

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

Xylaria เป็นฟังไจชั้นสูงจัดอยู่ในพวกที่สร้างสปอร์ในถุง (sac fungi) สร้าง ascocarp แบบ perithecium ภายในหรือบนผิวของโครงสร้างขนาดใหญ่ที่เรียก stroma ชื่อสามัญเรียกว่า dead man finger ชื่อภาษาไทยเรียกว่า เห็ดรูป หรือเห็ดเทียน (อนงค์, 2539) จัดเป็น genus เด่นของฟังไจในแฟมิลี *Xylariaceae* มีความหลากหลายสูง มีสมาชิกทั้งหมดประมาณ 500 สปีชีส์ (Thienhirun, 1997) แพร่กระจายไปทั่วโลก พบมากบริเวณเขตร้อนชื้น โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนหรือบริเวณใกล้แหล่งน้ำ (Whalley, 1992) ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลาย คือใช้ซากของสิ่งมีชีวิตเพื่อการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ โดยสร้างโครงสร้างระยะสืบพันธุ์ขนาดใหญ่ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า บนดิน ต้นไม้ กิ่งไม้ เศษใบไม้ผลไม้ที่ร่วงหล่นอยู่ตามพื้นดิน หรือบนมูลสัตว์ (Webster, 1980) บางสปีชีส์อยู่ร่วมกับแมลงโดยสร้าง stromata บนรังปลวกหรือรังมด (Wilding *et al.*, 1989) บางสปีชีส์อยู่ร่วมกับพืชโดยเป็น endophyte หลายสปีชีส์มีบทบาทในแง่ของการเป็นฟังไจทำลายไม้โดยย่อยสลาย lignin และ cellulose มีไม้ที่สปีชีส์เป็นเชื้อก่อโรคพืช เช่น *X. polymorpha* ก่อโรคแบบไม่รุนแรงด้วยการสร้างเส้นใยเข้าไปในรากพืชขึ้นต้นบางชนิดรบกวนการดูดซึมอาหารของพืช (Whalley, 1996) ส่วนใหญ่ไม่นิยมรับประทานแต่มีบางสปีชีส์ที่เป็นสมุนไพร คือ *X. nigripes* มีสรรพคุณช่วยให้น้ำนมของหญิงหลังคลอดบุตรมีมากขึ้น ป้องกันการแท้ง คลอดบุตรยาก และเสียเลือดมากหลังจากคลอด นอกจากนั้นยังใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ยับยั้งการหนาวสั่น บำรุงหัวใจ และไต รักษาอาการนอนไม่หลับได้ดี นิยมใช้กันมากในประเทศจีน (Jianzhe *et al.*, 1987) *Xylaria* มีลำดับชั้นทางอนุกรมวิธานดังนี้ (Alexopoulos *et al.*, 1996 และ Ulloa & Hanlin, 2000)

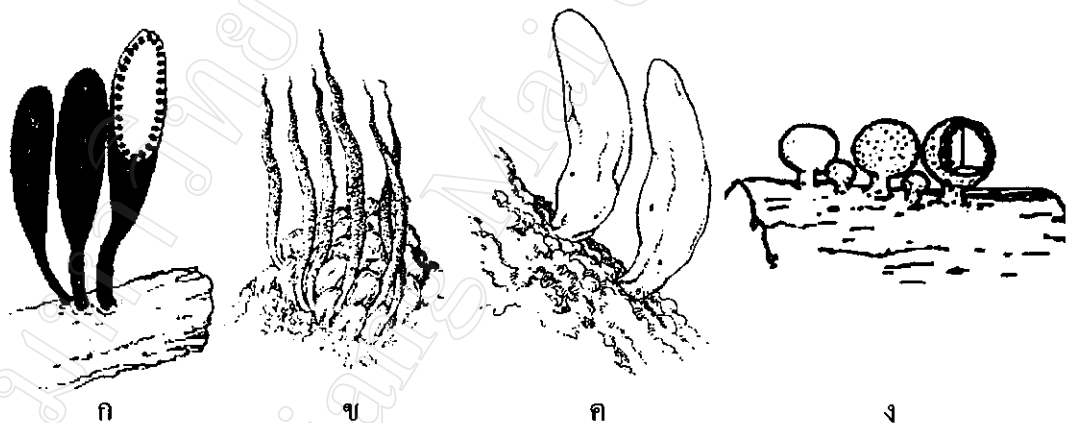
อาณาจักร	<i>Fungi</i>
ไฟลัม	<i>Ascomycota</i>
คลาส	<i>Pyrenomycetes</i>
ออเดอร์	<i>Xylariales</i>
แฟมิลี	<i>Xylariaceae</i>
จีนัส	<i>Xylaria</i>

โดยมี *X. polymorpha* Grev. เป็นสปีชีส์ต้นแบบ (type species) (Zhishu *et al.*, 1993)

ลักษณะทั่วไปของ *Xylaria*

stromata (Rogers, 1979 ; Zhishu *et al.*, 1993 และ Thienhirun, 1997)

สังเกตได้ง่ายด้วยตาเปล่า หรือใช้แว่นขยาย มักจะตั้งตรง เจริญอยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่เป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่จะติดแน่นกับแหล่งอาศัย มีรูปร่างหลายแบบ เช่น คล้ายไม้กระบอก คล้ายกระบอง ทรงกระบอก เป็นเส้นยาว บางครั้งพบรูปร่างกลมแบนเป็นเส้นตรง หรือ รูปร่างไม่แน่นอน แตกแขนง เป็นต้น ส่วนปลายทื่อ หรือเรียวยาวไม่มีโครงสร้างสืบพันธุ์ ภายนอกสีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงสีดำ บางสปีชีส์สีขาวหรือสีขาวปนเหลือง หรือสีเทา ผิวเรียบเนียน หรือหยาบเนื่องจากรอยบุ๋มของ perithecia หรือมีรอยพับ รอยย่นที่ผิว เนื้อสัมผัสมักจะแข็ง มีทั้งแบบมีและไม่มีก้าน บางสปีชีส์มีขนสั้น ๆ ปกคลุมตลอดความยาวของก้าน ภายในสีขาวหรือสีเทาอ่อน มี perithecia บรรจุอยู่เป็นจำนวนมาก บางสปีชีส์เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะเป็นช่องกลวง เพราะแตกหักง่าย



รูป 1 รูปร่าง stromata แบบต่าง ๆ

- ก รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate)
- ข รูปร่างเป็นทรงกระบอก (cylindric)
- ค รูปร่างคล้ายไม้กระบอก (allantoid)
- ง รูปร่างกลมหรือเกือบกลม (globose หรือ subglobose)

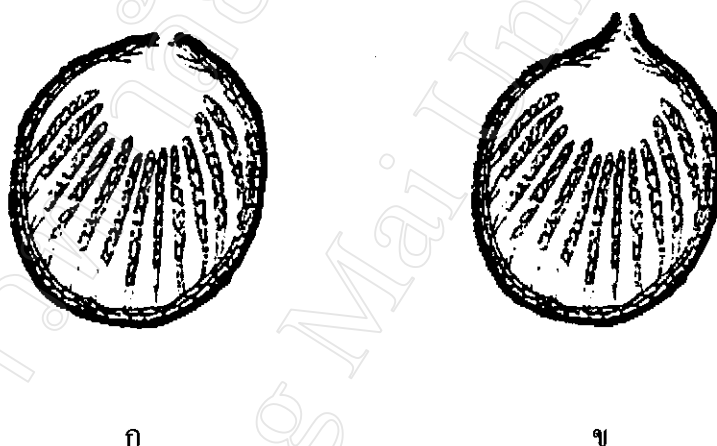
(ที่มา : Bandoni *et al.*, มปป. และ Imazeki *et al.*, 1988)

perithecia (Zhishu *et al.*, 1993 และ Thienhirun, 1997)

มีลักษณะวางตัวบน stroma 3 รูปแบบ คือ ฝังอยู่ใน stroma ทั้งหมด (immersed perithecia) ฝังอยู่ใน stroma เพียงบางส่วน (subimmersed perithecia) และ อยู่บนผิวของ stroma (naked perithecia) perithecium แต่ละอันจะมีรูปร่างกลม หรือเกือบกลม ด้านบนมีช่องเปิดเรียก ostiole ภายในบรรจุ asci และ ascospores จำนวนมาก

ostioles (Thienhirun, 1997)

มีรูปร่าง 2 แบบ คือเป็นหลุมเล็กๆ บริเวณผิว stroma (umbilicate) หรือ เป็นปุ่มนูน (papillate) ขึ้นมาจากผิว stroma บางชนิดมีขนาดเล็กมากสังเกตด้วยตาเปล่าไม่ชัดเจน



รูป 2 รูปร่าง ostioles แบบต่าง ๆ เมื่อตัด perithecium ตามยาว

ก รูปร่างแบบ umbilicate

ข รูปร่างแบบ papillate

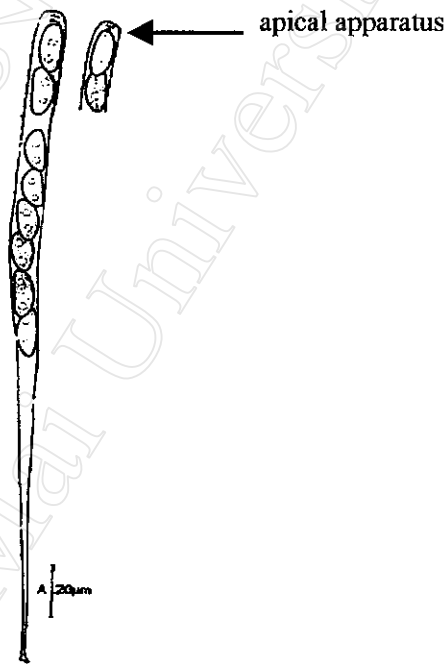
(ที่มา : คัดแปลงจาก Hanlin, 1990)

paraphyses (Webster, 1980 และ Thienhirun, 1997)

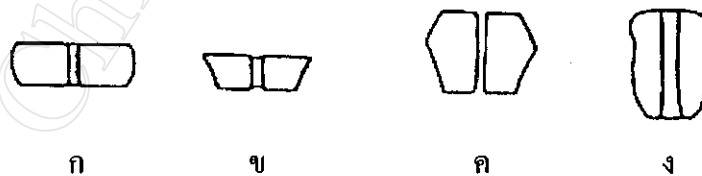
Xylaria แต่ละสปีชีส์มักจะมี paraphyses ลักษณะเหมือน ๆ กัน โดยเป็นเส้นเดี่ยว ๆ เรียวยาว ปลายมน ผนังบาง ใส เจริญขึ้นมาจากผนังด้านล่างและด้านข้างภายใน perithecium และมักจะสูงกว่า asci ลักษณะ paraphyses จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อตัด perithecium ตามยาวด้วย freezing microtome

asci (Webster, 1980 และ Thienhirun, 1997)

เกิดจากพืวด้านล่างภายใน perithecium รูปร่างเป็นทรงกระบอก มีผนังชั้นเดียว (unitunicate) ภายในมี 8 ascospore เรียงตัวเป็นแถวเดียว มีก้านยาว เมื่อแก่จะปล่อย ascospore ออกทางช่องเปิดเล็ก ๆ ด้านบนบริเวณที่เป็น apical apparatus (รูป 3) apical apparatus ติดสีน้ำเงิน เมื่อย้อมด้วย Melzer's iodine reagent มีรูปร่างหลายแบบ มีหลายขนาดแตกต่างกันออกไป เป็นส่วนที่ใช้บ่งบอกชื่อวิทยาศาสตร์ได้ (รูป 4)



รูป 3 รูปร่าง ascus
(ที่มา : Webster, 1980)



รูป 4 รูปร่าง apical apparatus แบบต่าง ๆ

ก รูปร่างกลมรีคล้ายจาน (discoid)

ข รูปร่างคล้ายลิ้ม (wedge shape)

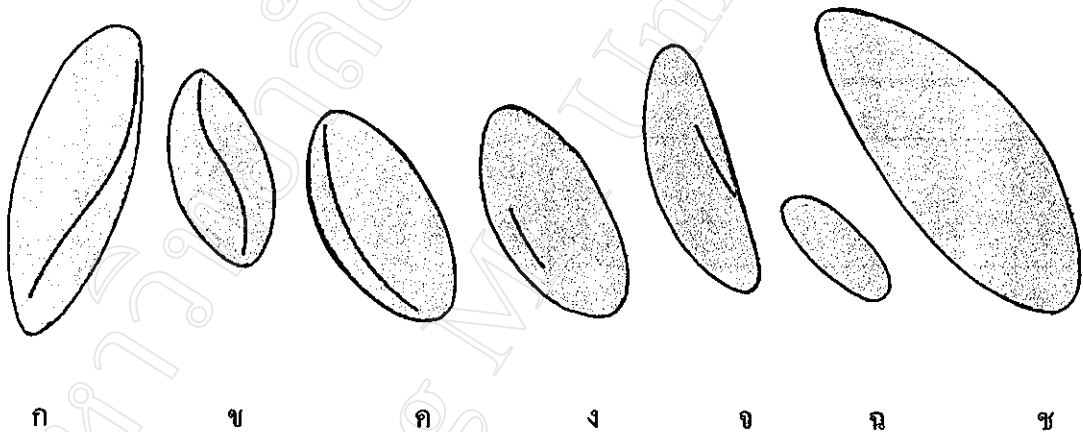
ค รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสที่มีตรงกลางพองออก (rhomboid)

ง รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular) บริเวณใกล้ส่วนปลายคอดเล็กน้อย

(ที่มา : คัดแปลงจาก Rogers *et al.*, 1999)

ascospores (Hawksworth *et. al*, 1995 ; Thienhirun, 1997 และ Rogers *et al.*, 1999)

ส่วนใหญ่เรียงตัวเป็นแถวเดียวในแนวตรง (uniseriate) บางสปีชีส์เรียงตัวเป็นแนวเฉียง (oblique uniseriate) อยู่ใน ascus มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปรี (ellipsoid) รูปรีที่มีด้านหนึ่งเรียบหรือเกือบเรียบ (inequilaterally ellipsoid) รูปโค้ง (crescentic) รูปร่างคล้ายเรือ (navicular) รูปกระสวย (fusiform) เป็นต้น ผิวเรียบ สีนํ้าตาลอ่อนจนถึงสีนํ้าตาลแก่เกือบดำ มองเห็น germ slit ของ ascospore ส่วนใหญ่ได้ชัดเจน โดยมักจะพบที่บริเวณกลาง ascospore มีหลายลักษณะ เช่น เป็นเส้นตรงยาวตลอดความยาวของ ascospore เป็นเส้นตรงสั้น ๆ เป็นเส้นเฉียง เส้นโค้งคล้ายตัว S (sigmoid) หรือเส้นบิดเป็นเกลียว รอบ ascospore แต่บางสปีชีส์ มี germ slit เป็นเส้นบาง ๆ สังเกตเห็นยาก ในขณะที่ ascospore งอกจะสร้าง germ tube เจริญออกมาจากส่วนนี้ ascospore มีเซลล์เดียวไม่มีผนังกัน บางสปีชีส์มีหยดน้ำมันอยู่ภายใน 1-2 หยด



รูป 5 รูปร่าง ascospore และ germ slit แบบต่าง ๆ

- ก รูปรี มี germ slit บิดเป็นเกลียว
- ข รูปรี มี germ slit โค้งคล้ายตัว S
- ค รูปรีที่มีด้านหนึ่งเรียบหรือเกือบเรียบมี germ slit เป็นเส้นตรงยาวตลอดความยาวของ ascospore
- ง รูปรีที่มีด้านหนึ่งเรียบหรือเกือบเรียบ มี germ slit เป็นเส้นตรงยาวน้อยกว่าความยาวของ ascospore
- จ รูปรีที่มีด้านหนึ่งเรียบหรือเกือบเรียบ มี germ slit เป็นเส้นเฉียง
- ฉ รูปรี มองเห็น germ slit ไม่ชัดเจน
- ช รูปกระสวย มองเห็น germ slit ไม่ชัดเจน

(ที่มา : คัดแปลงจาก Roger *et al.*, 1999)

การศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria*

ในอดีต การศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria* ข้อมูลส่วนใหญ่มักจะเป็นผลพลอยได้จากการศึกษาฟังไจกลุ่มอื่น แล้วได้รายงานการพบ *Xylaria* ไว้ด้วย การจัดทำรูปวิธานที่ถูกต้องของ *Xylaria* จึงทำได้ยากเพราะพบ *Xylaria* แพร่กระจายไปทั่วโลก ทำให้มีหลายสปีชีส์ที่มีคำบรรยายลักษณะขัดแย้งกัน เนื่องจากผู้ศึกษาพบตัวอย่างบนแหล่งอาศัยที่ต่างกัน หรือบรรยายลักษณะเด่นบางประการของ *Xylaria* ที่อยู่ต่างระยะการเจริญ ยิ่งไปกว่านั้น *Xylaria* ยังมีรูปร่าง สี และขนาดของ stromata หลายรูปแบบ ทำให้เกิดความสับสนขณะจัดจำแนก นอกจากนี้ตัวอย่างของแต่ละสปีชีส์ที่เก็บจากหลายแหล่งยังมีความแตกต่างกันอีกด้วย เช่น ascospore ของ *X. allantoidea* ในเขตร้อนมีขนาดโดยเฉลี่ยใหญ่กว่าที่พบในสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องในการสร้างรูปวิธาน ควรมีการศึกษาเชื้อบริสุทธิ์ของแต่ละสปีชีส์ในห้องปฏิบัติการอย่างถี่ถ้วน เก็บรวบรวมและเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของ *Xylaria* จากทั่วโลกซึ่งอาจจะต้องใช้เวลานานหลายปี (Rogers, 1986)

ศาสตราจารย์ ดร. Jack D. Rogers จัดเป็นนักอนุกรมวิธานท่านแรก ๆ ท่านหนึ่งที่น่าสนใจศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria* อย่างจริงจัง ดังจะเห็นได้จากผลงานที่มีออกมาอย่างต่อเนื่อง เช่น ในปี ค.ศ. 1986 ได้จัดทำรูปวิธานแบบมีทางเลือกสองทาง (dichotomous key) ของ *Xylaria* ในประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาคผนวก ก) โดยใช้ลักษณะ stromata ในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเป็นข้อมูลพื้นฐาน รูปวิธานนี้ใช้จัดจำแนก *Xylaria* ได้ 30 สปีชีส์ ดังต่อไปนี้ *X. aristata*, *X. cf. inaequalis*, *X. filiformis*, *X. magnoliae*, *X. oxyacanthae*, *X. persicaria*, *X. carpophila*, *X. multipartita*, *X. psamathos*, *X. graminicola*, *X. cubensis*, *X. allantoidea*, *X. poitei*, *X. mali*, *X. bulbosa*, *X. curta*, *X. acuta*, *X. longipes*, *X. grandis*, *X. polymorpha*, *X. schweinitzii*, *X. tantaculata*, *X. cornu-damae*, *X. cf. apiculata*, *X. hypoxylon*, *X. arbuscula*, *X. cf. cocophora*, *X. fulvella*, *X. longiana* และ *X. multiplex* โดยรูปวิธานจะแบ่งเป็นหมวดหมู่โดยใช้ชนิดของแหล่งอาศัย ได้แก่ *Xylaria* ที่เจริญบนใบไม้หรือก้านใบไม้ บนมูลสัตว์ บนผลไม้ที่ร่วงตามพื้นดิน บนหญ้า บนดิน และบนไม้ ตามลำดับ เพราะหลายสปีชีส์มีแหล่งอาศัยที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งใช้ลักษณะเด่นของ stromata และ ascospore ช่วยในการจัดจำแนกด้วย อย่างไรก็ตาม Rogers ได้ให้ข้อสังเกตว่าชื่อวิทยาศาสตร์ของ *Xylaria* บางสปีชีส์ในรูปวิธานนี้อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีการศึกษารายละเอียดของสปีชีส์นั้น ๆ เพิ่มเติม (Rogers et al., 1988) ต่อมาอีก 2 ปี ได้เข้าไปศึกษา *Xylaria* ในประเทศเวเนซุเอลาพบ *Xylaria* ถึง 41 taxa ในจำนวนนี้มี

X. comosa, *X. obovata*, *X. cf. lutea*, *X. telfairii*, *X. cf. aenea*, *X. dealbata*, *X. cf. kegeliana*, *X. scruposa*, *X. anisopleura*, *X. enterogena*, *X. microceras*, *X. cf. pallida*, *X. berkeleyi*, *X. feejeensis*, *X. cf. trichopoda*, *X. apiculata*, *X. cf. theissenii*, *X. culleniae*, *X. ianthino-velutina*, และ *X. cf. brachiata* เป็นสปีชีส์ที่ยังไม่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศสหรัฐอเมริกา พบสปีชีส์ใหม่ถึง 6 สปีชีส์ ดังนี้ *X. asperata*, *X. plumbea*, *X. griseo-olivacea*, *X. kretschmarioidea*, *X. nodulosa* var. *microspora* และ *X. platypoda* var. *microspora* นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างที่ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถึง 9 ตัวอย่าง (Rogers *et al.*, 1988) และจากการศึกษาอย่างต่อเนื่องนี้เองทำให้ Rogers พบ *X. psidii* เป็นสปีชีส์ใหม่เจริญอยู่บนผลไม้ ใน 4 ปีถัดมา (Rogers *et al.*, 1992)

จากผลงานของ Rogers แสดงให้เห็นว่า *Xylaria* มีความหลากหลายของสปีชีส์สูง จึงทำให้มีผู้สนใจศึกษามากขึ้นในเวลาต่อมาจากหลาย ๆ ประเทศและมีรายงานการค้นพบสปีชีส์ใหม่ออกมาเป็นระยะ ๆ เช่น Brunner *et al.* (1992) รายงานว่าพบ *X. carpophila*, *X. hypoxylon*, *X. longiana*, *X. longipes* และ *X. polymorpha* ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยใช้เทคนิค isozyme electrophoresis ในการจัดจำพวก Zhishu *et al.* (1993) เก็บรวบรวม ฟังไจขนาดใหญ่ (macrofungi) จากมณฑล Guangdong ประเทศจีนได้บรรยายรายละเอียดและทำรูปวิธานของ *Xylaria* ไว้ 25 สปีชีส์ ดังนี้ *X. berkeleyi*, *X. sanchezii*, *X. furcuta*, *X. brasiliensis*, *X. nigripes*, *X. filiformis*, *X. carpophila*, *X. ianthino-valutina*, *X. scruposa*, *X. polymorpha*, *X. fibula*, *X. beccarii*, *X. scopiformis*, *X. castorea*, *X. aemulans*, *X. grammica*, *X. apiculata*, *X. hippoglossa*, *X. consociata*, *X. siphonia*, *X. bipindensis*, *X. kedahae*, *X. graminicola*, *X. feejeensis* subsp. *feejeensis* และ *X. fissilis* ปีเดียวกัน Horn *et al.* (1993) จัดทำรูปวิธานของเห็ดและได้บรรยายลักษณะของ *X. polymorpha* ที่พบในรัฐแคนซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา Bujakiewicz (1994) พบ *Xylaria* สปีชีส์ที่พบได้ยาก คือ *X. corniformis* ในอุทยานแห่งชาติ Bialowieza ประเทศโปแลนด์ Spooner (1996) บรรยายประกอบภาพแสดงลักษณะทั่ว ๆ ไปของ *X. polymorpha* และ *X. hypoxylon* ที่สำรวจพบในประเทศอังกฤษซึ่งมีลักษณะเหมือนกันกับที่ Andersson (1997) พบ *Xylaria* ทั้ง 2 สปีชีส์นี้เจริญอยู่บนตอของต้นไม้จำพวกมะเดื่อ (*Fagus sylvatica*) ระหว่างเดือนมีนาคม ปี ค.ศ. 1993 จนถึงเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 1996 ในประเทศเยอรมัน ในขณะที่ Sirlei & Trinidad (1997) พบ *Xylaria* สปีชีส์ใหม่คือ *X. pseudoapiculata* และ *X. montagnei* ในประเทศบราซิล Sanmartin & Lavin (1999) พบ *X. perezsilvae* เจริญบนดินในสวนกาแฟที่ประเทศเม็กซิโกเป็นครั้งแรก ถือเป็นสปีชีส์ใหม่มีลักษณะเด่นคือ ส่วนโครงสร้างสืบพันธุ์กลมเล็ก มีก้านยาว ascospore มีจะงอยอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและมีเยื่อบาง ๆ หุ้ม เป็นต้น

การศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria* ยังไม่หยุดเพียงเท่านี้ เพราะนอกจากจะดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายแล้ว *Xylaria* หลายสปีชีส์ยังสามารถดำรงชีวิตโดยเป็น endophyte ในพืชได้ด้วย (Petrini & Petrini 1985) และจัดเป็น endophyte ชนิดที่พบได้ทั่วไปในพืชเขตร้อนหลายชนิด (Whalley, 1996) เช่น ต้นปาล์มอะเมซอน (*Euterpe oleracea*) มี *Xylaria* อาศัยอยู่ 15 สปีชีส์ (Rodrigues et al., 1993) ต้น *Manikaka bidentata* (แฟมิลีย *Sapotaceae*) ในประเทศเปอร์โตริโก เมื่อเก็บใบมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางบน malt agar พบ *Xylaria* 73-74% บ่งบอกชื่อวิทยาศาสตร์ได้ 4 สปีชีส์คือ *X. cf. multiplex*, *X. cf. adscendens*, *X. mellisii* และ *X. arbuscula* (Lodge et al., 1996) กล้วยไม้จีนัส *Lepanthes* (แฟมิลีย *Orchidaceae*) มี *Xylaria* อาศัยอยู่ในใบและรากอย่างน้อย 9 สปีชีส์ (Bayman et al. 1997) ต้นสนออสเตรเลีย (*Casuarina equisetifolia*) เป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่พบ *Xylaria* จำนวนมากถ้าเปรียบเทียบกับต้น *M. bidentata* ที่มีลักษณะทางกายภาพ แหล่งที่อยู่ การกระจายและการกำเนิดแตกต่างกันพบว่านอกจากจะมี *Xylaria* ในใบจำนวนมากแล้วยังพบในเมล็ดได้อีก และชนิดที่แยกได้จากเมล็ดของต้นที่เจริญในดินยังต่างกับชนิดที่แยกจากต้นที่เจริญบนชายหาดอีกด้วย (Bayman et al., 1998) ต้นไม้จำพวกมะเดื่อเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มี *Xylaria* อาศัยอยู่ในใบเป็นจำนวนมาก โดยที่ *Xylaria* พวกนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายใบแก่ของต้นไม้จำพวกมะเดื่อ เป็นการหมุนเวียนอาหารในระบบนิเวศอีกทางหนึ่ง (Osono & Takeda, 1999 และ Osono & Takeda, 2001)

การศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria* ในประเทศไทย

สำหรับการศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria* ในประเทศไทยยังมีไม่มากนักเมื่อเทียบกับประเทศในเขตอบอุ่น ผู้ที่เริ่มศึกษา *Xylaria* ในประเทศไทยเป็นชาวต่างประเทศ Schumacher (1982) เก็บรวบรวมฟังไคในคลาส *Ascomycetes* บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย พบ *Xylaria* 11 สปีชีส์ เป็นสปีชีส์ใหม่ 1 สปีชีส์ คือ *X. scopiformis* ด้วยเหตุที่ไม่นิยมรับประทาน โครงสร้างสืบพันธุ์ของ *Xylaria* สังเกตเห็นได้ยากในธรรมชาติ และมีสปีชีส์ที่ไม่สวยงามจึงทำให้มีผู้สนใจไม่มากนัก การศึกษา *Xylaria* จึงถูกทิ้งช่วงไปเป็นระยะเวลานาน จนกระทั่ง Thienhirun (1997) ได้เล็งเห็นบทบาทความสำคัญในระบบนิเวศรวมทั้งแนวโน้มที่จะนำเอา *Xylaria* มาใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์หรืออุตสาหกรรม จึงได้สำรวจ *Xylaria* บริเวณอุทยานแห่งชาติ 10 แห่งและป่าดิบ 2 แห่งทั่วประเทศไทย จากการศึกษานี้พบ *Xylaria* 27 สปีชีส์ คือ *X. cf. brasiliensis*, *X. cf. melanaxis*, *X. cf. nigripes*, *X. gracillima*, *X. tentaculata*, *X. ianthinovelutina*, *X. magnoliae* var. *microspora*, *X. culleniae*, *X. psidii*, *X. phyllocharis*, *X. aristata*,

X. cf. amphithele, *X. laevis*, *X. cubensis*, *X. allantoidea*, *X. telfairii*, *X. grammica*, *X. badia*, *X. obovata*, *X. cf. cranioides*, *X. longipes* var. *tropica*, *X. schweinitzii*, *X. anisopleura*, *X. multiplex*, *X. oligotoma*, *X. juruensis* var. *microspora* และ *X. cocophora* อย่างไรก็ตาม Thienhirun ไม่ได้สำรวจในบริเวณอุทยานแห่งชาติคอยสุเทพ-ปุย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าอุทยานแห่งนี้ไม่มี *Xylaria* อาศัยอยู่เนื่องจาก อังศร (2540) ได้พบ *X. polymorpha* เจริญอยู่บนตอไม้แห้งในป่าบริเวณด้านหลังของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ด้านล่างของอุทยานแห่งชาติคอยสุเทพ-ปุย และตัวอย่าง *Xylaria* ที่จัดจำแนกไม่ได้ 4 ตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียง ในขณะที่ นิคม (2540) พบ *Xylaria* 5 ตัวอย่างบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าด้านเหนือของอุทยาน การศึกษาครั้งต่อ ๆ มาชี้ให้เห็นว่าบริเวณอุทยานแห่งนี้มี *Xylaria* อาศัยอยู่หลายสปีชีส์และมีโอกาสพบ สปีชีส์ใหม่เมื่อ Mekkamol (1998) พบ *X. allantoidea*, *X. aristata*, *X. badia*, *X. multiplex*, *X. cubensis*, *X. feejeensis*, *X. grammica*, *X. juruensis* var. *microspora*, และ *X. schweinitzii* เจริญอยู่ในกิ่งต้นสัก และมีอีก 4 ตัวอย่างระบุชื่อไม่ได้ ส่วนรายงานของ นิคม (2542) ระบุว่าพบ *X. polymorpha* และ *X. longipes* ในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติคอยสุเทพ-ปุย กับอีก 3 ตัวอย่างที่ไม่สามารถระบุชื่อได้ จากรายงานข้างต้นเมื่อเทียบกับจำนวน *Xylaria* ที่พบทั่วประเทศ 27 สปีชีส์ จึงมีความเป็นไปได้มากกว่าน่าจะมี *Xylaria* อีกหลายสปีชีส์ที่ยังไม่ถูกค้นพบจากอุทยานแห่งนี้

จากการศึกษาความหลากหลายของ *Xylaria* จากแหล่งต่าง ๆ สรุปได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปรายงานการพบ *Xylaria* จากแหล่งต่าง ๆ

ลำดับ	<i>Xylaria</i>	แหล่งที่พบ	ผู้รายงาน
1	<i>X. acuta</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
2	<i>X. cf. adscendens</i>	เปอร์โตริโก	Lodge et al., (1996)
3	<i>X. aemulans</i>	จีน	Zhishu et al. (1993)
4	<i>X. cf. aenea</i>	เวเนซุเอลา	Rogers et al. (1988)
5	<i>X. allantoidea</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		ไทย	Thienhirun (1997)
6	<i>X. cf. amphithele</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
7	<i>X. anisopleura</i>	เวเนซุเอลา	Rogers et al. (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ	<i>Xylaria</i>	แหล่งที่พบ	ผู้รายงาน
8	<i>X. arbuscula</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		เปอร์โตริโก	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
9	<i>X. apiculata</i>	เวเนซุเอลา	Rogers (1986)
		จีน	Rogers <i>et al.</i> (1988)
10	<i>X. cf. apiculata</i>	สหรัฐอเมริกา	Lodge <i>et al.</i> (1996)
11	<i>X. aristata</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		ไทย	Thienhirun (1997)
12	<i>X. asperata</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
13	<i>X. badia</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
14	<i>X. beccarii</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
15	<i>X. berkeleyi</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
16	<i>X. bipindensis</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
17	<i>X. cf. brachiata</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
18	<i>X. brasiliensis</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
19	<i>X. cf. brasiliensis</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
20	<i>X. bulbosa</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
21	<i>X. carpophila</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		สวิตเซอร์แลนด์	Brunner <i>et al.</i> (1992)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
22	<i>X. castorea</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
23	<i>X. cocophora</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
24	<i>X. cf. cocophora</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
25	<i>X. comosa</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
26	<i>X. consociata</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
27	<i>X. cornu-damae</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ	<i>Xylaria</i>	แหล่งที่พบ	ผู้รายงาน
28	<i>X. cf. cranioides</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
29	<i>X. cubensis</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
30	<i>X. culleniae</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
31	<i>X. curta</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
32	<i>X. dealbata</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
33	<i>X. enterogena</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
34	<i>X. enteroleuca</i>	เปอร์โตริโก	Bayman <i>et al.</i> (1998)
35	<i>X. feejeensis</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Mekkamol (1998)
36	<i>X. feejeensis</i> subsp. <i>feejeensis</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
37	<i>X. fibula</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
38	<i>X. filiformis</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
39	<i>X. fissilis</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
40	<i>X. fulvella</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
41	<i>X. furcuta</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
42	<i>X. gracillima</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
43	<i>X. graminicola</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
44	<i>X. grammica</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
		ไทย	Thienhirun (1997)
45	<i>X. grandis</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
46	<i>X. griseo-olivacea</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
47	<i>X. hippoglossa</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ	<i>Xylaria</i>	แหล่งที่พบ	ผู้รายงาน
48	<i>X. hypoxylon</i>	สหรัฐอเมริกา สวิสเซอร์แลนด์ อังกฤษ เยอรมัน	Rogers (1986) Brunner <i>et al.</i> (1992) Spoonner (1996) Andersson (1997)
49	<i>X. ianthino-velutina</i>	เวเนซุเอลา จีน ไทย	Rogers <i>et al.</i> (1988) Zhishu <i>et al.</i> (1993) Thienhirun (1997)
50	<i>X. cf. inaequalis</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
51	<i>X. juruensis</i> var. <i>microspora</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
52	<i>X. kedahae</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
53	<i>X. cf. kegeliana</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
54	<i>X. kretzschmarioidea</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
55	<i>X. laevis</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
56	<i>X. longiana</i>	สหรัฐอเมริกา สวิสเซอร์แลนด์	Rogers (1986) Brunner <i>et al.</i> (1992)
57	<i>X. longipes</i>	สหรัฐอเมริกา สวิสเซอร์แลนด์ ไทย	Rogers (1986) Brunner <i>et al.</i> (1992) นิกม (2542)
58	<i>X. longipes</i> var. <i>tropica</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
59	<i>X. cf. lutea</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
60	<i>X. magnoliae</i>	สหรัฐอเมริกา เวเนซุเอลา	Rogers (1986) Rogers <i>et al.</i> (1988)
61	<i>X. magnoliae</i> var. <i>microspora</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
62	<i>X. mali</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
63	<i>X. cf. melanaxis</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
64	<i>X. mellisii</i>	เปอร์โตริโก	Lodge <i>et al.</i> , (1996)
65	<i>X. microceras</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
66	<i>X. montagnei</i>	บราซิล	Sirlei&Trinidad (1997)

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ	<i>Xylaria</i>	แหล่งที่พบ	ผู้รายงาน
67	<i>X. multipartita</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
68	<i>X. multiplex</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
69	<i>X. cf. multiplex</i>	เปอร์โตริโก	Lodge <i>et al.</i> , (1996)
70	<i>X. nigripes</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
71	<i>X. cf. nigripes</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
72	<i>X. nodulosa</i> var. <i>microspora</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
73	<i>X. obovata</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
		เปอร์โตริโก	Bayman <i>et al.</i> (1998)
74	<i>X. oligotoma</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
75	<i>X. oxyacanthae</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
76	<i>X. cf. pallida</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
77	<i>X. perezsilvae</i>	บราซิล	Sanmartin&Lavin(1999)
78	<i>X. persicaria</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
79	<i>X. phyllocharis</i>	ไทย	Thienhirun (1997)
80	<i>X. platypoda</i> var. <i>microspora</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
81	<i>X. plumbea</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
82	<i>X. poitei</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
83	<i>X. polymorpha</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		สวิตเซอร์แลนด์	Brunner <i>et al.</i> (1992)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
		แคนซัส / สหรัฐอเมริกา	Horn <i>et al.</i> (1993)
		อังกฤษ	Spooner (1996)
		เยอรมัน	Andersson (1997)
		ไทย	อัจฉรา (2540)
84	<i>X. psamathos</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ	<i>Xylaria</i>	แหล่งที่พบ	ผู้รายงาน
85	<i>X. pseudoapiculata</i>	บราซิล	Sirlei&Trinidad (1997)
86	<i>X. psidii</i>	ฮาวาย / สหรัฐอเมริกา	Rogers <i>et al.</i> (1992)
		ไทย	Thienhirun (1997)
87	<i>X. sanchezii</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
88	<i>X. schweinitzii</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
89	<i>X. scopiformis</i>	ไทย	Schumacher (1982)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
90	<i>X. scruposa</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
91	<i>X. siphonia</i>	จีน	Zhishu <i>et al.</i> (1993)
92	<i>X. tantaculata</i>	สหรัฐอเมริกา	Rogers (1986)
		ไทย	Thienhirun (1997)
93	<i>X. telfairii</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
		ไทย	Thienhirun (1997)
94	<i>X. cf. theissenii</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)
95	<i>X. cf. trichopoda</i>	เวเนซุเอลา	Rogers <i>et al.</i> (1988)

การแยกเชื้อบริสุทธิ์และการผลิตสารต่าง ๆ จาก *Xylaria*

การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* ต้องเพาะจาก ascospore ที่มักจะจับตัวกันเป็นกลุ่มอยู่รอบ ๆ ostiole หรืออยู่ใน perithecium แต่ ascospore เหล่านี้จะมีอัตราการงอกต่ำเมื่อนำไปเลี้ยงในอาหารวุ้นจาก 1,000 สปอร์จะงอกได้เพียง 1-2 สปอร์เท่านั้น (Fenwick, 1994) อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์และการตรวจหาการผลิตสารในระดับห้องปฏิบัติการได้มีผู้สนใจศึกษาเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ หลังจาก Fenwick (1994) เพาะเลี้ยง *X. polymorpha* ในห้องปฏิบัติการได้เป็นผลสำเร็จเมื่อบ่ม ascospore ในอาหารวุ้น malt extract agar ที่อุณหภูมิ 20°C เป็น

เวลา 12 สัปดาห์ สังเกตการงอกได้จากการสร้าง germ tube ออกมาแล้วพัฒนาเป็นเส้นใยสีขาวแผ่ออก เจริญอย่างรวดเร็วพร้อมกับสร้างรงควัตถุสีแดงลงในอาหารวุ้น จากผลการทดลองนี้จึงเป็นแนวทางให้มีผู้สนใจศึกษาการสร้างสาร metabolites จาก *Xylaria* มากขึ้น และพบว่า *Xylaria* สามารถสร้างสาร metabolites ได้มากมายรวมทั้งสารชนิดใหม่ ๆ ด้วย (Whalley, 1996) ไม่ว่าจะเป็นกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรด cubensic จาก *X. cubensis* (O'Hagana *et al.*, 1992) กรด Xylaric (γ -pyrone-3-acetic acid) จาก *Xylaria* sp. มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_7H_6O_4$ น้ำหนักโมเลกุล 154 กรดชนิดนี้มีความสามารถในการแข่งขันและยับยั้งการทำงานของ converting enzyme interleukin -1β ที่จะไปต่อต้านการทำงานของเอนไซม์ papain และ tripsin ในร่างกาย (Salvatore *et al.*, 1994) เป็นต้น

Xylaria หลาย สปีชีส์ สร้างสารปฏิชีวนะได้ เช่น *X. longipes* สร้าง xylaramide มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Nematospora corgli* และ *Saccharomyces cerevisiae* (Schneider *et al.*, 1996) *X. hypoxylon* สร้างสาร cytochalasins สารประกอบชนิดนี้เป็นสาร fungal metabolites มีบทบาทส่งเสริมกิจกรรมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น กำหนดการเกิด cytostatic effect บนเซลล์ mammalian ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ protease ของไวรัส HIV-1 และยังเป็นสารต้านมะเร็ง (Espada *et al.*, 1997) ผลการทดลองนี้ทำให้ Singh *et al.* (1999) เร่งตรวจหาสารปฏิชีวนะที่คาดว่าจะมีอีกหลายชนิดจาก *Xylaria* จนกระทั่งพบกรด integric ที่สร้างโดย *Xylaria* sp. ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเพิ่มจำนวนของไวรัส HIV-1 บางสปีชีส์ยังมีบทบาทในการสร้างสารยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุของโรคมาลาเรียได้ ได้แก่ *Xylaria* sp. ไอโซเลต BCC 1067 สร้างสารพวก antiplasmodial ป้องกันการเจริญของ *Plasmodium* sp. (Isaka *et al.*, 2000) *Xylaria multiplex* สร้างสาร multiplolides ชนิด A และ B ที่มีคุณสมบัติต้านการเจริญของ *Candida albicans* ได้ดี (Boonphong *et al.*, 2001)

บางสปีชีส์สร้างสารพิษได้ เช่น *X. obovata* สร้างสารพิษพวก cytotoxin และ phytotoxin (Abate *et al.* 1997) *X. longiana* สร้างสารพิษ longianone (Goss *et al.* 1999) เป็นต้น

นอกจากสาร metabolite ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว *Xylaria* ยังมีความสามารถผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด เช่น *X. anisopleura* และ *X. regalis* ผลิตเอนไซม์ endoglucanase และ exoglucanase ได้ตามลำดับ (Wei *et al.*, 1992) *X. nigripes* ที่แยกได้จากทางเดินอาหารของปลวก สร้างเอนไซม์ carboxylesterases ได้ (Sreerama & Veerabhadrapa, 1993) พวกที่เจริญบนไม้หรือใบไม้จะผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย lignin รวมทั้งการสร้างและปลดปล่อยเอนไซม์ย่อย cellulose (Whalley, 1996 ; Osono & Takeda, 1999 และ Osono & Takeda, 2001) เช่น *X. regalis* ที่เจริญบน

ไม้จากประเทศไต้หวันผลิตเอนไซม์ β -glucosidase เอนไซม์ชนิดนี้ย่อยสลาย p-nitrophenyl β -D-glucopyranoside (PNPG), cellobiose, sophorose และ gentiobiose ได้ดี (Wei *et al.*, 1996) *Xylaria* sp. ที่เป็น endophyte ในต้นราชวดีป่า (*Buddleia asiatica* Lour.) สร้างเอนไซม์ L-asparaginase มีคุณสมบัติในการยับยั้งมะเร็งบางชนิดโดยเข้าไปย่อย L-asparagine ในเซลล์มะเร็ง (ธนากร, 2543)

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย (กรมป่าไม้, 2539)

ดอยสุเทพ-ปุย ได้รับการประกาศให้เป็นอุทยานแห่งชาติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 เพื่ออนุรักษ์แหล่งต้นน้ำลำธาร และทรัพยากรธรรมชาติซึ่งอุดมไปด้วยพืชและสัตว์นานาชนิดตลอดจนสภาพธรรมชาติให้คงอยู่เช่นเดิม มิให้ถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงสภาพไป นอกจากนี้ยังเพื่อประโยชน์ในการพักผ่อนหย่อนใจของประชาชน การศึกษาค้นคว้าและประโยชน์ด้านอื่นๆ แก่รัฐและประชาชน

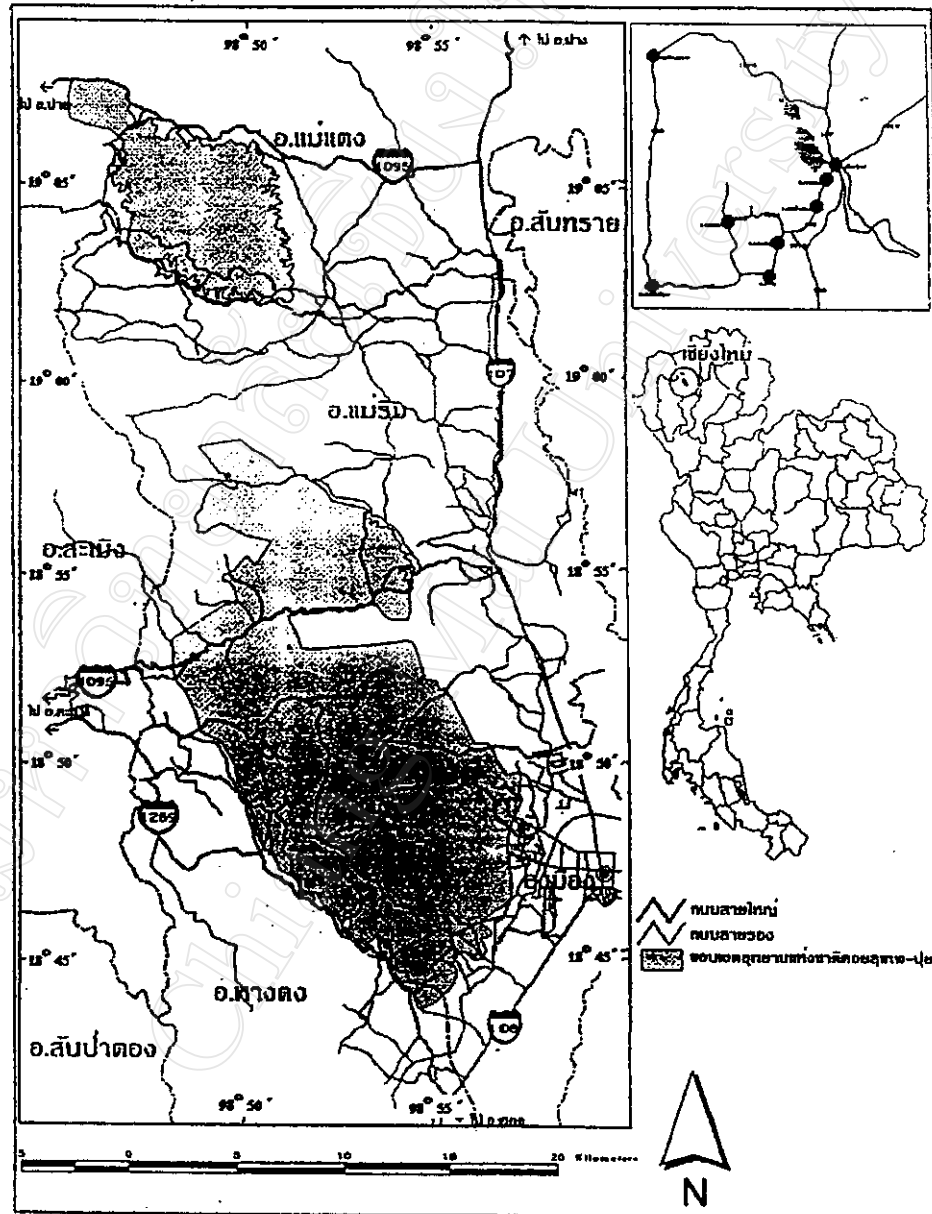
ภูมิประเทศ

อุทยานแห่งนี้ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $18^{\circ}43'$ ถึง $18^{\circ}54'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $101^{\circ}05'$ ถึง $101^{\circ}50'$ ตะวันออก ในท้องที่อำเภอเมือง อำเภอหางดง อำเภอแมริม และอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ทั้งหมด 262.5 ตารางกิโลเมตร (รูป 6) เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน และเป็นแหล่งต้นน้ำของลำธารหลายสาย มีระดับความสูงอยู่ระหว่าง 330 ถึง 1,685 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จุดสูงสุดคือบริเวณยอดดอยปุย (รูป 7) พื้นที่มีสภาพส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต ยกเว้นบางแห่งทางตอนใต้ของอุทยานเป็นหินเชด ตรงหุบเขาเป็นหินโลมสีน้ำตาลแดง เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารประกอบด้วยลุ่มน้ำหลายแห่ง เช่น ลุ่มน้ำแม่แรม แมริม แม่สา แม่สาว อยู่ทางทิศตะวันออก ลุ่มน้ำสุเทพ อยู่ทางทิศใต้ ลุ่มน้ำแม่มาไทร แม่ท่าช้าง อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอุทยาน เป็นต้น

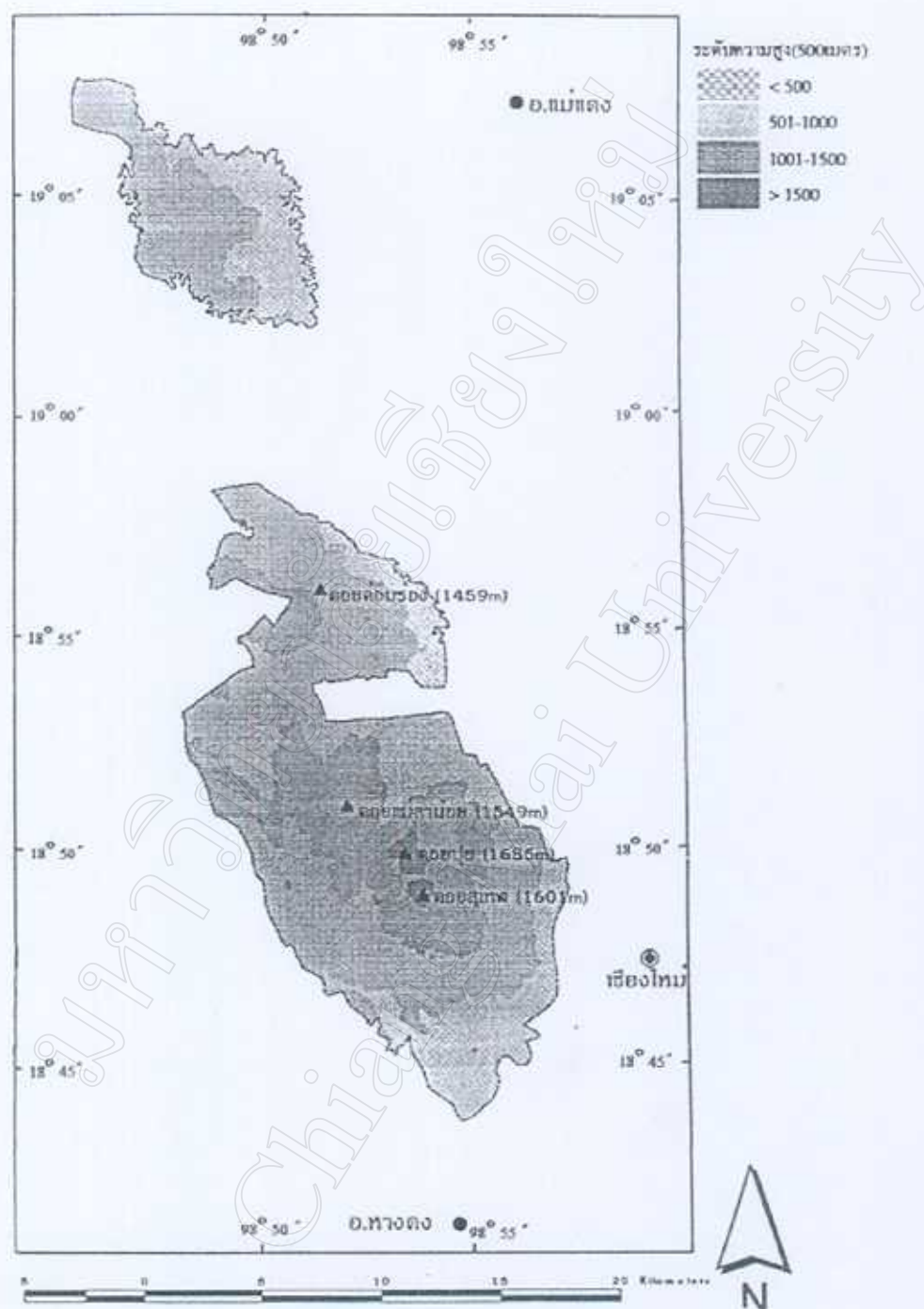
ภูมิอากาศ

มีลักษณะอากาศเป็นแบบฝนหรือเมืองร้อนเฉพาะฤดูหรือแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีฝนตกชุก บนยอดดอยมีฝนตกโดยเฉลี่ย 2,000 มิลลิเมตรในระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมของทุกปี นับเป็นพื้นที่ที่มีฝนตกมากแห่งหนึ่งเมื่อเทียบกับส่วนอื่นของประเทศ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีอากาศแห้งแล้ง มีอุณหภูมิประมาณ $16.5-23^{\circ}\text{C}$

โดยบริเวณเชิงคอยจะร้อนกว่าบนยอดคอยที่หนาวเย็นตลอดทั้งปี ซึ่งสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่บริเวณเชิงคอยจะต่ำกว่ายอดคอย แต่ก็ขึ้นอยู่กับฤดูกาลด้วย โดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 56.7-89.3%



รูป 6 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของอุทยานแห่งชาติคอยสุเทพ-ปุย
(ที่มา : ฝ่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนา
ประเทศไทย, 2540)



รูป 7 แผนที่แสดงระดับความสูงของอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
(ที่มา : ฝ่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนา
ประเทศไทย, 2540)

ทรัพยากรธรรมชาติ

จากลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่หลากหลาย ดังที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีสังคมของสิ่งมีชีวิตต่างกันไปตามระดับความสูง มีพันธุ์พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ อาศัยอยู่มากตามไปด้วยจนอาจเรียกได้ว่า อุทยานแห่งนี้ “ร่ำรวย” สิ่งมีชีวิต จัดเป็นสถานที่ให้ความรู้ทางด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาได้เป็นอย่างดี จากการสำรวจของกรม ป่าไม้เมื่อปี 2536 พบว่าอุทยานมีพื้นที่ป่าเหลืออยู่มากถึง 233 ตารางกิโลเมตร หรือ 83% ของพื้นที่ทั้งหมด มีระบบนิเวศป่าไม้ชนิดต่าง ๆ ในแต่ละระดับความสูงของพื้นที่ ดังนี้

1. ป่าผสมผลัดใบ

พบในพื้นที่ที่เป็นที่ราบเชิงเขา ดินจะมีหินกรวดน้อย ได้แก่บริเวณ น้ำตกห้วยแก้ว น้ำตกแม่สา สวนสัตว์เชียงใหม่ และน้ำตกวังบัวบาน เป็นต้น ต้นไม้ในป่าจะไม่สูงนักไม่เกิน 15 เมตร พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ที่พบ คือ ไม้สัก ไม้แดง ไม้ประดู่ ตองติง มะเดื่อ เคาะ รกฟ้า และสมอไทย ในเดือนมีนาคมของทุกปีใบของพืชพวกนี้จะร่วงหมดทั้งต้น เป็นช่วงเดียวกับพืชชั้นล่างที่เป็น วัชพืชหลายชนิดแห้งตาย จึงมักจะเป็นเชื้อเพลิงสาเหตุของไฟป่า

2. ป่าเต็งรัง

พบในพื้นที่ที่มีระดับต่ำกว่า 600 เมตร มีสภาพป่าเป็นป่าโปร่ง ดินเป็นดินปนทรายหรือ ดินลูกรัง ได้แก่บริเวณ ป่าถนนสายสะเมิง-แม่สะ และน้ำตกมณฑาธาร เป็นต้น พันธุ์ไม้ที่พบมาก เป็นไม้ผลัดใบ ได้แก่ เต็ง รัง พลวง เหียง พยอม แข็งกวาง และมีไม้ก่อหลายชนิดผสมอยู่ด้วย เช่น ก่อแพะ ก่อต่าง และก่อตาหนู เป็นต้น

3. ป่าดิบชื้น

อยู่ในที่ค่อนข้างสูงตั้งแต่ระดับความสูง 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ดินมี อินทรีย์วัตถุสูง มักจะอยู่ใกล้แหล่งน้ำ เป็นป่าที่มีต้นไม้หนาแน่นมีเรือนยอด 3 ชั้น มีความชุ่มชื้น สูง ได้แก่บริเวณ โป่งแยง และสะเมิง ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นพวกก่อ เช่น ก่อน้ำ ก่อแป้น ก่อตลับ ก่อหม่น ก่อเคียว และก่อต่าง ไม้ชนิดอื่น เช่น ยางป่า จำปีป่า สารภีดอย มะหาด และ ยังมีไม้ที่หายาก เช่น ไม้หอม กายาน พญาไม้ และอบเชย เป็นต้น พืชชั้นล่างส่วนใหญ่เป็นพวก เฟิร์น

4. ป่าดิบเขา

เป็นป่าที่มีโครงสร้างโดยทั่วไปเหมือนกับป่าดิบชื้นแต่สภาพป่ามีเรือนยอดไม้เพียง 2 ชั้น และอยู่สูงกว่า 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ได้แก่บริเวณ ห้วยคอกม้า บ้านม้งดอยปุย ป่าในสวนพฤกษศาสตร์พระนางเจ้าสิริกิติ์ และดอยค่อมร่อง เป็นต้น พันธุ์ไม้ที่พบ จะเป็นพวก ไม้ผลัดใบ ได้แก่ มณฑาดอย กำลังเสือโคร่ง ทะโล้ เหมือด สลีนก แข็งกวาง อบเชย

มะขามป้อม พิกุลป่า และพวกก่อหลายชนิด เช่น ก่อเคียว ก่อแป้น ก่อแดง ก่อดำ ก่อแหลม ก่ออก ก่อหนู และก่อต่าง ส่วนพืชชั้นล่างได้แก่ มอส เฟิร์น รองเท้านารี เข็มขาว เข็มแดง กุหลาบป่า อ้อหลวง และมักกระต๊อบโรง เป็นต้น

5. ป่าสนเขา

อยู่บริเวณที่สูงตามสันเขาเป็นพื้นที่ไม่มากนัก เช่น บริเวณยอดดอยปู่ ดอยบวกห้า บ้านม้งข้างเขื่อน และผาดำ พืชส่วนใหญ่เป็นสน โดยเฉพาะสนสามใบ บางบริเวณมีไม้ก่อขึ้นผสมอยู่ด้วย

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการจัดจำแนกจุลินทรีย์

การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตถือว่าเป็นหัวใจของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ แต่กระบวนการนี้มักจะสร้างปัญหาให้นักอนุกรมวิธานอยู่เสมอ เนื่องจากทำได้ยาก และยังขาดแคลนเครื่องมือหรือรูปวิธานที่ใช้ในการจัดจำแนก (Whalley, 1996) ปัญหาที่ใหญ่ที่สุดคือการจัดจำแนกตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่ที่มีสปีชีส์ใหม่ปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก อาจกล่าวได้ว่าคุณภาพของงานสำรวจแบบนี้ขึ้นกับความถูกต้องของการจัดจำแนก (Edwards & Morse, 1995) เนื่องจากข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อช่วยในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป

รูปวิธานที่ใช้กันมากมักจะเป็นรูปวิธานแบบสองทางเลือก ซึ่งมีข้อเสียหลายประการ เช่น มีหลายขั้นตอนทำให้เสียเวลามาก ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ มิฉะนั้นอาจผิดพลาดได้ แก้ไขปรับปรุงข้อมูลได้ยากหรืออาจจะต้องเขียนรูปวิธานขึ้นใหม่ถ้ามีข้อมูลเพิ่มเติม นักอนุกรมวิธานหลายท่านจึงได้พยายามเสาะหาวิธีการเพื่อทำให้การจัดจำแนกทำได้ง่ายขึ้นโดยการพัฒนาเครื่องมือและเทคนิคหลายรูปแบบ โดยแบ่งแนวทางการพัฒนาเป็น 2 แนวทาง คือ

1. การสร้างรูปวิธานแบบสองทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดและปรับปรุงรูปวิธานอยู่เสมอ
2. การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลและจัดจำแนกจุลินทรีย์

ถึงแม้ว่าการพัฒนาทั้ง 2 แบบนี้จะเริ่มขึ้นพร้อม ๆ กัน แต่การสร้างรูปวิธานแบบสองทางเลือกกลับมีการพัฒนาน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและความหลากหลาย อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์จะช่วยบันทึกลักษณะต่าง ๆ ในการจัดจำแนกจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งมีการพัฒนาประสิทธิภาพและการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นั่นเอง (Edwards & Morse, 1995)

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการจัดจำแนกเริ่มต้นเมื่อ Wilcox *et al.* (1973) ได้คิดค้นและนำเสนอทฤษฎีพร้อมกับวิธีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดจำแนกแบคทีเรียเอาไว้ในปี ค.ศ. 1973 จึงได้มีผู้คิดค้นและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ออกมาอีกหลายลักษณะตามจุดประสงค์การใช้งาน โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นโปรแกรมที่ใช้จัดจำแนกแบคทีเรีย เช่น โปรแกรมจัดจำแนกแบคทีเรียพวก anaerobic (Kelley & Kellogg, 1978) โปรแกรมจัดจำแนกแบคทีเรียในกลุ่ม aerobic gram-positive cocci (Feltham & Sneath, 1982) ระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดจำแนกแบคทีเรียและสาขพันธุ์ใกล้เคียง (Langham *et al.*, 1989) โปรแกรมจัดจำแนกแบคทีเรียแฟมิลี *Enterobacteriaceae* (Miller & Alachi, 1996) ระบบการจัดจำแนกไวรัสทางอินเตอร์เน็ต (Kolaskar & Naik, 1998) ระบบการจัดจำแนกแบคทีเรียและปฏิกิริยาต่อสารปฏิชีวนะชนิดต่าง ๆ (Canton *et al.*, 2000) เป็นต้น

ส่วนระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดจำแนกฟังไจก็มีผู้จัดทำไว้เช่นกันแต่ยังไม่มีแพร่หลายมากนัก เช่น Mietzsch *et al.* (1993) สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดจำแนกไลเคนส์บรรพต (2537) ได้ประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดจำแนกเห็ดในคลาส *Ascomycetes* และ *Basidiomycetes* โดยแสดงผลการจัดจำแนกในลักษณะรูปภาพประกอบคำบรรยาย มีข้อมูลเห็ดประมาณ 300 ชนิด Neville & Kendrick (1999) สร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้จัดจำแนกเห็ดมีครีบ (ออเดอร์ *Acaricales*) 136 จินัสและ ออเดอร์ *Aphylllophorales* 5 จินัส ที่พบในประเทศแคนาดา ประกอบคำบรรยายศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเห็ด โดยฐานข้อมูลนี้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลายทาง สำหรับการจัดจำแนกฟังไจใน แฟมิลี *Xylariaceae* นั้นได้มีผู้ทำมาบ้างแล้ว โดย Rogers *et al.* (1999) ได้จัดทำ Web Site ชื่อ *Xylariaceae* Home แสดงผลการสำรวจความหลากหลายของฟังไจแฟมิลีนี้ในรัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา และสร้างระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะเด่นต่าง ๆ ได้แก่ stromata, ascomata, ascus, ascospores, germ slits และ perispores โดยมีข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ให้ผู้ใช้เลือกตอบ (รูป 8) จากการทดลองใช้งานโดย Lun & Man (1999) พบว่าสามารถจัดจำแนกได้อย่างรวดเร็ว มีภาพประกอบลักษณะต่าง ๆ พร้อมคำบรรยายลักษณะทั่ว ๆ ไป และมีประสิทธิภาพสูงกว่าการจัดจำแนกแบบเดิมมาก อย่างไรก็ตามการแสดงผลการจัดจำแนกเป็นเพียงในระดับจินัสเท่านั้น และปัจจุบันยังไม่พบรายงานการจัดทำระบบฐานข้อมูล ในระดับสปีชีส์ของ *Xylaria*



KEY TO TAXA OF XYLARIACEAE

Please select characteristics below and press "Submit Query" button at bottom. To avoid the frustration of screening out everything, start with one or a few characteristics and, if necessary, come back to this page to select one or a few more characteristics each time. Then, press "Submit Query" button again.

Stromata	Quantity of tissue	☐
	Layers	☐
	Interior	☐
	Bases	☐
	Conidium-bearing discs	☐
	Surface level (against substrate)	☐
	Orange granules surrounding ascomata	☐
	KOH pigments	☐
	Coremial remnants (pegs)	☐
	Substrates	☐
Ascomata	Number per stroma	☐
	Ostioles	☐
	Configurations	☐
Asci	Apical rings	☐
Ascospores	Cell number	☐
	Shapes	☐
	Ornamentation	☐
	Color	☐
Germ Slits	Germination site morphology	☐
Perispires	Dehiscence	☐



รูป 8 รูปวิธานสำหรับจัดจำแนกฟังไจแฟมิลี *Xylariaceae*
(ที่มา : Rogers *et al.*, 1999)

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล คือ ที่อยู่ของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บร่วมกันอย่างมีระบบและอยู่ในรูปแบบที่ช่วยให้ง่ายต่อการประมวลผลและการจัดการ (ธารินและสุรสิทธิ์, มปป.) ใช้พื้นที่ในการเก็บน้อย นอกจากนั้นยังสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลเพื่อค้นหาและนำข้อมูลมาประมวลผลได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าการทำงานของมนุษย์ (ชนพล, 2543) ข้อมูลต่างๆ ที่ถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล นอกจากจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันแล้วยังจะต้องเป็นข้อมูลที่สนับสนุนการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งด้วย และจะเรียกฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นเพื่อสนับสนุนการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งนี้ว่า “ระบบฐานข้อมูล” เช่น ระบบฐานข้อมูลการลงทะเบียน เป็นฐานข้อมูลที่สนับสนุนข้อมูลต่างๆ ในการลงทะเบียนของนักศึกษา เป็นต้น (กิตติและจำลอง, 2542)

องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล (กิตติและจำลอง, 2542)

ระบบฐานข้อมูลโดยทั่วไปมีองค์ประกอบ 4 ส่วน ดังนี้

1. ฮาร์ดแวร์ (hardware) หมายถึงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย หน่วยความจำหลัก หน่วยประมวลผล และหน่วยความจำสำรอง
2. ซอฟต์แวร์ (software) การติดต่อกับฐานข้อมูลของผู้ใช้จะต้องติดต่อผ่านโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลมีหน้าที่ควบคุมความถูกต้อง และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้ฐานข้อมูลโดยทั่ว ๆ ไป สามารถเรียกใช้ฐานข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้องทราบถึงโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลในระดับลึกเหมือนกับผู้พัฒนาโปรแกรม
3. ข้อมูล (data) ข้อมูลที่เก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูลต้องมีความสัมพันธ์กัน สามารถนำมาใช้ประกอบกันได้
4. ผู้ใช้ระบบฐานข้อมูลแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้
 - 4.1 ผู้บริหารฐานข้อมูล (database administrator) ทำหน้าที่ควบคุมการตัดสินใจในการกำหนดโครงสร้าง กฎระเบียบที่ใช้ควบคุมความถูกต้องของฐานข้อมูล รวมถึงชนิด วิธีการจัดเก็บ รูปแบบการเรียกใช้ และความปลอดภัยของข้อมูล
 - 4.2 ผู้พัฒนาโปรแกรม (programmer) หมายถึง ผู้สร้างโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลเพื่อเรียกใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลมาประมวลผล
 - 4.3 ผู้ใช้ฐานข้อมูล (user) หมายถึง ผู้นำข้อมูลจากฐานข้อมูลไปใช้งานโดยอาศัยโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น

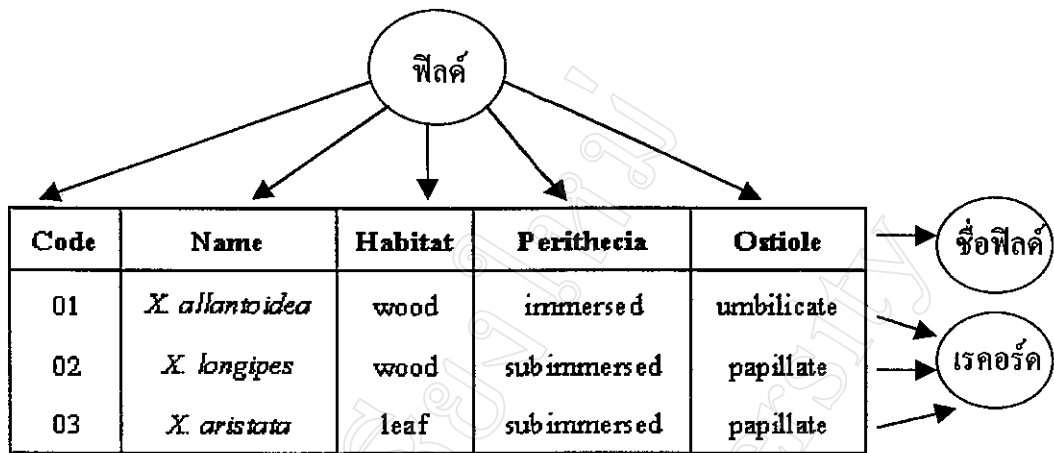
กิจกรรมของระบบฐานข้อมูล (ธนพล, 2543)

โดยทั่ว ๆ ไประบบฐานข้อมูลจะมีกิจกรรมหลัก ๆ 7 ข้อ ดังนี้

1. การบันทึกข้อมูล เป็นกิจกรรมแรกที่เกิดกับฐานข้อมูล ถ้ายังไม่มีข้อมูลใด ๆ ในฐานข้อมูลก็จะเริ่มบันทึกข้อมูลนั้นเข้าไปเป็นข้อมูลลำดับแรก ถ้ามีข้อมูลอยู่แล้วจะบันทึกต่อจากข้อมูลชุดสุดท้ายในฐานข้อมูลนั้น ๆ
2. การอ่านข้อมูล เป็นการขอข้อมูลที่บันทึกไว้ อาจจะขอข้อมูลชุดแรกจนถึงชุดสุดท้าย หรือข้อมูลเพียงชุดใดชุดหนึ่งก็ได้
3. การค้นหาข้อมูล เป็นการขอข้อมูลโดยที่ไม่ทราบตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการ จึงต้องมีการกำหนดเงื่อนไขเพื่อค้นหา เมื่อพบข้อมูลที่ตรงกับเงื่อนไข ก็จะอ่านข้อมูลชุดนั้น
4. การแก้ไขข้อมูล เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลที่บันทึกไว้บางชุดมีความผิดพลาด หรือต้องการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย เมื่อแก้ไขเสร็จก็จะบันทึกซ้ำที่ตำแหน่งเดิมเพื่อให้ข้อมูลชุดนั้นเป็น ข้อมูลที่ถูกต้อง
5. การประมวลผล เป็นการอ่านข้อมูลทั้งหมด และนำมาคำนวณแล้วแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าที่ต้องการ เช่น การสั่งให้ระบบฐานข้อมูลนับจำนวนชุดข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่แล้วแสดงผลออกมาเป็นตัวเลข เป็นต้น
6. การเปิดดูแฟ้มข้อมูลหลาย ๆ แฟ้มข้อมูลในระบบฐานข้อมูล ข้อมูลที่สัมพันธ์กัน อาจจะถูกละไว้แยกกัน กิจกรรมนี้คือ ขั้นตอนการนำเอาข้อมูลที่แยกกันอยู่นี้ออกมาแสดงผลพร้อม ๆ กันนั่นเอง
7. การสร้างแฟ้มข้อมูลที่เกิดจากการเขียนโปรแกรม การทำงานบางประเภทอาจจะมี การเรียกดูข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลหลายครั้ง ทำให้ต้องใช้เวลานาน กิจกรรมนี้ระบบจะบันทึกข้อมูลลงในแฟ้มชั่วคราวโดยอัตโนมัติ ทำให้ลดขั้นตอนการแสดงผลลง เพราะไม่ต้องกลับไปประมวลผลใหม่

คำศัพท์ต่าง ๆ เกี่ยวกับฐานข้อมูล (กิตติและจำลอง, 2542 และ ธารินและสุรสิทธิ์, มปป.)

1. ตาราง (table) เป็นที่จัดเก็บข้อมูล ในฐานข้อมูลหนึ่ง ๆ มักจะประกอบไปด้วยหลาย ๆ ตารางรวมกัน แต่ละตาราง จะประกอบไปด้วยแถวตามแนวนั่ง เรียกว่าฟิลด์ (field) และแถวตามแนวอนเรียกว่า เรคอร์ด (record) ดังตัวอย่างในรูป 9 เป็นตารางฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วย 5 ฟิลด์ และ 3 เรคอร์ด



รูป 9 ตัวอย่างตารางฐานข้อมูล
(ที่มา: คัดแปลงจาก ธาริน และสุรสิทธิ์, มปป.)

- คีย์หลัก (primary key) เป็นตัวแทนของแต่ละเรคอร์ดในตารางเพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูล โดยค่าของคีย์หลักนี้จะต้องไม่ซ้ำกับเรคอร์ดอื่นในตาราง จากรูป 9 ข้อมูลที่ใช้เป็นคีย์หลักคือข้อมูลในฟิลด์ชื่อ “Code”
- คีย์นอก (foreign key) คือ ฟิลด์ที่อยู่ในตารางหนึ่ง เพื่อใช้อ้างอิงถึงข้อมูลในอีกตารางหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กันในฐานะข้อมูล
- คิวรี (query) เป็นชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นเพื่อดึงข้อมูลที่ต้องการออกมาจากตารางเดียวหรือจากหลาย ๆ ตารางในฐานะข้อมูล
- เรคอร์ดเซต (record set) เป็นกลุ่มของเรคอร์ดที่เป็นผลลัพธ์มาจากการประมวลผลตามชุดคำสั่งในคิวรี สามารถนำไปแสดงผล หรือใช้ประมวลผลในขั้นต่อไปได้
- ตัวแปร (variables) มีหน้าที่เก็บข้อมูลในการทำงานของโปรแกรมไว้ชั่วคราวตัวแปรที่สร้างขึ้นจะต้องมีชื่อของตัวแปรและชนิดข้อมูลที่เก็บ เช่น เก็บข้อมูลตัวอักษร เก็บข้อมูลตัวเลข เป็นต้น
- โมดูลมาตรฐาน (standard module) เป็นแฟ้มข้อมูลชนิดหนึ่งในการพัฒนาระบบฐานข้อมูล มักจะใช้เก็บค่าคงที่หรือโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ช่วยให้การทำงานในส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลสามารถเรียกใช้ได้สะดวก