บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ข้าวบาร์เลย์

เป็นธัญพืชที่จัดจำแนกอยู่ในตระกูล (family) *Gramineae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hordeum vulgare* L. คุณค่าทางอาหารของข้าวบาร์เลย์ เมล็ดในส่วนที่รับประทานได้ น้ำหนักแห้ง 100 กรัม ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 83.2 กรัม โปรตีน 12.2 กรัม ไขมัน 2.4 กรัม กากใย 2.9 กรัม แคลเซียม 58 มิลลิกรัม (มก.) เหล็ก 70 มก. วิตามินบี1 0.36 มก. และ บี2 0.12 มก. และ ไนอาซีน 6.0 มก. โปรตีนหลักจะพบในส่วนของเอนโดสเปิร์ม ได้แก่ hordeins มีปริมาณไลซีนต่ำ องค์ประกอบหลักของเมล็ดเป็นแป้ง ประกอบด้วย แอมิโลเพคติน (ประมาณ 75 %) และแอมิโลส (ประมาณ 25 %) จัดเป็นแหล่งวิตามินบีที่สำคัญและ panthotenic acid (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544)

ข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์ลักษณะทั่วไป ข้าวบาร์เลย์จัดเป็นพืชจำพวกหญ้าปีเดียว ลำต้นตั้ง สูง 80–120 เซนติเมตร (ซม.) แตกหน่ออย่างอิสระ ระบบรากประกอบด้วย รากปฐมภูมิ 3–9 ราก และรากพิเศษ ในสภาพแห้งแล้งมีการพัฒนาเฉพาะรากปฐมภูมิ ลำต้นตามปกติมีขนปกคลุม ส่วนข้อต้น มีลำปล้อง 5–7 อัน มี 5–10 ใบ เรียงสลับในแต่ละข้างของลำต้นในส่วนข้อ ผิวกาบใบเกลี้ยง ติ่งใบซ้อนกันและมีขนาดใหญ่กว่าที่พบในข้าวสาลีหรือข้าวไรย์มาก ลิ้นใบมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ยาว 1–3 มิลลิเมตร (มม.) ใส มีขนปุยสั้นแผ่นใบรูปใบหอกแกมรูปแถบ ขนาด 5–40 × 0.5–1.5 ซม. มีขนสาก ช่อดอกออกปลายยอดเป็นช่อเชิงลดรูปหลอดยาว 5–12 ซม. ไม่รวมรยางค์แข็งกลางแกนช่อ มีช่อดอกย่อย 1 ดอก เรียงสลับระนาบเดียวเป็นกลุ่มมีอยู่ 3 ช่อ ในแต่ละข้อในข้าวบาร์เลย์ชนิด 2 แถว มีเพียงช่อดอกย่อยในแต่ละกลุ่มที่สืบพันธุ์ได้ ในชนิด 6 แถว ช่อดอกย่อยด้านข้าง สืบพันธุ์ได้เช่นกัน กาบช่อย่อย 2 อัน มีลักษณะแคบ ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวกาบล่าง มีขนแข็งละเอียดในส่วนกลาง กาบล่างรูปไข่ ขนาด 9–11 ×3 มม. มีเส้นใบ 5 เส้น ตามปกติส่วนปลายเป็นรยางค์แข็ง แหลม ยาวถึง 15 ซม. แต่ในบางพันธุ์ไม่มีรยางค์แข็ง ดอกย่อยมีกลีบเกล็ด 2 อัน เกสรเพศผู้ 3 อัน และเกสรเพศเมียของรังไข่ มีขนยาวนุ่ม ผลเป็นแบบผลธัญพืช มีจำนวน 20–60 ผล ในแต่ละช่อ รูปรีเมื่อมองด้านหน้ามีลักษณะโป่งพองในด้านที่มีเอมบริโอมีขนาดต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีขนปกคลุมในส่วนปลาย มีลักษณะเป็นร่องตรงขั้วเมล็ด ตามปกติมีส่วนของกาบใบบนและกาบล่างห่อหุ้ม แต่มีชนิดที่เปลือกเมล็ดไม่ติดอยู่กับเมล็ดเช่นกัน (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในอดีตมีการจำแนกข้าวบาร์เลย์ออกเป็นหลายชนิดเนื่องจากข้าวบาร์เลย์มีลักษณะแตกต่างกันมาก ในปัจจุบันมีวิวัฒนาการของข้าวบาร์เลย์มีเพียงหนึ่งชนิด คือ *H. vulgare* เป็นกลุ่มของพืชปลูกและวัชพืช (crop–weed complex) โดยข้าวบาร์เลย์ชนิดที่เป็นพันธุ์ปลูกพัฒนามาจากพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นผลมาจากการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ ลูกผสมที่เกิดขึ้นระหว่างพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกที่เกิดขึ้นได้ง่ายและสืบพันธุ์ได้ ในชนิดที่เป็นพันธุ์ป่า (ก่อนหน้านี้จำแนกเป็น *H. spontaneum* C.Koch) ช่อดอกมี 2 แถวมีกลิ่นหอมเมื่อเมล็ดแก่และเมล็ดร่วง ในพันธุ์ปลูกมีการพัฒนาพันธุ์ที่มีเมล็ด 6 แถว เช่นเดียวกันกับชนิดที่มี 2 แถว ช่อดอกมีความแข็งแรงและเมล็ดไม่ร่วง การผสมข้าวบาร์เลย์กับพืชในสกุลอื่น ลูกผสมที่ได้เป็นหมัน ไม่พบว่ามีพืชชนิดอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องในวิวัฒนาการของข้าวบาร์เลย์ (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544)

ข้าวบาร์เลย์มีอยู่นับร้อยพันธุ์ สามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มพันธุ์ (ไม่มีระบบการจำแนกซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป)

- cv. group Vulgare เป็นข้าวบาร์เลย์ชนิดที่เป็น iso–spiculate มี 6 แถว ที่แกนกลางข้อแข็งแรง ทั้งนี้สามารถแยกออกเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่มตามลักษณะของกาบล่าง (มีรยางค์แข็งยาวรูปคุ่มหรือไม่มีรยางค์แข็ง)
- cv. group Distichon เป็นพันธุ์ที่มีแกนกลางแข็งแรง ดอกมี 2 แถว เป็นพวก hetero–spiculate สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่มตามลักษณะของช่อดอก (ช่อดอกปกติ แบนข้างและรูปพัด หรือมีช่อดอกย่อยที่มีขนาดของส่วนประกอบลดลง)
- cv. group Irregulare เป็นพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ที่ช่อดอกย่อยมีลักษณะผสมผสานระหว่าง iso–spiculate และ hetero–spiculate ต่าง ๆ กัน

ข้าวบาร์เลย์จำแนกตามลักษณะช่อดอกได้ 2 ชนิด คือ ข้าวบาร์เลย์ชนิด 6 แถว (six–rowed barley) ช่อดอกมีดอกย่อยทั้ง 3 ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศสามารถพัฒนาเป็นเมล็ดได้ เมื่อติดเมล็ดจะเห็นเมล็ดบนช่อเรียงเป็นแถวทั้งหมด 6 แถว ปกติจะมีจำนวนเมล็ดต่อช่อประมาณ 25–60 เมล็ด และข้าวบาร์เลย์ชนิด 2 แถว (two–rowed barley) ช่อดอกมีดอกย่อยเพียง 1 ดอก ที่อยู่ตรงกลางของแต่ละกลุ่มดอกเท่านั้นที่เป็นดอกสมบูรณ์เพศสามารถติดเมล็ดได้ ในขณะที่ดอกย่อยด้านข้าง 2 ดอก เป็นหมันไม่มีการพัฒนาเป็นเมล็ดเหลือเป็นเพียงเปลือกหุ้มดอกขนาดเล็กอยู่ข้างๆ ดอกที่สมบูรณ์เพศ เมื่อติดเมล็ดจะเห็นเมล็ดบนช่อเรียงเป็นแถวทั้งหมด 2 แถว ปกติจะมีเมล็ดต่อช่อประมาณ 15–30 เมล็ด (จุฑามาศ, 2541)

จากความต้องการสภาพอุณหภูมิของเมล็ดในการงอกต่างกันสามารถจำแนกข้าวบาร์เลย์ออกเป็น winter หรือ spring barley แหล่งพันธุกรรม ศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมปฐมภูมิของข้าวบาร์เลย์อยู่ในบริเวณ Fertile Crescent ในตะวันออกกลาง โดยมีเอธิโอเปียเป็นศูนย์กลางของความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลากหลายทางพันธุกรรม ธนาคารที่เก็บเชื้อพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ ที่เป็นองค์กรสากล ได้แก่ The International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA, ซีเรีย) มีจำนวน 16,000 ตัวอย่าง มีบทบาทสำคัญในการเก็บรวบรวม รักษา และแจกจ่ายเชื้อพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ และ Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT, เม็กซิโก) มีจำนวน 9,000 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังมีธนาคารระดับประเทศที่สำคัญ ได้แก่ National Board for Plant Genetic Resources (NBPGR, อินเดีย) 500 ตัวอย่าง, National Institute for Agrobiological Resources (NIAR, ญี่ปุ่น) 6,000 ตัวอย่าง, National Seed Storage Labolatory (NSSL, สหรัฐอเมริกา) 15,000 ตัวอย่าง และ N.I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIA, รัสเซีย) 1,800 ตัวอย่าง (Altieri & Merrick, 1987, Bettencourt & Konopka, 1990, T. Hazakamp (IPGRI), pers. comm., Subandi (CRIFC), pers. comm. การปลูกข้าวบาร์เลย์ สภาพที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ข้าวบาร์เลย์สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิต่ำในระยะการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ แต่สามารถทนทานกับสภาพอุณหภูมิสูงในระยะออกดอกหรือหลังจากออกดอก ต้องมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ประเทศในเขตอบอุ่นสามารถปลูกข้าวบาร์เลย์ในช่วงฤดูหนาวหรือในช่วงฤดูใบไม้ผลิ มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในสภาพภูมิอากาศในเขตอบอุ่น มีสภาพอากาศเย็นและแห้ง ทนทานอุณหภูมิสูงและสภาพแห้งแล้ง ไม่ชอบอากาศร้อนชื้น ปรับตัวได้ดีในสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกในแต่ละปี ตั้งแต่ 200 มิลลิเมตร (มม.) ถึง มากกว่า 1,000 มม.ไม่ชอบสภาพน้ำท่วมขังไม่ชอบสภาพดินที่เป็นกรดแต่ทนกับสภาพดินเค็มได้ดีกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ การขยายพันธุ์และการเพาะปลูก ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด การเตรียมแปลงปลูกไถดินให้ลึก 10–15 ซม. ควรคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันและกำจัดเชื้อราก่อนปลูกเพื่อป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดและดิน ในแปลงขนาดเล็กรวมทั้งในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หยอดเมล็ดลึก 2–6 ซม. เป็นแถวห่างกัน 15–35 ซม. อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ 8–24 กก./ไร่ จำนวนต้นต่อพื้นที่ โดยเฉลี่ย 200–250 ต้น/ตร.ม การดูแลและรักษา ควรมีการกำจัดวัชพืชอาจจะใช้แรงงานหรือสารเคมีกำจัดวัชพืช เช่น 2,4–D ฉีดพ่นหลังเมล็ดงอก นิยมใช้ในการควบคุมวัชพืชใบกว้าง สำหรับการให้ปุ๋ยควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4 กก./ไร่ สามารถให้ปุ๋ยก่อนหว่านเมล็ดหรือหลังเมล็ดงอก ในสภาพอากาศแห้งแล้งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงทำให้ผลผลิตลดลง ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงมีผลทำให้ต้นหักล้มและเพิ่มปัญหาโรคพืช สำหรับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวบาร์เลย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการหมักเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อาจมีโปรตีนสูงเกินกำหนด จากการที่ข้าวบาร์เลย์ดึงดูดฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์ประมาณ 2.4–3.2 กก./ไร่ ควรมีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทดแทนเพื่อรักษาระดับธาตุอาหารสำรองในดิน การเก็บเกี่ยว สามารถเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดมีความชื้นลดลงเหลือ 35 % ผลผลิต มีตั้งแต่ 48 กก./ไร่ ในสภาพอากาศแห้งแล้งและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไปจนถึง 1.6 ตัน/ไร่ ในสภาพที่มีความพร้อมในด้านปัจจัยการผลิต ผลผลิตเฉลี่ยในเอเชียและอเมริกาใต้ 240–270 กก./ไร่ ถึง 464 กก./ไร่ ในอเมริกา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหนือ และ 640 กก./ไร่ ในยุโรป การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ปัญหาหลัก ได้แก่ ความเสียหายและความสูญเสียที่เกิดจากแมลงและหนู และพบว่าปริมาณความชื้นที่สูงในเมล็ดในขณะเก็บเกี่ยวมีผลต่อการเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงบางชนิด (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544)

โรคของข้าวบาร์เลย์

เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและสร้างความเสียหายให้กับข้าวบาร์เลย์ สามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา ไส้เดือนฝอย ไวรัสและไวรอยด์ และไฟโตพลาสมา ตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคข้าวบาร์เลย์แสดงไว้ใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับข้าวบาร์เลย์ (ที่มา : Mathre, 2000)

จุลินทรีย์	โรค	เชื้อสาเหตุ
Bacterial Diseases	Black chaff and bacterial streak	*Xanthomonas translucens* (ex Jones) Vauterin
	Bacterial kernel blight	*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall
	Bacterial leaf blight	*P. syringae* pv. *syringae* van Hall
	Bacterial stripe	*P. syringae* pv. *striafaciens* (Elliott) Young
	Basal glume rot	*P. syringae* pv. *atrofaciens* (McCulloch) Young
Phytoplasmal Diseases	Aster yellows	Aster yellows phytoplasma
Fungal Diseases	Anthracnose	*Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Wils.
		Glomerella graminicola Politis [teleomorph]
	Barley stripe	*Drechslera graminea* (Rabenh.) Shoemarker
	Cephalosporium stripe	*Hymenula cerealis* Ellis & Everh.
	Common root rot, crown rot and seedling blight	*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemarker
		Fusarium culmorum (Wm. G. Smith) Sacc.
		F. graminearum Schwabe
		Gibberella zeae (Schwabe.) Petch [teleomorph]
	Downy mildew	*Sclerophthora rayssiae* Kenneth
	Dwarf bunt	*Tilletia controversa* Kuhn

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	Ergot	*Claviceps purpurea* (Fr. : Fr.) Tul.
		Sphacelia segetum Lev. [anamorph]
	Eyespot	*Pseudocercosporella herpotrichoides* (Fron) Deighton
		Tepesia yallundae Wallwork & Spooner [teleomorph]
	Halo spot	*Pseudoseptoria donacis* (Pass.) Sutton
	Kernel blight = black point	*Alternaria* spp.
		Arthrinium arundinis Dyko. & Sutton
		Apiospora montagnei Sacc. [teleomorph]
	Leaf spot	*Cochliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Drechs. Ex Dastur
		Fusarium spp.
		Ascochyta hordei K. Hara
		A. graminea (Sacc.) R. Sprague & A. G. Johnson
		A. sorghi Sacc.
		A. tritici S. Hori & Enjoji
	Net blotch	*Drechslera teres (Sacc.) Shoemarker*
		Pyrenophora teres Drechs. [teleomorph]
	Net blotch (spot form)	*Drechslera teres* f.sp. *maculata* Smedeg.
	Powdery mildew	*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* Em. Marchal
		Oidium monilioides (Nees) Link [anamorph]
	Pythium root rot	*Pythium* spp.
		P. arrhenomanes Drechs.
		P. graminicola Subramanian
		P. tardicrescens Vanderpool
	Rhizoctonia root rot	*Rhizoctonia solani* Kuhn
		Thanatephorus cucumeris (A. B. Frank) Donk [teleomorph]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	Rust	
	Crown rust	*Puccinia coronata* Corda
	Leaf rust	*P. hordei* Otth
	Stem rust	*P. graminis* Per.:Per.
	Stripe rust = yellow rust	*P. striiformis* Westend.
	Scab = head blight	*Fusarium* spp.
		F. graminearum Schwabe
	Scald	*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) J. J. Davis
	Septoria speckled leaf blotch	*Septoria passerinni* Sacc.
		Stagonospora avenae f.sp. *triticea* T. Johnson
	Sharp eyespot	*Rhizoctonia cerealis* Van der Hoeven
		Ceratobasidium cereale D. Murray & L. L. Burpee [teleomorph]
	Smuts	
	Covered smut	*Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh
	False loose smut	*U. avenae* (Pers.) Rostr.
		= *U. nigra* Tapke
	Loose smut	*U. tritici* (Pers.) Rostr.
		U. nuda (C. N. Jensen) Rostr., nom. nud.
	Snow molds	*Typhula incarnata* Fr.
	Gray snow mold = Typhula Blight	*T. ishikariensis* Imai
	Pink snow mold = Fusarium Patch	*Microdochium nivale* (Fr.) Samuel & I. C. Hallett
		Fusarium nivale (Fr.) Sorauer
	Speckled snow mold	*Monographella nivalis* (Schcffnit) E. Muller [teleomorph]
	Snow rot	*Typhula idahoensis* Remsberg
		Pythium iwayamai Ito
		P. okanoganense Lipps

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

		P. paddicum Harane
	Snow scald = Sclerotinia snow mold	*Myriosclerotinia borealis* (Bubak & Vleugel) L. M. Kohn
		Sclerotinia borealis Bubak & Vleugel
	Southern blight	*Sclerotium roffsii* Sacc.
		Athelia roffsii (Curzi) Tu & Kimbrough [teleomorph]
	Spot blotch	*Cochliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Drechs. Ex Dastur
		Drechslera teres (Sacc.) Shoemarker [anamorph]
	Stagonospora blotch	*Stagonospora avenae* f.sp. *triticea* T. Johnson
		Phaeosphaeria avenaria f.sp. *triticea* T. Johnson [teleomorph]
		Stagonospora nodrum (Berk.) Castellani & E. G. Germano
		Phaeosphaeria nodrum (E. Muller) Hedjaroude [teleomorph]
	Take–all	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* J. Walker
	Tan spot	*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs.
		Drechslera tritici-repentis (Died.) Shoemarker [anamorph]
	Verticillium wilt	*Verticillium dahliae* Kleb.
	Wirrega blotch	*Drechslera wirreganensis* Wallwork
	Cereal cyst nematode	*Heterodera avenae* Wollenweber
		H. filipjevi (Madzhidov)Stelter
Parasitic Nematodes		*H. latipons* Franklin
	Cereal root knot nematode	*Meloidogyne* spp.
		M. naasi Franklin

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

		M. artiellia Franklin
		M. chitwoodi Golden *et al.*
	Root gall nematode	*Subanguina radicicola* (Greeff) Paramonov
	Root lesion nematode	*Pratylenchus* spp.
	Stunt nematode	*Merlinius brevidens* (Allen) Siddiqi
		Tylenchorhychus dubius (Butschli) Filipjef
		T. maximus Allen
	African cereal streak	African cereal streak virus
	Barley mild mosaic	genus *Bymovirus*, *Barley mild mosaic virus* (BaMMV)
Virus, Viroid and Virus–like Diseases	Barley mosaic	Barley mosaic virus
	Barley stripe mosaic	genus *Hordeivirus*, *Barley stripe mosaic virus* (BSMV)
	Barley yellow dwarf	genus *Luteovirus*, *Barley yellow dwarf virus* (BYDV)
	Barley yellow mosaic	genus *Bymovirus*, *Barley yellow mosaic virus* (BaYMV)
	Barley yellow streak mosaic	Barley yellow streak mosaic virus
	Barley yellow stripe	virus-like agent
	Brome mosaic	genus *Bromovirus*, *Brome mosaic virus* (BMV)
	Cereal northern mosaic = barley yellow striate mosaic	genus *Cytorhabdovirus*, *Northern cereal mosaic virus* (NCMV)
	Cereal tillering	genus *Reovirus*, *Cereal tillering disease virus* (CTDV)
	Chloris striate mosaic	genus *Monogeminivirus*, *Chloris striate mosaic virus* (CSMV)
	Easthern wheat striate	Easthern wheat striate virus
	Enanismo	virus like agent
	Hordeum mosaic	genus *Rymovirus*, *Hordeum mosaic virus* (HoMV)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	Oat blue dwarf	genus *Marafivirus*, *Oat blue dwarf virus* (OBDV)
	Oat pseudorosette	genus *Tenuivirus*, Oat pseudorosette virus
	Oat sterile dwarf	genus *Fijivirus*, *Oat sterile dwarf virus* (OSDV)
	Rice black-streaked dwarf	genus *Fijivirus*, *Rice black-streaked dwarf virus* (RBSDV)
	Rice stripe	genus *Tenuivirus*, *Rice stripe virus* (RSV)
	Russian winter wheat mosaic	*Winter wheat Russian mosaic virus* (WWRMV)
	Wheat dwarf	genus *Monogeminivirus*, *Wheat dwarf virus* (WDV)
	Wheat soil-borne mosaic	genus *Furovirus*, *Wheat soil-borne mosaic virus* (SBWMV)
	Wheat streak mosaic	genus *Ryemovirus*, *Wheat streak mosaic virus* (WSMV)
	Wheat yellow leaf	genus *Closterovirus*, *Wheat yellow leaf virus* (WYLV)

ปัญหาเรื่องโรคของข้าวบาร์เลย์ที่เกิดขึ้นกับการปลูกในประเทศไทย โรคสำคัญที่เกิดขึ้นเสมอและเป็นไปอย่างกว้างขวาง ได้แก่ โรคใบจุดสีน้ำตาล (*Drechslera sorokiniana*) โรคแห้งตาย (*Sclerotium rolfsii*) โรคใบไหม้ (*Pyricularia oryzae*) และโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอย (*Meloidogyne naasi*) นอกจากนี้ยังมีโรคอื่น ๆ ที่มีรายงานไว้ ได้แก่ โรคเขม่าดำ (*Ustilago nuda*) โรคโคนเน่าแห้ง (*Drechslera rostrata*) โรคโคนเน่าแห้ง (*Fusarium equiseti*, *F. semitectum*, *F. oxysporum*) โรคเหี่ยว (*F. moniliforme*) โรคราแป้ง (*Oidium monilioides*) โรคราสนิม (*Puccinia graminis*) และโรคเหลืองเตี้ย (Barley yellow dwarf) (เฉลิมลาภ และคณะ, 2529; พัฒนา และคณะ, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคใบจุดสีน้ำตาล (Spot blotch)

โรคนี้เป็นปัญหาสำคัญที่พบในทุกแห่งที่มีการปลูกข้าวบาร์เลย์และธัญพืชชนิดอื่น (Kumar *et al.*, 2002) การติดเชื้อเริ่มจากเมล็ดที่ติดเชื้อ (seed–borne) และเศษซากพืชที่เป็นโรคในฤดูก่อน เป็นผลให้พืชอาจตายก่อนที่จะงอกโผล่ขึ้นจากพื้นดิน แต่มักจะตายหลังจากโผล่พ้นดินโดยเชื้อราทำให้เกิดแผลเน่าสีน้ำตาลเข้มบนราก (Briggs, 1978) และการติดเชื้อสามารถเกิดขึ้นได้อีกเมื่อมีการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยเกิดจากเชื้อที่แพร่กระจายในอากาศ (air–borne) ทำให้เกิดแผลสีน้ำตาลบนใบ แผลสามารถรวมกันได้ทำให้มีขนาดใหญ่และทำให้เกิดใบไหม้ในที่สุด อาการบนรวงข้าวบาร์เลย์ คอรวงไหม้เป็น
สีดำและหักพับ เมล็ดลีบไม่สมบูรณ์

เชื้อราสาเหตุของโรคใบจุดสีน้ำตาล คือ *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. (Sivanesen, 1990; Bakonyi *et al.*, 1997) มีระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorphic stage) ชื่อว่า *Cochliobolus sativus* เป็นเชื้อราสาเหตุของโรค common root rot, spot blotch, seedling blight, head blight และ black point ของข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี ในรายงานที่ผ่านมามีการใช้ชื่อที่หลากหลาย ได้แก่ *Drechslera sorokiniana*, *Helminthosporium sorokinianum* หรือ *H. sativum* ดังนั้น Shoemaker (1959) จึงได้เสนอให้ใช้ชื่อ Genus *Bipolaris* แทนชื่อ *Helminthosporium* species ที่มีลักษณะส่วนปลายของโคนิเดีย (conidia) เรียวตรง หรือโค้งงอ (fusiform) ที่มีการงอก germ tube จากส่วนปลายทั้งสอง โดยทั่วไปแล้ว Genus *Helminthosporium* ถูกแบ่งออกเป็น 3 genera คือ *Bipolaris*, *Drechslera* และ *Exerohilum* และมี teleomorphic stage คือ *Cochliobolus*, *Pyrenophora* และ *Setosphaeria* ตามลำดับ (Kumar *et al.*, 2002)

ระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (anmorphic stage) *B. sorokiniana* สร้าง conidia ที่มีลักษณะของผนังหนา รูปร่างรียาวโค้งงอเล็กน้อย (elliptical) ขนาดความกว้างและความยาว 12–20 × 60–120 µm มี 5–9 cells การเจริญบนอาหารของเชื้อรามีการสร้างกลุ่มเส้นใยที่สานพันกันอย่างหลวมๆ คล้ายกันกับเส้นใยฝ้าย สีขาว หรือ สีเทาอ่อนจนถึงสีเทาเข้ม ขึ้นอยู่กับไอโซเลท (isolate) *B. sorokiniana* มีความแตกต่างจากสมาชิกตัวอื่นของ Genus *Bipolaris* โดย conidiophores และ conidia มีลักษณะเด่นทาง morphology การจำแนกความแตกต่างของ *Bipolaris* species ได้มีการอธิบายไว้โดย Subramanian ในปี 1971 (Kumar *et al.*, 2002)

ระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorphic stage) ในสภาพห้องทดลองพบว่า *Cocliobolus sativus* สร้าง ascospores ใน asci บนอาหาร natural media เดิมทีมีชื่อว่า *Ophiobolus sativus* ต่อมาภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็น *Cocliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Drechsler ex. Dastur (Dastur, 1942) ในสภาพธรรมชาติ teleomorphic stage พบใน Zambia เท่านั้น และไม่มีรายงานการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปรากฏในพื้นที่อื่นที่มีเชื้อโรคอยู่ เชื้อราชนิดนี้เป็นสมาชิกของ Subdivision *Ascomycotina*, Class *Loculoascomycetes*, Order *Pleosporales*, Family *Pleosporaceae* และ Genus *Cochliobolus* สร้าง ascomata รูปร่างกลมมีคอยาวรูปทรงกระบอก asci มีรูปร่างทรงกระบอกคล้ายกระบองมีส่วนฐานกว้าง (obclavate cylindrical asci) ภายในมี ascospores รูปร่างคล้ายเส้นด้ายม้วนขดเป็นเกลียว มีความเกี่ยวพันกับ *Bipolaris* และ *Curvularia* ซึ่งเป็นระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Kumar *et al.*, 2002)

ความแปรปรวนของประชากรเชื้อรามีรายงานครั้งแรกโดย Christensen ในปี ค.ศ. 1926 พบว่าลักษณะทางสรีรวิทยา (physiology) ในระดับ species แสดงให้เห็นว่ามีความหลากหลายเกิดขึ้นกับเชื้อราเมื่อพิจารณาความรุนแรงของโรคที่เกิดขึ้นกับข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ โดยลูกหลานของเชื้อราที่เกิดจากการผสมพันธุ์ (crosses) กันระหว่างไอโซเลท จะมีความสามารถในการทำให้เกิดโรคที่แตกต่างกันในต้นหญ้าที่ใช้ในการบ่งชี้ (Kumar *et al.*, 2002) และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมขึ้นอยู่กับ genes หลายตัว (Nelson, 1960, 1961; อ้างโดย Kumar *et al.*, 2002) El–Nashaar และ Stack (1989) ศึกษาในแปลงปลูกถึงความเพาะเจาะจงระดับ race–cultivar พบว่า จะมี race ที่รุนแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเพาะปลูกข้าวสาลีต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน Vajarec–Gratian และ Steffenson (1997a, 1997b) (อ้างโดย Kumar *et al.*, 2002) ได้จำแนกเชื้อราดังกล่าวออกเป็น 3 pathotypes จาก 33 ไอโซเลท ที่ได้มาจาก North Dakota โดยได้ทดสอบ interaction phenotypes กับ ข้าวบาร์เลย์ 36 แถว ที่มีความแตกต่างกัน และมีอีกหลายรายงานที่ได้กล่าวถึงความผันแปรทางพันธุกรรมของเชื้อรา *B. sorokiniana* (Fetch and Steffenson, 1994; Misra, 1979; อ้างโดย Kumar *et al.*, 2002)

กลไกของความผันแปรทางพันธุกรรมยังไม่เป็นที่ทราบกันดีนัก การผสมกัน (fusions, anastomosis) ระหว่างเส้นใย อาจทำให้เกิด somatic hybridization และเกิด race ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม (Kumar *et al.*, 2002)

การแพร่กระจายของเชื้อโรค การแพร่ระบาดเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ความต้องการผลผลิตของข้าวสาลีที่เพิ่มมากขึ้นในโลก ทำให้มีการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นตามมา เริ่มแรกมีการปลูกจำกัดอยู่ในเขตที่มีการเพาะปลูกโดยอาศัยน้ำฝน จากนั้นมีการขยายการปลูกที่อาศัยระบบชลประทาน (Dubin and Rajaram, 1996) และ ความพยายามของนักปรับปรุงพันธุ์ ที่ได้ทำการผสมพันธุ์เพื่อให้ต้านทานต่อโรค leaf rust เป็นผลให้ spot blotch กลายเป็นปัญหาหลักของการผลิตแทน ในเอเชียใต้มีการเพาะปลูกประมาณ 12,000,000 ha. ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะปรากฏที่ต้านทานต่อ rust แทนพันธุ์ท้องถิ่น (land-race varieties) (Kumar *et al.*, 2002)

การตอบสนองของพืชต่อโรคใบจุด (spot blotch) เชื้อรา *B. sorokiniana* จัดอยู่ในกลุ่ม hemibiotroph โดยมีการเจริญเริ่มแรกเป็นแบบ biotroph และต่อมาภายหลังมีการเจริญเป็นแบบ necrotroph พัฒนาการของเชื้อราในใบของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ที่อ่อนแอ (พันธุ์ Ingrid) พบว่า การเข้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำลายในระยะ biotrophic phases คือ เชื้อราแทงทะลุ cuticle และผนังเซลล์ แล้วเส้นใยมีการพัฒนาอยู่ใน epidermal cell จากนั้นเจริญเข้าไปในชั้น mesophyll พร้อมกันนั้นทำให้เกิดการตายของ epidermal และ mesophyll cell (necrotrophic phases) และการที่เชื้อโรคเจริญเข้าไปในพืชทางปากใบพบได้ไม่บ่อยนัก เซลล์ของพืชอาศัยจะยุบตัวลงในระยะที่เชื้อมีการเจริญแบบ necrotrophic phases และมีการเกิดการรั่วไหลของสารที่มีประจุ (electrolyte leakage) เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับการยุบตัวของเซลล์ก่อให้เกิดการหลั่ง toxin เพราะเซลล์ตายโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรงกับเส้นใยของเชื้อรา และการแทรกซึมของ toxin เข้าสู่ใบทำให้ไม่สามารถเห็นความแตกต่างของการตอบสนองของพืชที่ทำให้เกิด necrotic ได้ (Kumar *et al.*, 2001, 2002)

เชื้อราเอนโดไฟท์

เอนโดไฟท์ คือ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีช่วงชีวิตหนึ่งมาอาศัยอยู่ภายในพืช รวมทั้งที่เป็น mutualism neutral symbiont และ pathogen ด้วย แต่อยู่แบบพักตัวในพืชที่เป็นพืชอาศัย (สายสมรและคณะ, 2541) และอาจทำให้พืชแสดงอาการของโรคเมื่อพืชเกิดความเครียด (Stone, 1990; Carroll, 1988) เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวจะอาศัยอยู่ภายพืชโดยไม่แสดงอาการของโรคออกมาให้เห็น (Petrini, 1991; Carroll, 1988) พบ เชื้อราเอนโดไฟท์ในส่วนของ ใบ bark xylem ของพืชเกือบทั้งหมดที่ทำการตรวจสอบ (Petrini, 1986) พบใน ต้นไม้ยืนต้น (trees) (Petrini, 1986, Seiber and Hugentobler, 1987) หญ้า (Clay, 1989) นอกจากนี้ยังพบใน สาหร่าย (Hawksworth, 1988) และ mosses ด้วย endophytic parasymbionts มีการตรวจพบใน lichens (Petrini *et al.*, 1990)

เชื้อราเอนโดไฟท์ เอื้อประโยชน์ให้แก่พืชอาศัยโดยจะป้องกันพืชอาศัยจากการเข้าทำลายของศัตรู กระตุ้นให้พืชเกิดปฏิกิริยาป้องกันตัวเอง และพบว่าสร้างสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต (bioactive) เช่น สารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สารยับยั้งเชื้อรา สารยับยั้งเชื้อไวรัส และสารป้องกันกำจัดแมลง เป็นต้น ช่วยในการเจริญเติบโตของพืชและมีอิทธิพลต่อบทบาทการแก่งแย่งแข่งขันกับพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าเอนโดไฟท์เป็นแหล่งผลิตสารที่มีความสำคัญสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรม และทางเภสัชกรรมได้ (Liu *et al.*, 2000)

เชื้อราเอนโดไฟท์จะอยู่ร่วมกันกับพืชแบบพึ่งพาอาศัย โดยได้รับสารอาหารและที่อยู่อาศัยจากพืชในขณะเดียวกันก็ช่วยเพิ่มความสามารถในการหาอาหาร ความต้านทานต่อโรคและแมลงให้กับพืชอาศัย รวมทั้งช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดและช่วยให้พืชทนทานต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ (Carroll, 1995; Saikkonen *et al.*, 1998) เชื้อราเอนโดไฟท์ส่วนใหญ่อยู่ใน Ascomycetes และ Deuteromycetes พบเล็กน้อยใน Basidiomycetes และพบจำนวนน้อยมากใน Oomycetes (Isaac, 1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้เชื้อราเอนโดไฟท์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

การควบคุมแมลง

Bacon *et al.* (1977) พิสูจน์ให้เห็นเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราเอนโดไฟท์ *Epichloe taphina* และความเป็นพิษของพืชที่มันอาศัยต่อสัตว์ที่มากัดกิน โดยเชื้อราเอนโดไฟท์ผลิต toxin หลายชนิดซึ่งช่วยปกป้องพืชจาก สัตว์ที่มากัดกินชนิดต่างๆ ต่อมา Funk *et al.* (1983) พบว่า เชื้อราเอนโดไฟท์ สามารถป้องกัน ต้นหญ้า ryegrass (*Lolium perenne* L.) จากการกัดกินของตัวอ่อนของแมลง Webber (1981) พบว่า เชื้อราเอนโดไฟท์ *Phomopsis oblonga* ปกป้องต้น elm จากการเข้าทำลายของด้วงปีกแข็ง (*Physocnemum brevilineum*) ที่เป็นพาหะในการแพร่กระจายโรค Elm Dutch Disease ที่เกิดจากเชื้อรา *Ceratocystis ulmi* ซึ่งเป็นการช่วยควบคุมโรคทางอ้อมด้วย เชื้อราเอนโดไฟท์ มีการผลิต toxic compound ที่ทำให้เกิดผลกระทบกับแมลง มีรายงานการวิจัยที่สนับสนุนความสัมพันธ์นี้ โดย Claydon *et al.* (1985) แสดงให้เห็นว่าเชื้อราเอนโดไฟท์ที่เป็นสมาชิกของ family *Xylariaceae* สังเคราะห์ secondary metabolites ในพืชอาศัย *Fagus* sp. และมีผลต่อระยะตัวอ่อนของด้วงปีกแข็ง นอกจากนี้ Miles *et al.* (1998) แสดงให้เห็นว่า เชื้อราเอนโดไฟท์ *Neotyphodium* sp. ผลิต N–formilonine และ a paxiline analogous ในพืชอาศัย *Echinopogum ovatus* สารประกอบดังกล่าวมีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงชนิดต่างๆและ Bultman *et al.* (1997) แยกเชื้อราเอนโดไฟท์ *Acremonium coenophialum* จากต้นหญ้า tall fescue (*Festuca arundinacea*) และพบว่าต้นหญ้า tall fescue ที่มีเชื้อราเอนโดไฟท์อาศัยอยู่ มีการสร้างสาร alkaloid จำพวก N– acetyl และ N– formyl ซึ่งเป็นสาร alkaloid ที่มีความเฉพาะเจาะจงซึ่งเกิดจากการกระตุ้นโดยความสัมพันธ์ของต้นพืชกับเชื้อราเอนโดไฟท์และสาร alkaloid นี้ให้ผลในการเข้าทำลายของแมลงที่กัดกินพืชนี้เป็นอาหาร

การควบคุมโรคพืช

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เป็นการควบคุมที่ไม่เพียงเป็นการลดความหนาแน่นของเชื้อที่ก่อโรค (inoculum) เท่านั้น แต่ยังเป็นการป้องกันโดยชีววิธีบนผิวหน้าของพืชและในพืชอาศัยด้วย แสดงบทบาทต่อการสร้างความต้านทาน (resistance) หรือเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตที่ต่อต้านเชื้อโรคภายหลังการติดเชื้อ หรือการชักนำให้เกิดความต้านทานของพืชอาศัย (host plant resistance) ที่มีต่อเชื้อโรค จุลินทรีย์ต่อต้านจัดว่าเป็นตัวควบคุมโดยชีววิธีที่มีศักยภาพต่อการขัดขวางขบวนการต่าง ๆ ของเชื้อโรคพืชที่มีชีวิต แสดงความเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อโรค โดยเกิดขบวนการสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) การแข่งขันซึ่งกันและกัน (competition) และ ขบวนการของปรสิต (parasitism) (เกษม, 2532)

ชนินทร (2545) แยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากข้าว เพื่อนำมาทดสอบความสามารถให้การยับยั้งการเจริญของ *Fusarium moniliforme* สาเหตุของ โรคถอดฝักดาบในข้าวโดยวิธี Dual Culture พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Acremonium sp. 0019, *Aspergillus* sp. 0035, *Coelomycetes* 1 0117, *Coelomycetes* 1 0071, *Talaromyces* sp. 0003, *Nudolosporium* sp. 0020, *Nudolosporium* sp. 0021 และ *Eupenicillium* sp. 007 มีเปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งสูงสุด 55.45–58.76 % เชื้อราเอนโดไฟท์ส่วนใหญ่มีผลต่อต้นกล้าของข้าวโดยส่งเสริมการเจริญเติบโต น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกล้าข้าวที่ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์มากกว่าและลักษณะต้นสมบูรณ์กว่ากล้าข้าวที่ไม่ได้ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์

Brown *et al.* (2002) ได้แยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากทุเรียนใน North Queensland พบเชื้อรา *Phomopsis* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotiopsis* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Phyllosticta* sp., *Curvularia* sp., สมาชิกของ *Basidiomycetes* และ *Xylariaceae* จากนั้นคัดเลือกเชื้อราจำนวน 46 morphotypes มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *Phytophthora palmivora* UQ3824 ซึ่งเป็นไอโซเลทที่มีความรุนแรง พบว่า เชื้อราเอนโดไฟท์จำนวน 65 % สามารถลดการเจริญของ *P. palmivora* ในอาหารได้ พวกเขาเชื่อว่าเชื้อราเอนโดไฟท์มีความเป็นประโยชน์มากกว่า epiphytic antagonists ในแง่ของการปรับใช้ในสภาพแปลงปลูก

Clay (1989) พบว่า ในพืชตระกูลหญ้ามีเชื้อราเอนโดไฟท์จำนวนมากอยู่ใน ใบ ต้น และ เมล็ด การทดลองในห้องปฏิบัติการและสภาพแปลงทดลอง พบว่า พืชที่ได้ปลูกเชื้อราเอนโดไฟท์ จะมีความต้านทานต่อโรคและแมลงสูงกว่าพืชที่ไม่ได้ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์

Danielsen and Jansen (1999) ได้สำรวจและแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากพืชตระกูลหญ้าและข้าวโพดได้ 34 ไอโซเลท เพื่อทำการคัดเลือกหาเชื้อราปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *Fusarium verticillioides* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุของโรคในข้าวโพด พบว่าต้นข้าวโพดที่ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์ 6 ไอโซเลท ทำให้ต้นข้าวโพดเกิดอาการ necrosis น้อยกว่าชุดควบคุมซึ่งปลูกเชื้อราสาเหตุเพียงอย่างเดียว แต่พบว่ามี 1 ไอโซเลท คือ *Trichoderma koningii* S8 สามารถลดอาการ stalk necrosis ได้

Dingle and McGee (2003) สามารถแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากส่วนใบของข้าวสาลีที่ไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ ได้หลายชนิด และได้คัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟท์ *Chaetomium* spp. (*Sordariales*) 2 ไอโซเลท และ *Phoma* sp. 1 ไอโซเลท มาทำการควบคุม *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* ใน ข้าวสาลี พบว่า เชื้อราเอนโดไฟท์ทั้งหมดสามารถลดจำนวนแผล pustules และ ลดพื้นที่ของ pustules ได้ ($p<0.05$) เมื่อทำการปลูกเชื้อราเอนโดไฟท์พร้อมกับ *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*

Greulich *et al.* (1999) พบว่า หญ้า timothy (*Phleum pratense*) ที่เชื้อรา *Epichloe typhina* เจริญอยู่ภายใน มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา *Cladosporium phlei* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุโรคของหญ้าชนิดนี้ และศึกษาปรับปรุงหญ้าโดยปลูกด้วยเชื้อรา *E. typhina* ทำให้สามารถปลูกในสภาพแปลงปลูกได้ โดยไม่ทำให้หญ้าแสดงอาการของโรคและให้ผลดีเท่ากับการทดสอบในสภาพห้องทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Liu *et al.* (2000, 2001) ได้รายงานว่า ใน Culture ของ *Colletotrichum* sp. ซึ่งเป็นเชื้อราเอนโดไฟท์ที่แยกจาก *Artemisia annua* พบสารประกอบ ergosterol (I) 3β, 5α, 6β–trihydroxyergosta–7,22–diene (II) 3β–hydroxy–ergosta–5–ene (III) 3–oxo– ergosta–4,6,8(14),22–tetraene (IV) 3β– hydroxy–5α,8α–epidioxy –ergosta–6,22– diene (V) 3β– hydroxy–5α,8α–epidioxy –ergosta–6,9(11),22– triene (VI) และ 3–oxo– ergosta–4–ene (VII) และ ฮอร์โมนพืช indole–3–acetia acid (IAA) และนอกจากนี้ยังพบ antimicrobial metabolites ใหม่ 3 ชนิด คือ 6–isoprenylindole–3–carboxylic acid (1) 3β, 5α–dihydroxy–6β–acetoxy–ergosta–7,22–diene (2) และ 3β, 5α–dihydroxy–6α–phenylacetyloxy–ergosta–7,22–diene (3) สารประกอบ 1–3 และ III–V มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus substilis*, *Staphylococus aureus*, *Sarcina lutea* และ *Pseudomonas* sp. เชื้อรา *Candida albicans* และ *Aspergillus niger* นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืช *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (wheat take–all), *Rhizoctonia cerealis* (sharp eyespot), *Helminthosporium sativum* (common rot), *Fusarium graminearum* (scab), *Gerlachia nivalis* (snow mould) และ *Phytophthora capsici* (pepper phytophthora blight)

Narisawa *et al.* (2000) ทดลองปลูกเชื้อราเอนโดไฟท์ *Heteroconium chaetospira* ที่แยกได้จากราก ลงบนต้นกล้าของ Chinese cabbage พบว่า หลังจาก 3 เดือน ที่ย้ายกล้าไปปลูกสามารถลดอาการ club root ได้ 52–97 % และลดอาการ Verticillium yellow ได้ 49–67 % เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และพบว่า เชื้อรา *H. chaetospira* ไม่ทำให้เกิดโรคและเชื้อราสามารถเจริญได้ในต้นพืช 18 ชนิด แสดงให้เห็นว่ามี host range กว้าง ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็น biocontrol agent ในการควบคุมโรค club root และ Verticillium yellow ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

McGee *et al.* (1991) ทำการแยกเชื้อรา *Acremonium strictum* จาก ryegrass, kikuya และพืชอื่น ๆ ในวงศ์ *Pennisetum* และพบว่า *A. strictum* 2 ไอโซเลท สามารถยับยั้งอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา 5 ชนิด ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคกับพืชตระกูลหญ้าได้ และสารสกัดจากอาหารที่เลี้ยงเชื้อรา *A. strictum* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุได้ และมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุ

Trevathan (1996) ทำการศึกษาผลของการตอบสนองของเชื้อรา *Acremonium coenophialum* ต่อเชื้อรา *Cochliobolus sativus* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุโรคพืช โดยการปลูกเชื้อรา *A. coenophialum* ให้ต้น tall fescue แล้วจึงปลูกเชื้อราสาเหตุ *C. sativus* เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับการปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์และชุดที่ไม่ได้รับการปลูกด้วยเชื้อราสาเหตุ พบว่า ต้นหญ้า tall fescue ที่ได้รับเชื้อราและไม่ได้รับเชื้อรา *A. coenophialum* เมื่อปลูกด้วยเชื้อราสาเหตุ พบว่า ความสูง น้ำหนักสดของยอด ฯลฯ ลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ปลูกด้วยเชื้อราสาเหตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Zhang and Yuen (1999) พบว่า แบคทีเรีย *Stenotrophomonas maltophilia* strain C3 ที่แยกได้จากใบของหญ้า Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) สามารถยับยั้งการงอกของ conidia ของ *Bipolaris sorokiniana* บนผิวใบและลดความรุนแรงของโรคได้

การแยกเชื้อราเอนโดไฟท์

เก็บตัวอย่างต้นพืชที่นำมาใช้แยกเอนโดไฟท์ ควรเลือกเก็บต้นที่มีลักษณะการเจริญปกติสมบูรณ์ ไม่มีอาการของโรค ตัวอย่างที่เก็บควรทำการแยกภายใน 24 ชม. (สายสมร และคณะ, 2541; Fisher *et al.*, 1986) สำหรับวิธีการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากพืชอาศัยในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการที่ทำได้โดยตรงที่สามารถบ่งชี้ว่าเป็น เอนโดไฟท์ ที่แท้จริง วิธีการที่ใช้ได้นำมาจากรายงานต่างๆ คือ การทำให้ปราศจากเชื้อที่ผิวของพืชอาศัยที่นำมาใช้แยก (สายสมร และคณะ, 2541) แต่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับสภาพของเนื้อเยื่อพืชตัวอย่าง วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อที่ผิวทำได้โดย เลือกชิ้นส่วนของพืชจากต้นที่สมบูรณ์ นำมาล้างผ่านน้ำไหล แล้วนำชิ้นพืชมาจุ่มในเอทธานอล (ethanol) และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) เจือจาง หรือ คลอรีน (chlorine) ตามด้วยเอทธานอล อีกครั้ง ซึ่ง Spurr and Welty (1975) พบว่า การเพิ่ม alcohol ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อที่ผิวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ sodium hypochlorite ในการฆ่าเชื้อที่ผิวและช่วยให้ชิ้นพืชเปียกอย่างทั่วถึง หลังจากฆ่าเชื้อแล้ววางชิ้นพืชในจานอาหารแข็งที่เติมสารปฏิชีวนะ เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ดังรายงานวิจัยต่อไปนี้

ชนินทร (2545) แยกเชื้อราเอนโดไฟท์ จากส่วน ใบ ลำต้น และราก ของต้นข้าวพันธุ์ต่าง ๆ โดยเลือกเก็บเฉพาะต้นที่ปกติ (ไม่มีการเข้าทำลายของแมลงและแสดงอาการของโรค) นำมาฆ่าเชื้อที่ผิวโดยล้างในน้ำให้สะอาด นำมาแช่ใน แอลกอฮอล์ 95 % เป็นเวลา 15 วินาที ตามด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1 % นาน 1 นาที และ แช่ใน แอลกอฮอล์ 95 % เป็นเวลา 15 วินาที วางชิ้นพืชบนอาหาร Rose bengal agar (RBA) วาง 5 ชิ้น ต่อ 1 จาน บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27°C) แยกเชื้อราที่ได้ไปทำเป็นเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA และเก็บไว้ใน PDA slant

สายสมรและคณะ (2541) แยกเชื้อราที่อาศัยในต้นพืชจากป่าที่เป็นต้นกล้า 39 ชนิด พืชต้นแก่ 2 ชนิด (พะยอม : *Shorea roxburgii* และ บุนนาค : *Mesua ferrea*) สุ่มเนื้อเยื่อพืชมาฆ่าเชื้อที่ผิว 3 ขั้นตอน คือ จุ่มตัวอย่าง กิ่ง เปลือก หรือ ใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1–1.5 mm ใน ethanol 95 % นาน 60 วินาที ฆ่าเชื้อที่ผิวโดยการแช่ใน sodium hypochlorite 5 นาที ล้างใน ethanol 95 % นาน 30 วินาที จากนั้นนำไปเพาะใน 2 % (w/v) malt extract agar ที่มี 8 mg/l NOVO–teramycin เพื่อยับยั้งแบคทีเรีย บ่มในที่มืด อุณหภูมิ 20°C นาน 2–8 สัปดาห์ แยกเชื้อราที่เจริญออกมาจากชิ้นพืชเพาะเป็นเชื้อบริสุทธิ์ในอาหาร21% malt extract agar ที่ 20°C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Dingle and McGee (2003) แยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากใบของข้าวสาลีหลายพันธุ์ที่ไม่มีอาการผิดปกติ โดยนำชิ้นส่วนมาล้างในน้ำที่มีอุปกรณ์รองรับน้ำที่ปล่อยให้น้ำไหลผ่าน จากนั้นจุ่มใน ethanol 96 % นาน 1 นาที ตามด้วย available chlorine 2 % 25 นาที และ ethanol 96 % อีกครั้ง นาน 30 วินาที (ปรับปรุงจาก Crous *et al.*, 1995) นำชิ้นพืชที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาวางบนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ที่ผสมด้วย antibiotics (tetracycline 3310^{-3} g/l และ streptomycin 5310^{-2} g/l) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20°C และจากผลการทดสอบของเขาพบว่า การจุ่มใน chlorine 25 นาที สามารถเคลื่อนย้าย epiphyte ออกจากชิ้นพืชทดสอบได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเส้นใยของเชื้อราเอนโดไฟท์เจริญออกมาจากชิ้นพืช ย้ายเส้นใยมาวางบนอาหาร sub-culture จนกระทั่งได้ single isolate

Liu *et al.* (2001) แยกเชื้อราเอนโดไฟท์ จากเนื้อเยื่อลำต้น ของ *Artemisia annua* ทำการฆ่าเชื้อที่ผิวตามวิธีการที่ Schulz *et al.* (1995) ได้อธิบายไว้ โดยนำลำต้นมาล้างผ่านน้ำไหล ฆ่าเชื้อโดยใช้ ethanol 75 % นาน 1 นาที sodium hypochlorite 5 % นาน 5 นาที จากนั้นล้างน้ำฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง แล้วตัดเป็นท่อนยาว 1 ซม. และผ่าตามยาวออกเป็น 2 ชิ้น นำชิ้นพืชที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาวางบนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ที่ผสมด้วย สารปฏิชีวนะ ampicillin (150 µg/ml) streptomycin (100 µg/ml) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28±1°C ชุดควบคุม ทำโดยใช้วิธีเดียวกันแต่ไม่ฆ่าเชื้อที่ผิว ใช้เป็น negative check การปนเปื้อนของเชื้อรา

Pelàez *et al.* (1998) แยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากพืช 9 species ที่เจริญบน gypsum soil และ saline soil จากตอนกลางของประเทศสเปน พืชที่เก็บตัวอย่าง คือ *Arundo donax*, *Atriplex halimus*, *Diplotaxis erucoides*, *Ephedra nebrodensis*, *Phragmites australis*, *Rosmarinus officinalis*, *Scirpus holoschoenus*, *S. maritimus* และ *Stipa tenacissima* ฆ่าเชื้อที่ผิวตามวิธีการของ Collado *et al.* (1996) นำชิ้นพืชวางบนอาหาร 4 ชนิด โดยทุกชนิดผสมด้วย yeast extract 1 g/l malt extract 10 g/l streptomycin 50 µg/ml teramycin 50 µg/ml วุ้น 20 g/l และ เพิ่มสารฆ่าเชื้อรา (fungicides) ตามลำพัง 1 ชนิด benomyl (2 µg/ml) cyclosporin A (4 µg/ml) หรือ cyclohexamide (100 µg/ml) โดยฆ่าเชื้อที่ผิวพืชทดสอบ จำนวน 32 ชิ้นจากแต่ละต้น และวางชิ้นพืชจำนวน 8 plates (อาหารละ 2 plates และ 4 ชิ้น ต่อ 1 plate) บ่มไว้นานถึง 60 วัน และย้ายเชื้อที่เจริญออกมาเลี้ยงบน หลอดอาหาร PDA slant (PDA Difco)

Taylor *et al.* (1999) แยกเชื้อราจากใบของปาล์ม (*Trachycarpus fortunei*) โดยการฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยการจุ่มตัวอย่างชิ้นพืชใน alcohol 95 % นาน 1 นาที ตามด้วย sodium hypochlorite 3.25 % (Clorox, sodium hypochlorite 5.25 % เจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตรา 620:380 ml/l ให้มีความเข้มข้นสุดท้าย 3.25 %) และ alcohol 95 % นาน 30 วินาที บ่มชิ้นพืชบนอาหาร Difco bacto malt extract agar ที่เพิ่ม Sigma streptomycin sulphate (0.3 กรัม ละลายในน้ำฆ่าเชื้อ 1.5 ml/ l) ป้องกันการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเชื้อราโดย เพิ่ม Rose bengal (BDH Laboratory supplies, Poole, Dorset, UK) 0.033 g/l ลงไปในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved