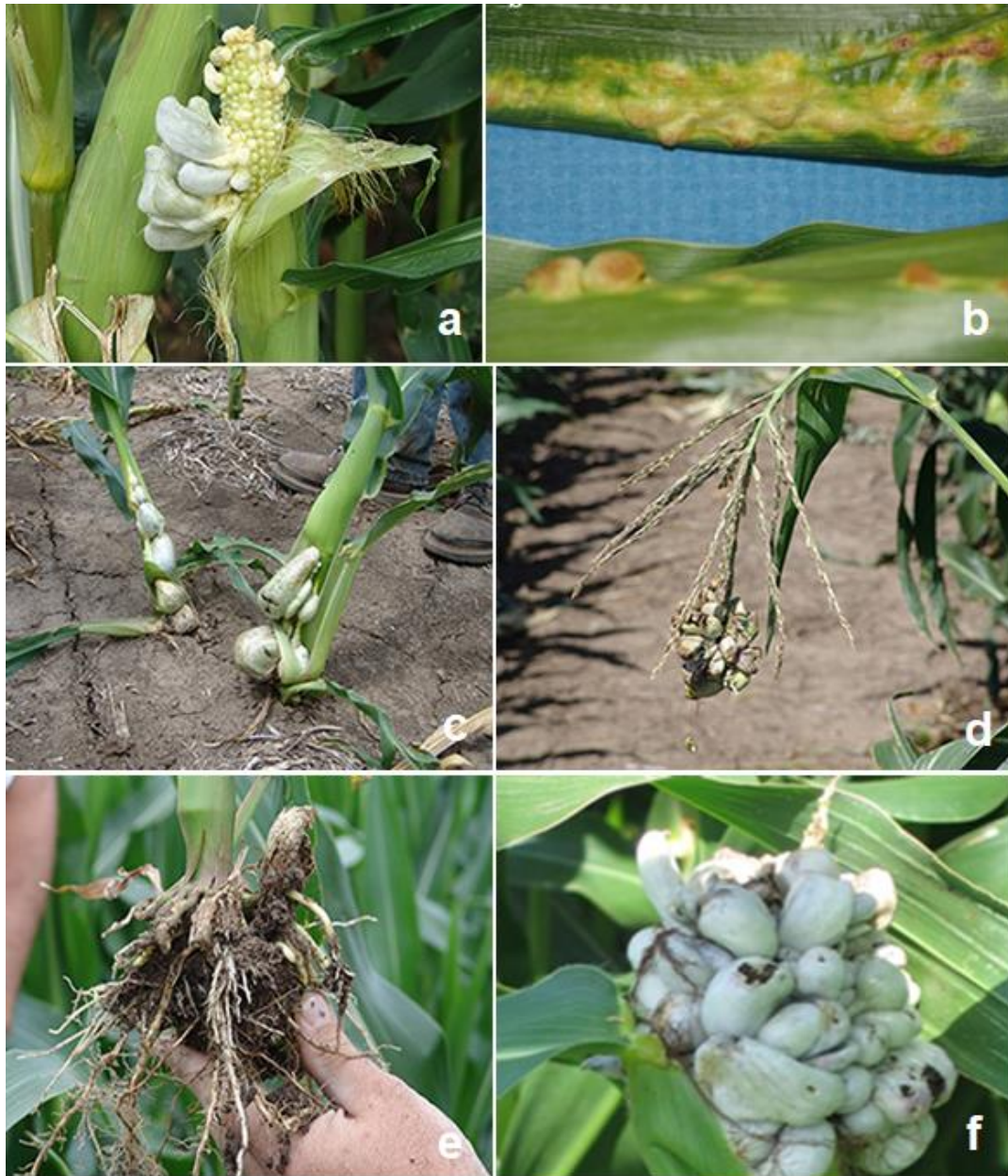


Figure 1: Common Smut disease caused by *Ustilago maydis*

(Photo by Tamara A. Jackson-Ziems, 2014)

- a) Common smut galls may look like mushroom or tumor-like growth.
- b) Common smut galls on leaves are often small and look like blisters.
- c) Galls developing on stalks are often larger than those on other plants parts.
- d) Common smut galls may develop on tassels.
- e) Galls also may develop underground on the developing roots
- f) Common smut galls

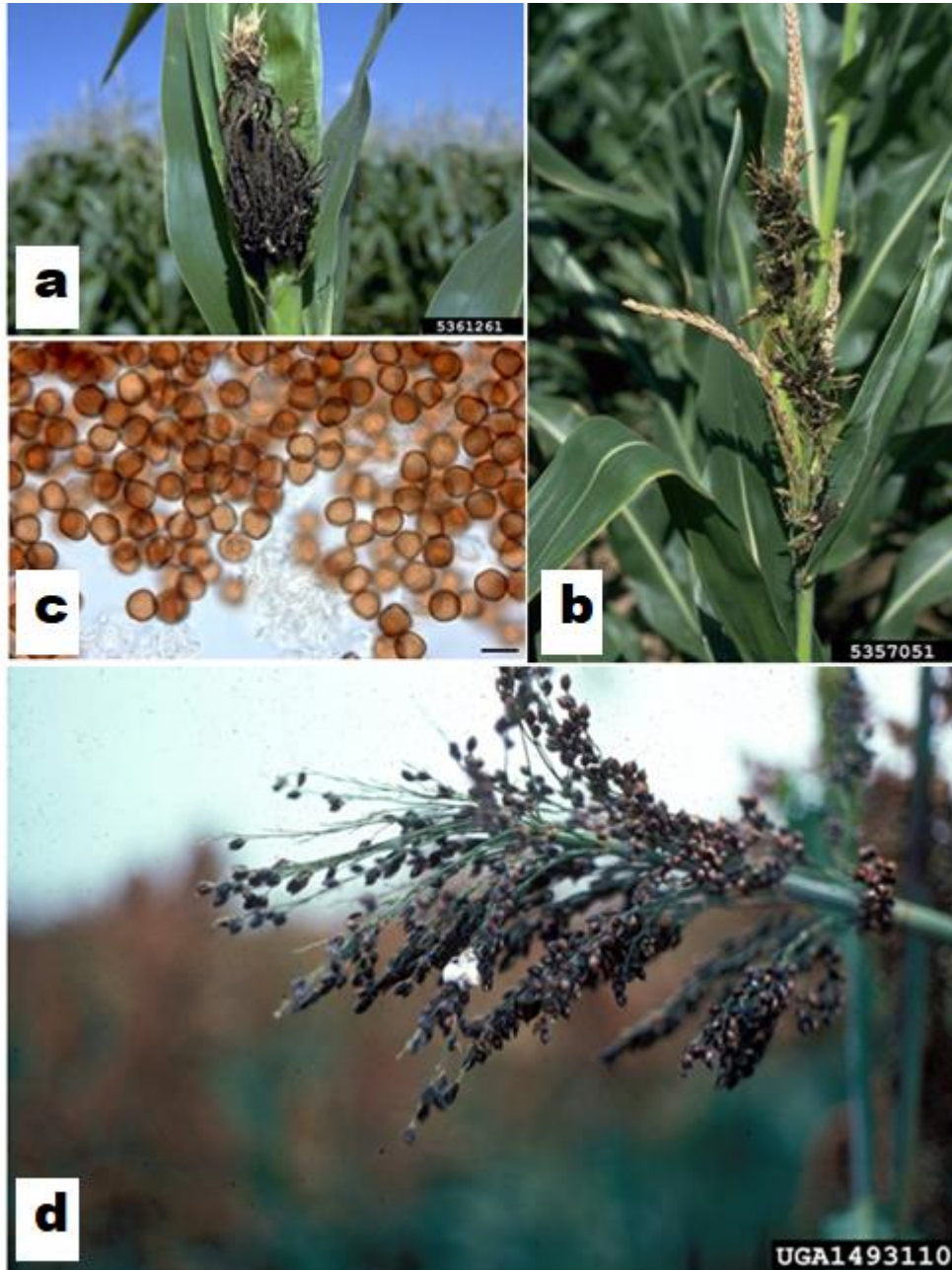


Figure 2: Head Smut disease on corn and sorghum caused by *Sporisorium reilianum* (*Sphacelotheca reiliana*)

(Photo by <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/head-smut-in-corn/>)

- a) Corn ears infected with head smut
- b) Corn tassels infected with head smut
- c) *Sporisorium reilianum*

d) Head smut on sorgjum



Figure -3: Head smut disease of corn caused by *Sporisorium reilianum*
(Photo by: Ronald D and Diana Schultz, 2010)



Figure 4: Head smut disease of sorghum caused by *Sporisorium reilianum*

(Photo by: Silaev A.I., 2009)

Head Smut Disease Cycle (*Sphacelotheca reiliana*)

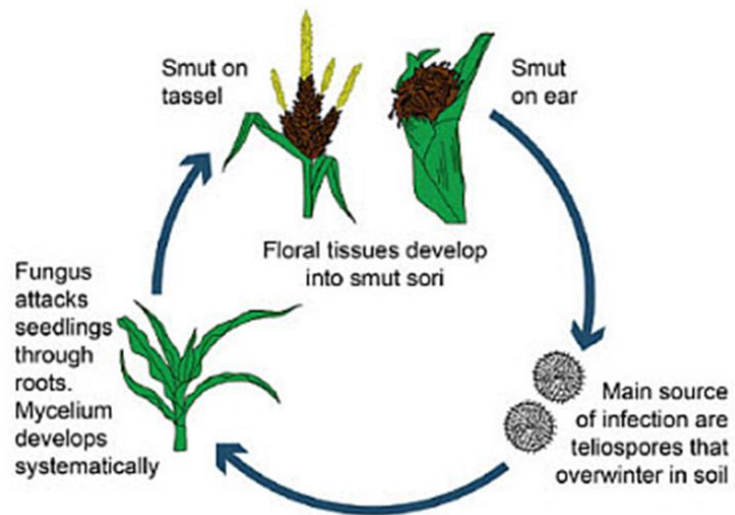
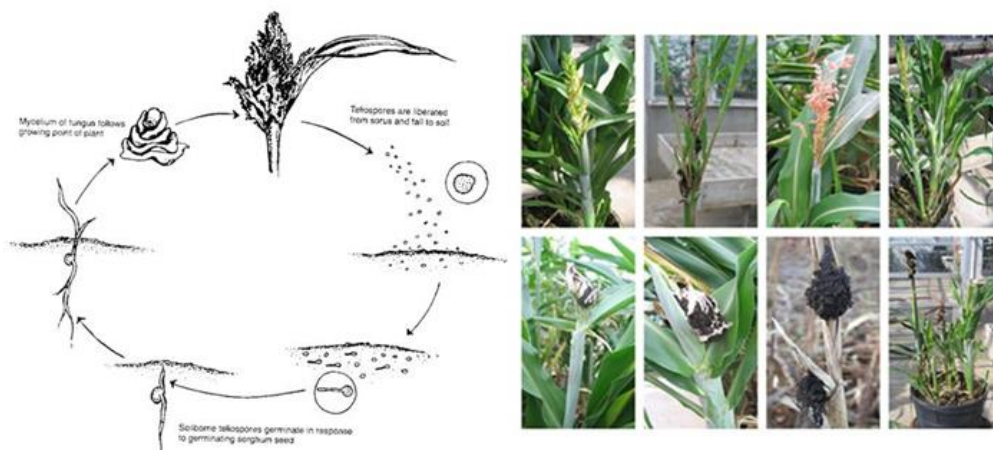


Figure 5: Head smut of corn (*Sporisorium reilianum*) disease cycle.

Sorghum head smut (*Sporisorium reilianum*)



Frederiksen. 2002. Pages 18-20 In
"Compendium of Sorghum Diseases"

Figure 6 : Head smut of sorghum (*Sporisorium reilianum*) disease cycle.



Figure 7: Distribution map of *Sporisorium reilianum* (UK CAB International, 1996)

แบบฟอร์มการสำรวจรา *Sporisorium reilianum*

ตัวอย่างที่..... วันที่.....

ชื่อเกษตรกร.....

ที่อยู่.....

.....

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

อายุพืช..... พันธุ์พืช.....

สถานที่ปลูก.....

พิกัดภูมิศาสตร์

เส้นรุ้ง..... เส้นแวง.....

ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร).....

ส่วนที่เก็บตัวอย่าง

(....) ต้น	(....) ดอก
(....) ฝัก	(....) เมล็ด
(....) อื่นๆ	

โรคอื่นๆ ที่พบ

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

ผู้เก็บตัวอย่าง

.....

Figure 8: Survey form of *Sporisorium reilianum*

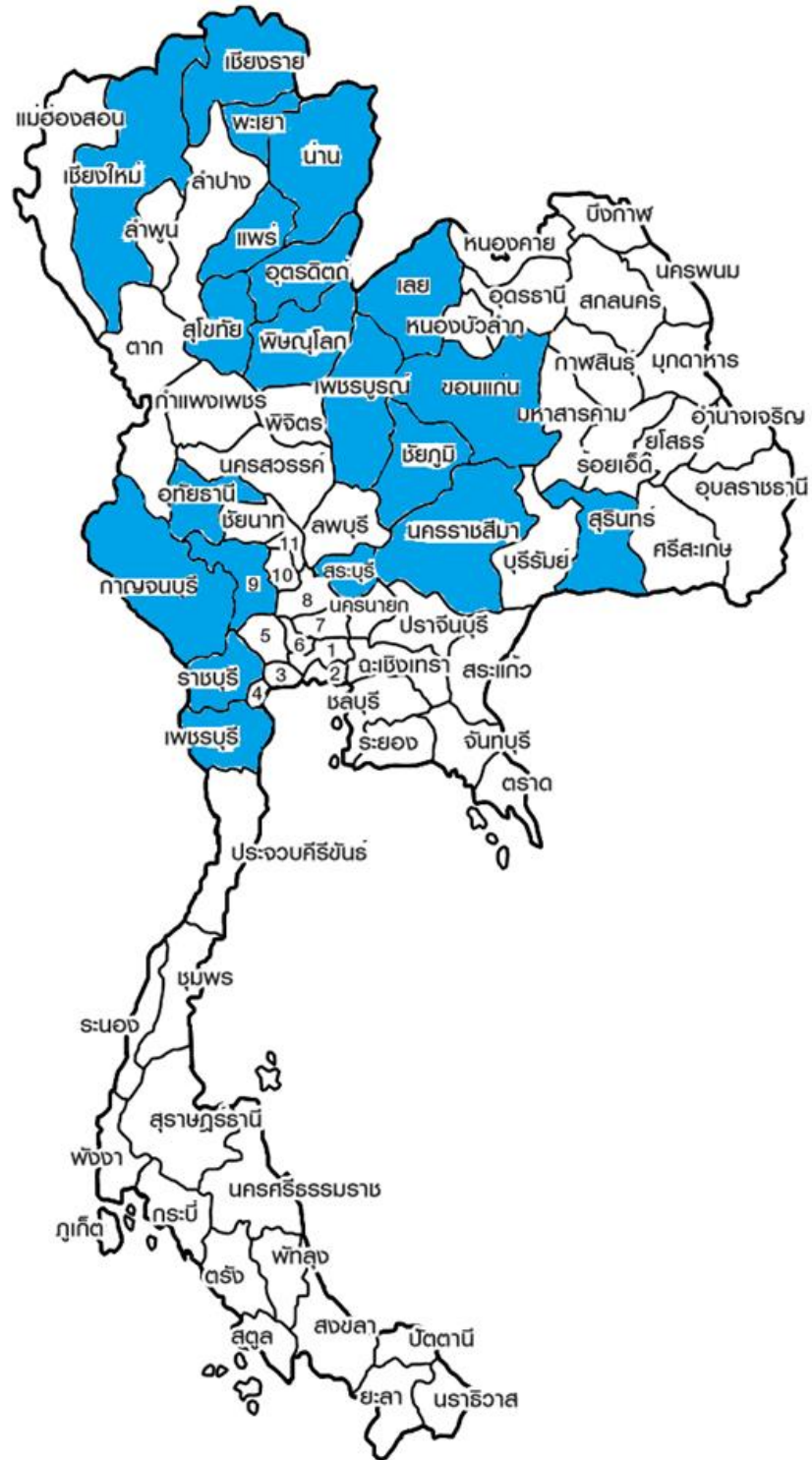


Figure 9: : The corn plantations had been surveyed during December 2015 – September 2018.

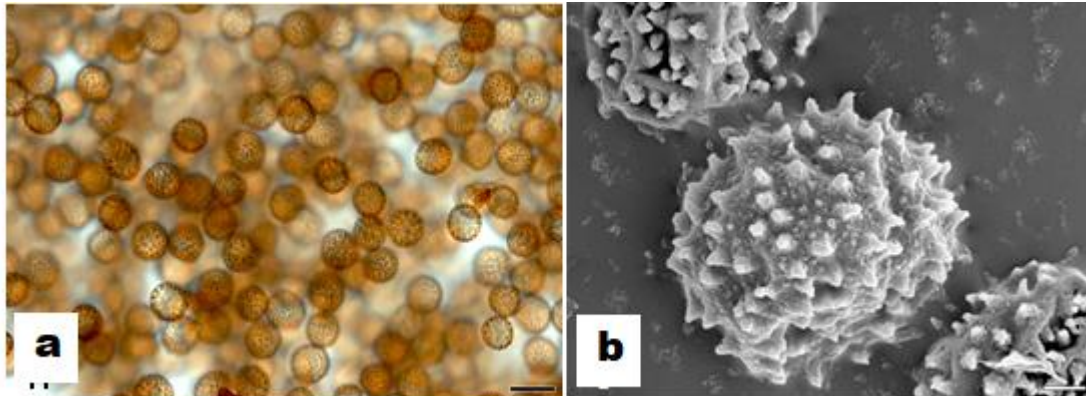


Figure 10: *Ustilago maydis*, the causal agent of common smut collected from corn plantation in Parchong district, Nakhon Ratchasima province.

- a) Spore and Spore ball in Light Microscope (LM).
- b) Spore in Scanning Electron Microscope (SEM).