

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

จากการเก็บรวบรวม *Xylaria* จากพื้นที่ป่าบริเวณ สวนสัตว์เชียงใหม่ น้ำตกวังบัวบาน น้ำตกมณฑาธาร ห้วยคอกม้า และ บ้านมั่งช้างเกียน ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัด เชียงใหม่ ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม 2543 พบ *Xylaria* 226 ตัวอย่าง จัดจำแนกได้ 15 สปีชีส์ กับ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ไม่ได้ *Xylaria* มักจะเริ่มสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์ (stromata) ในช่วงต้นฤดูฝน (Whalley, 1992) ทำให้จัดจำแนกตัวอย่างที่เก็บในระยะแรก ๆ ของการสำรวจในเดือนมิถุนายนได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่ยังไม่สร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ (ascospore) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่ต้องนำมาใช้ในการจัดจำแนก จะเริ่มพบตัวอย่างที่สร้างสปอร์แบบอาศัยเพศตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป โดยจะเก็บตัวอย่างได้มากในเดือน กันยายน และในช่วงเดือนตุลาคมอาจจะพบตัวอย่างที่อยู่ในระยะสุดท้ายของการเจริญ สังเกตได้จากโครงสร้างภายในจะเริ่มสลายตัวเป็นผงสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงสีดำ ดังนั้นระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง *Xylaria* ที่เหมาะสมจึงน่าจะอยู่ระหว่างปลายเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนตุลาคมของ แต่ละปี

เมื่อนำร้อยละของจำนวนตัวอย่าง *Xylaria* ที่เก็บได้จากพื้นที่สำรวจต่าง ๆ (รูป 17) มาเปรียบเทียบกับความหลากหลายของสปีชีส์ในแต่ละพื้นที่สำรวจ (รูป 18) พบว่าบริเวณน้ำตกวังบัวบานเป็นพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างได้ปริมาณมากที่สุด และน้ำตกมณฑาธารมีความหลากหลายของสปีชีส์สูงที่สุดตามลำดับ จากการพิจารณาตัวอย่างที่เก็บได้ พบว่าส่วนใหญ่เป็น *Xylaria* ที่เจริญอยู่บนไม้จัดเป็นพึงใจทำลายไม้ ซึ่งพึงใจในกลุ่มนี้มักจะต้องการความชื้นในการเจริญเติบโตมากกว่าพึงใจชนิดอื่น (เสนห์, 2540) จากการพิจารณาสภาพทางภูมิศาสตร์ พบว่าพื้นที่ทั้ง 2 บริเวณ มีลำธารไหลผ่านตรงกลาง และมักจะพบ *Xylaria* เจริญอยู่ใกล้ลำธารเป็นจำนวนมาก นอกจากจะมีความชื้นเหมาะกับการเจริญของ *Xylaria* แล้ว ยังมีสภาพเป็นป่าผลัดใบที่ในฤดูแล้งต้นไม้จะผลัดใบทั้งหมด ทำให้บริเวณพื้นล่างมีเศษอินทรีย์วัตถุพวกเศษกิ่งไม้ ใบไม้หลายชนิดกองทับถมเป็นจำนวนมาก ยอดไม้ไม้หนาที่ใบมีแสงสว่างส่องลงมาได้ถึงพื้นล่าง เมื่อมีฝนตกลงมาในช่วงต้นฤดูฝนจึงทำให้บริเวณนี้อุดมสมบูรณ์ไปด้วยแหล่งอาหารจำนวนมาก ทำให้มี *Xylaria* เจริญอยู่หนาแน่น จึงอาจจะกล่าวได้ว่า *Xylaria* เป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของป่าผลัดใบ

สำหรับสาเหตุที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณน้ำตกวังบัวบานได้ปริมาณมากกว่าตัวอย่างบริเวณน้ำตกมณฑาธาร แต่มีความหลากหลายของสปีชีส์ต่ำกว่า อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างโดยบริเวณน้ำตกวังบัวบานเป็นที่ราบ เป็นป่าโปร่งและมีทางเดิน ทำให้เดินเก็บตัวอย่างริมลำธารได้เป็นระยะทางยาวกว่าบริเวณน้ำตกมณฑาธารที่มีพื้นที่เป็นเนินเขาลาดชัน บางแห่งเป็นป่ารกและไม่มีทางเดินจึงทำให้เข้าไปเก็บตัวอย่างได้ลำบาก และด้วยลักษณะพื้นที่นี้เองที่อาจจะมีส่วนทำให้มีความหลากหลายของสปีชีส์ต่างกัน เนื่องจากทั้งสองบริเวณเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีประชาชนเข้าไปท่องเที่ยวจำนวนมาก สภาพป่ารอบ ๆ น้ำตกวังบัวบานที่เข้าไปเดินได้สะดวกจึงถูกทำลายได้ง่ายกว่าบริเวณน้ำตกมณฑาธาร สังเกตได้จากการพบเศษขยะถูกทิ้งไว้เป็นระยะ ๆ ตามเส้นทางที่เดินสำรวจ ในขณะที่ป่าบริเวณน้ำตกมณฑาธารยังมีสภาพสมบูรณ์อยู่มาก

พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างบริเวณสวนสัตว์เชียงใหม่จะเป็นป่าผลัดใบและมีลำธารไหลผ่าน แต่ก็เก็บตัวอย่างได้น้อย อาจเป็นเพราะมีแหล่งอาหารของ *Xylaria* อยู่บ่อยและสภาพป่าถูกรบกวนมาก บริเวณห้วยคอกม้าถึงแม้จะไม่มีแหล่งน้ำแต่ก็เป็นบริเวณที่ป่าดิบเขาที่มีความชื้นในอากาศโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงและมีแหล่งอาหารของ *Xylaria* อยู่หลายชนิดจึงเก็บตัวอย่างได้มาก เมื่อเทียบกับบริเวณบ้านแม่วางเฉียงที่ไม่มีแหล่งน้ำและมีแหล่งอาศัยของ *Xylaria* น้อยชนิด จึงพบตัวอย่างค่อนข้างน้อย

เมื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของ *Xylaria* สปีชีส์ต่าง ๆ ที่พบในแต่ละพื้นที่ที่สำรวจ (ตาราง 12) พบว่า *Xylaria* ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวไม่มากนัก โดยอาศัยอยู่เพียงพื้นที่เดียวหรืออยู่ 2 พื้นที่ที่มีความสูงใกล้เคียงกัน มีเพียง *X. longipes* var. *tropica* และ *X. grammica* เท่านั้นที่พบกระจายอยู่ในทุก ๆ พื้นที่ที่สำรวจ อาจเนื่องมาจากแต่ละพื้นที่ที่สำรวจนั้นมีความสูงแตกต่างกันมีพันธุ์ไม้แตกต่างกัน ประกอบกับ *Xylaria* มักจะเจริญบนกิ่งไม้หรือส่วนอื่น ๆ ของต้นไม้ทำให้มีแหล่งอาศัยของ *Xylaria* แตกต่างกันตามไปด้วย จนกล่าวได้ว่าชนิดของแหล่งอาศัยมีอิทธิพลต่อชนิดของ *Xylaria* (Thienhirun, 1997) เพราะฉะนั้น พื้นที่ที่มีความหลากหลายของพรรณไม้สูงก็มีความเป็นไปได้ที่จะมีความหลากหลายของ *Xylaria* สูงตามไปด้วย จากผลการสำรวจที่กล่าวมาข้างต้นอาจจะสรุปได้ว่าปัจจัยบ่งชี้ความหลากหลายของ *Xylaria* มี 2 ประการ คือ ความชื้นในแหล่งอาศัย และความหลากหลายของแหล่งอาศัย

สปีชีส์ที่พบมากในการสำรวจครั้งนี้ คือ *X. longipes* var. *tropica* โดยอาจเป็นเพราะว่าสปีชีส์นี้มีความสามารถในการเจริญได้รวดเร็วกว่าฟังไจชนิดอื่นบนแหล่งอาศัยหลายชนิด สร้าง ascospore จำนวนมากปล่อยออกมาอยู่ที่ผิว เวลาลมพัดจะกระจัดกระจายไปได้ไกล ถ้าฝนตกก็จะไหลไปตามกระแสน้ำ และมีอัตราการงอกสูงเมื่อมีความชื้นทำให้อยู่รอดในธรรมชาติได้ดี สาเหตุอีกประการอาจเนื่องมาจาก ascospore ของสปีชีส์นี้มี germ slit บิดเป็นเกลียวซึ่งเมื่อเทียบกับขนาด

ascospore แล้วจะมี germ slit ยาวกว่าสปอร์อื่นซึ่งอาจจะทำให้ดูดซับความชื้นจากบรรยากาศได้ดีกว่าทำให้เกิดการงอก germ tube ได้ง่ายและรวดเร็วกว่า การสำรวจครั้งนี้ได้พบ *X. nigripes* ที่มีคุณสมบัติเป็นยาสมุนไพรด้วย (Jianzhe *et al.*, 1987)

เหตุผลที่ต้องใช้อักษรย่อ “cf.” ในการระบุชื่อ *X. cf. obovata* เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บมานั้นมีลักษณะหลายประการคล้ายกับ *X. obovata* ที่เขียนไว้ในรูปวิธานของ Rogers *et al.* (1992) และ Thienhirun (1997) แต่มีขนาด ascospore ใหญ่กว่าถึง 2 เท่า คาดว่าจะเป็น *X. obovata* สายพันธุ์ (variety) ใหม่

เมื่อนำผลการสำรวจครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับผลการสำรวจของ Thienhirun (1997) ที่พบ *Xylaria* 27 สปีชีส์ ส่วนการสำรวจในครั้งนี้นับพบเพียง 15 สปีชีส์ กับอีก 5 ตัวอย่างที่ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ไม่ได้ อาจเนื่องมาจากการใช้ระยะเวลาสำรวจที่สั้นกว่าและสำรวจในพื้นที่ที่น้อยกว่า โดยใช้ระยะเวลาเพียง 5 เดือน สำรวจในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในขณะที่ Thienhirun ใช้เวลาสำรวจประมาณ 4 ปี สำรวจบริเวณอุทยานแห่งชาติ 10 แห่งและป่าดิบ 2 แห่งทั่วประเทศไทย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจ *Xylaria* บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงในฤดูกาลเดียวกัน ได้แก่ อังฉรา (2540) พบ *Xylaria* 1 สปีชีส์ ระบุชื่อไม่ได้ 4 ตัวอย่าง นิคม (2540) พบ *Xylaria* ระบุชื่อไม่ได้ 5 ตัวอย่าง Mekkamol (1998) พบ *Xylaria* 4 สปีชีส์ และมีอีก 4 ตัวอย่างระบุชื่อไม่ได้ และนิคม (2542) พบ *Xylaria* 2 สปีชีส์ระบุชื่อไม่ได้ 3 ตัวอย่าง จะเห็นว่าการสำรวจในครั้งนี้นับเก็บตัวอย่างและจัดจำแนก *Xylaria* ได้มากกว่า อาจเนื่องมาจากการสำรวจ 4 ครั้งก่อนหน้านี้เป็นการศึกษาในแนวกว้างมีการสำรวจฟังไชนิดอื่น ๆ ไปด้วย ต่างจากการสำรวจครั้งนี้เป็นการศึกษาในแนวลึกเจาะจงที่จะสำรวจ *Xylaria* เพียงจำแนกเดียว จึงมีเวลามากกว่าที่จะศึกษาลักษณะทั่ว ๆ ไปของ *Xylaria* และเตรียมความพร้อมก่อนการเก็บตัวอย่างได้ดีกว่า เป็นผลให้เก็บตัวอย่างได้ปริมาณมาก นำมาซึ่งจำนวนสปีชีส์ที่พบมากตามไปด้วย

เมื่อนำจำนวนสปีชีส์ของ *Xylaria* ที่พบในการสำรวจครั้งนี้เทียบกับจำนวนสปีชีส์ของ *Xylaria* ที่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศไทย คิดเป็นร้อยละ 43 แต่การสำรวจครั้งนี้ได้พบ *X. asperata* และ *X. plumbea* ที่ยังไม่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศไทย อาจจะเป็นการค้นพบครั้งแรก แต่อย่างไรก็ตาม ตัวอย่าง *X. plumbea* ที่พบมีลักษณะและรายละเอียดคล้ายกับ *Xylaria* sp. nov.1 ที่รายงานโดย Mekkamol (1998) สำหรับ *Xylaria* sp.1-5 ก็มีความเป็นไปได้มากกว่า อาจจะเป็นการค้นพบครั้งแรก หรืออาจเป็นสปีชีส์ใหม่ ถ้านำจำนวนสปีชีส์ที่พบเทียบกับระยะเวลา และพื้นที่สำรวจจะเห็นได้ว่า *Xylaria* มีความหลากหลายสูง อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และน่าจะมี *Xylaria* อีกไม่ต่ำกว่า 30 สปีชีส์ที่คาดว่าจะอาศัยอยู่และยังไม่มีรายงานว่าสำรวจพบในประเทศไทย

ในจำนวนนี้บางสปีชีส์อาจจะมีระยะ teleomorph ล้วนโดยเฉพาะพวกที่เจริญบนใบไม้ หรือ stromata ขนาดเล็กมากสีกลมกลืนไปกับแหล่งอาศัย ทำให้สังเกตเห็นได้ยากขณะสำรวจ (Thienhirun, 1997)

การบ่งบอกชื่อวิทยาศาสตร์ของ *Xylaria* ทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจาก *Xylaria* มีรูปร่าง สี และขนาดของ stromata หลากรูปแบบ บางสปีชีส์มีรายละเอียดใกล้เคียงกันมาก เช่น *X. cullinae* มีแหล่งอาศัย และลักษณะ stromata คล้ายกับ *X. ianthino-velutina* แต่จะมีความสูงโดยเฉลี่ยต่ำกว่า และมี ascospore ขนาดเล็กกว่า (Roger et al., 1988) *X. cubensis* มีรูปร่าง stromata คล้ายกับ *X. allantoidea* แต่สีจะเข้มกว่า และมีรอยแตกเป็นรูปตาข่ายรอบ ๆ ostioles (Thienhirun, 1997) เป็นต้น ดังนั้น การจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานอย่างเดียวคงไม่เพียงพอเนื่องจากลักษณะทางสัณฐานมักจะแปรผันไปตามสภาพแวดล้อมที่ *Xylaria* เจริญอยู่ เช่น แหล่งอาหาร อุณหภูมิ แรงโน้มถ่วงของโลก ความชื้น เป็นต้น ทำให้มีสัณฐานแตกต่างกันหลายรูปแบบทั้ง ๆ ที่เป็นสปีชีส์เดียวกัน การศึกษาครั้งต่อ ๆ ไป ควรมีการใช้วิธีอื่นในการจัดจำแนกด้วย เช่น การจัดจำแนกในระดับอนุโดยการศึกษาลำดับคู่เบสในสาย DNA หรือจัดจำแนกโดยใช้เทคนิค isozyme electrophoresis เนื่องจาก *Xylaria* สร้างเอนไซม์ได้หลายชนิด ซึ่งสามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งบอกชื่อวิทยาศาสตร์ได้ (Brunner & Petrini, 1992)

จากการนำ stromata ของ *Xylaria* มาแยกเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร พบว่าแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้ 12 สปีชีส์ด้วยวิธีการ single spore isolation จากการทดลองขึ้นต้นไม่สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธี tissue culture ได้ เนื่องจากจะมีการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย สปีชีส์ที่แยกเชื้อบริสุทธิ์ไม่ได้ อาจเนื่องมาจากอาหาร PDA ที่ใช้ในการแยกเชื้อ ไม่เหมาะสมกับการเจริญของเส้นใย บางสปีชีส์อาจต้องการอาหารสูตรจำเพาะ เช่น *X. nigripes* ที่เจริญบนรังปลวกนอกจากสารอาหารทั่ว ๆ ไปแล้วอาจต้องการสารอาหารจากปลวกเพื่อการเจริญของเส้นใยด้วย

จากการทดลองเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* ทั้ง 12 สปีชีส์ลงในอาหารวุ้น 5 ชนิด คือ corn meal agar, Czapek's agar, MEA, OA และ PDA พบว่า *Xylaria* จะเจริญในอาหารประเภท complex medium และ semisynthetic medium (Corn meal agar, MEA, OA และ PDA) ได้ดีกว่าอาหารประเภท synthetic medium (Czapek's agar) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีสารอาหารทั้ง micro และ macro element ครบถ้วนเหมาะสมกับการเจริญเติบโตมากกว่า สาเหตุอีกประการอาจเป็นเพราะ corn meal agar, MEA, OA และ PDA มีสารอาหารที่เป็นแหล่งคาร์บอนคือ กลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เชื้อ *Xylaria* สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึมภายในเซลล์ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายก่อน ในขณะที่ Czapek's agar มีแหล่งคาร์บอนเป็น

ซูโครสเชื้อ *Xylaria* จึงนำไปใช้ได้ยากกว่า อย่างไรก็ตามอาหารสังเคราะห์ Czapek's agar เป็นอาหารที่อาจใช้ในการทดสอบแหล่งอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญของเส้นใย *Xylaria* ได้ถ้าปรับสูตรให้เหมาะสมสำหรับ *Xylaria* แต่ละสปีชีส์ก่อน ในการทดลองนี้เชื้อบริสุทธิ์ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดี กล่าวคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีกว้างในอาหาร MEA และ PDA (ตาราง 13) สอดคล้องกับผลของ ธนากร (2540) ที่ได้ทดลองเลี้ยง *Xylaria* ไอโซเลท BaRfTw2-4 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Czapek's dox agar, Modified Czapek's dox agar, MEA และ PDA ก็พบว่า *Xylaria* เจริญได้ดีในอาหาร MEA และ PDA เช่นเดียวกัน

จากการทดลองเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* ในอุณหภูมิต่าง ๆ คือ 20, 30, 37, 45 และที่อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$) พบว่า *Xylaria* เจริญที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ดีไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิมีผลต่อโปรตีน ดังนั้น จึงมีผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์และเอนไซม์ ส่งผลต่อกระบวนการนำสารเข้า-ออกจากเซลล์ และกระบวนการเมตาโบลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ (อุราภรณ์, 2541) ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิห้อง แต่ก็มีบางสปีชีส์เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30°C (ตาราง 14) อาจกล่าวได้ว่าเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* เจริญได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง $25-30^{\circ}\text{C}$ มักจะสร้างเส้นใยมีสีขาว แผ่ออกด้านข้าง ไม่ฟู ตรงกลางโคโลนีมีสีน้ำตาล ไปจนถึงสีดำ มีรอยหยักเป็นวงจาง ๆ เมื่อเส้นใยเจริญเต็มความกว้างของจานเลี้ยงเชื้อก็จะเริ่มสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเทียม (pseudostroma) สอดคล้องกับผลการเพาะเลี้ยง *Xylaria* ของ Brunner & Petrini (1992)

จากการนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* แต่ละสปีชีส์มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญกับเชื้อทดสอบ 3 ชนิด คือ *Saccharomyces cerevisiae*, *Staphylococcus* sp. ด้วยวิธี paper disc diffusion และ *Colletotrichum* sp. ด้วยวิธี dual culture ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่ามีเพียง 2 สปีชีส์ที่ให้ผลยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบ คือ *X. psidii* ยับยั้งการเจริญของ *S. cerevisiae* ได้ในขณะที่ *X. phyllocharis* ยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus* sp. และ *Colletotrichum* sp. ได้ (ตาราง 15 และรูป 19) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะสภาวะแวดล้อมที่ใช้เลี้ยงเชื้อไม่เหมาะสมในการชักนำให้เชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* สร้างสารปฏิชีวนะ หรือสร้างได้ปริมาณน้อยเกินไปทำให้มีความเข้มข้นต่ำ เมื่อนำไปทดสอบอาจจะเกิดวงใสอยู่ภายใต้แผ่นกระดาษ (disc) ที่ชุบน้ำเลี้ยงเส้นใย หรือสร้างสารปฏิชีวนะอยู่ภายในกลุ่มเส้นใยไม่แพร่ออกมาในน้ำเลี้ยงหรืออาหารวุ้น ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าเชื้อ *Xylaria* ชนิดนั้นสร้างสารปฏิชีวนะได้หรือไม่ การตรวจหาสารปฏิชีวนะจาก *Xylaria* จะเห็นผลมากกว่านี้หากเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* ที่นำมาทดสอบผ่านขั้นตอนการคัดเลือกเชื้อ (screening) และการหาสภาวะที่เหมาะสม (optimization) ก่อน

จากการนำเชื้อบริสุทธิ์ของ *Xylaria* แต่ละสปีชีส์มาทดสอบการผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย โพลีแซคคาไรด์ 3 ชนิด ด้วยวิธีของ Miller (1959) พบว่า *X. grammica*, *X. cubensis* และ *X. culliniae* มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ cellulase, mananase และ xylanase สูงที่สุดคือ 1.22, 0.17 และ 0.14 U/ml ตามลำดับ เมื่อนับจำนวนสปีชีส์ที่ผลิตเอนไซม์ได้ครบ 3 ชนิดพบว่ามากถึง 8 สปีชีส์จาก 12 สปีชีส์ (รูป 20) แสดงให้เห็นว่า *Xylaria* มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด โดยเฉพาะเอนไซม์ที่ย่อยสลายโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อไม้ที่มีแนวโน้มจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ (Whalley, 1996 ; Osono & Takeda, 1999 และ Osono & Takeda, 2001) ค่ากิจกรรมเอนไซม์แต่ละชนิดจะสูงกว่านี้ถ้าหากเชื้อ *Xylaria* ที่นำมาตรวจหาความสามารถในการผลิตเอนไซม์ ผ่านขั้นตอนการคัดเลือกเชื้อ และตรวจหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอนไซม์ เช่น แหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน วิตามิน แร่ธาตุ อุณหภูมิ pH ระยะเวลา บ่มเชื้อ และชนิดของบัฟเฟอร์ ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น

การจัดทำระบบฐานข้อมูลของ *Xylaria* ในการศึกษาวิจัยนี้เป็นการประยุกต์เอาความรู้ทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้เวลาศึกษาความรู้พื้นฐาน และฝึกฝนเทคนิคการเขียนโปรแกรมพอสมควร โดยเฉพาะขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล การเขียนชุดคำสั่งต่าง ๆ การสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อให้ได้ระบบฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ โดยจะทำหน้าที่เป็นเสมือนเครื่องมืออำนวยความสะดวกขึ้นหนึ่งในการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของ *Xylaria* อย่างไรก็ตาม การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้งานในลักษณะนี้ความถูกต้องของข้อมูลเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง จนอาจกล่าวได้ว่าระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นมีคุณค่าเทียบไม่ได้กับข้อมูลของแต่ละสปีชีส์ที่บรรจุอยู่ภายใน (Edwards & Morse, 1995) และจะมีประโยชน์น้อยมากหากไม่มีการปรับปรุงข้อมูลอย่างสม่ำเสมอที่ต้องกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งไม่จำเป็นจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างฐานข้อมูลในระดับลึก หรือการเขียนโปรแกรมแต่อย่างใด ถ้าหากมีผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับอนุกรมวิธานของ *Xylaria* หลาย ๆ คนมาร่วมกันปรับปรุงแก้ไขข้อมูลก็จะทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้น เป็นผลให้ระบบฐานข้อมูลมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้ระบบฐานข้อมูลควรจะได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

การเก็บข้อมูลของ *Xylaria* แต่ละสปีชีส์ลงในฐานข้อมูล จะแบ่งชนิดของข้อมูลได้ 2 ประเภท คือ ข้อมูลรายละเอียดทั่ว ๆ ไป และข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการจัดจำแนกซึ่งได้แก่ แหล่งอาศัย การวางตัวของ perithecia ลักษณะ ostioles ลักษณะ germ slit และ ลักษณะ apical apparatus โดยหลักการที่กำหนดไว้ การจัดเก็บข้อมูลประเภทที่สอง *Xylaria* แต่ละสปีชีส์จะต้องมีข้อมูลนี้เพียงชุดเดียว เช่น *X. allantioidea* มีการจัดเก็บข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการจัดจำแนกดังนี้

รหัส	ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งอาศัย	perithecia	ostioles	germ slit	apical apparatus
01	<i>X. allantoidea</i>	wood	immersed	umbilicate	long slit	rectangular

แต่ในทางปฏิบัติ ข้อมูลบางข้อมูลอาจจะมีลักษณะเป็นข้อมูลที่คาบเกี่ยวกัน เช่น มี apical apparatus แบบ rectangular หรือ discoid เป็นต้น โดยหลักการการทำงานของระบบฐานข้อมูลนั้นจะไม่ยอมให้ผู้ใช้งานเก็บข้อมูลที่คาบเกี่ยวกันเช่นนี้ลงไปฐานข้อมูล ซึ่งอาจจะทำให้ข้อมูลของ *X. allantoidea* ในระบบฐานข้อมูลไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงเพราะจะมีลักษณะ apical apparatus ได้เพียงลักษณะเดียว แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้งานสามารถจัดเก็บข้อมูลของ *X. allantoidea* เพิ่มขึ้นอีก 1 เรคอร์ดได้ที่มี apical apparatus อีกลักษณะหนึ่ง โดยใช้รหัสเรคอร์ดที่แตกต่างกัน ได้เป็น

รหัส	ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งอาศัย	perithecia	ostioles	germ slit	apical apparatus
01	<i>X. allantoidea</i>	wood	immersed	umbilicate	long slit	rectangular
02	<i>X. allantoidea</i>	wood	immersed	umbilicate	long slit	discoid

นั่นคือจะมี *X. allantoidea* อยู่ในฐานข้อมูล 2 เรคอร์ด ที่มีลักษณะ apical apparatus แตกต่างกัน กล่าวคือ ข้อมูลของแต่ละสปีชีส์ไม่จำเป็นต้องมีอยู่เพียง 1 เรคอร์ดในฐานข้อมูล การเก็บข้อมูลแบบนี้จะช่วยให้มีข้อมูลของ *Xylaria* ครบถ้วนสมบูรณ์ในฐานข้อมูล และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อขั้นตอนการจัดจำแนก *Xylaria* ของระบบฐานข้อมูล เพราะระบบฐานข้อมูลจะใช้รหัสเรคอร์ดเป็นดัชนีในการค้นหาข้อมูล ระบบฐานข้อมูล *Xylaria* DB รุ่นทดสอบนี้สามารถรองรับ *Xylaria* ที่มีลักษณะต่าง ๆ ได้ถึง 864 เรคอร์ด เมื่อเทียบกับ *Xylaria* ที่คาดว่าจะมีอยู่ทั่วโลก 500 สปีชีส์ (Thienhirun, 1997) ทำให้มีความเป็นไปได้ว่าหากมีการศึกษา *Xylaria* และบันทึกข้อมูลลงไปในฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นนี้จะเก็บข้อมูลของ *Xylaria* ได้ทั้งหมดทั่วโลก

เมื่อเปรียบเทียบระบบฐานข้อมูล *Xylaria* DB กับฐานข้อมูลใน web site ชื่อ *Xylariaceae* Home ของ Rogers et al. (1999) พบว่ามีความสามารถในการจัดจำแนก *Xylaria* โดยรวมสูงกว่า กล่าวคือ จัดจำแนก *Xylaria* ได้ถึงระดับสปีชีส์ มีข้อมูลและภาพประกอบของ *Xylaria* แต่ละสปีชีส์ จำนวนมากกว่า มีภาพประกอบลักษณะต่าง ๆ พร้อมทั้งแสดงรายชื่อ *Xylaria* ทั้งหมดที่มีข้อมูลตรงกับที่ผู้ใช้ป้อนให้ขณะจัดจำแนก มีระบบช่วยจำว่าได้ใช้ลักษณะใดในการจัดจำแนกไปแล้ว และเปิดโอกาสให้เพิ่มเติมแก้ไขข้อมูลได้ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือรูปภาพ

ประโยชน์ของการทำระบบฐานข้อมูลนอกจากจะใช้เก็บข้อมูลของ *Xylaria* ได้เป็นจำนวนมาก ในอยู่ในรูปแบบที่สามารถค้น เรียกดู ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องมือช่วยเหลือในการจัดจำแนกแทนการใช้รูปวิธานแบบเดิมที่เป็นรูปวิธานแบบสองทางเลือก (ภาคผนวก ก) ได้อีกด้วย การใช้รูปวิธานแบบใหม่นี้จะลดขั้นตอน ประหยัดเวลาในการจัดจำแนก ลงไปได้มาก (Edwards & Morse, 1995) โดยแสดงผลการจัดจำแนกในลักษณะรูปภาพลักษณะต่าง ๆ ประกอบคำบรรยาย ระบบฐานข้อมูล *Xylaria* DB จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นไปอีกหากได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็น การเพิ่มเติมระบบให้ความช่วยเหลือให้ผู้ใช้งานได้ง่ายขึ้น การเพิ่มเติมข้อมูลระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (anamorph) ของ *Xylaria* แต่ละสปีชีส์ ลงไปในฐานข้อมูล การปรับปรุงชุดคำสั่งต่าง ๆ เพื่อจัดการทรัพยากรหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทำงานตอบสนองกับผู้ใช้ได้รวดเร็วขึ้น การเพิ่มระบบให้คำแนะนำและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ *Xylaria* การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยให้ทำงานร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น ๆ เช่น โปรแกรมรูปภาพ และตกแต่งรูปภาพ การพัฒนาให้ระบบฐานข้อมูลอยู่ในระบบเครือข่าย เช่น อยู่ในอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยให้ติดต่อสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญได้ง่าย สะดวกในการเรียกใช้ และป้องกันการใช้ข้อมูลผิดพลาดที่เกิดจากการเพิ่มเติม แก้ไขข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ อนุกรมวิธานของ *Xylaria* หลายคนในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ถึงแม้ว่าในการสำรวจครั้งนี้จะเก็บตัวอย่างได้มากในพื้นที่ที่เป็นป่าผลัดใบ แต่การกำหนดพื้นที่สำรวจในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ควรครอบคลุมป่าทุกประเภทที่น่าจะมี *Xylaria* อาศัยอยู่ และมีอีกหลายพื้นที่ที่ยังไม่ได้สำรวจ เช่น ป่าดิบชื้นบริเวณโป่งแยงเขตอำเภอสะเมิง ป่าผสมผลัดใบบริเวณน้ำตกแม่สา ป่าดิบเขาบริเวณบ้านม้งดอยปุย เป็นต้น
2. เนื่องจาก *Xylaria* ต้องการความชื้นในการสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์ และต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ การสำรวจจึงควรเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝนระหว่างปลายเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนตุลาคมของแต่ละปี
3. อุปกรณ์ที่จำเป็นมากสำหรับการถ่ายภาพ *Xylaria* ในแหล่งอาศัย คือ ขาตั้งกล้องถ่ายภาพ และเลนส์ถ่ายภาพกำลังขยายสูง (macro lens) หรือ close-up filter เพื่อให้ได้ภาพที่มีความคมชัดและสีสันเหมือนจริงตามธรรมชาติ หากไม่จำเป็นไม่ควรใช้แสงแฟลชขณะถ่ายภาพ

4. ก่อนการสำรวจควรมีการเตรียมความพร้อม เช่น ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ *Xylaria* แหล่งอาศัย ลักษณะการเจริญ จัดเตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง เป็นต้น ในการสำรวจถ้าเป็นไปได้ควรเก็บตัวอย่างทุก ๆ ระยะของการเจริญเติบโต เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ เช่น ขนาด สี ของ stromata ลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นต้น

5. การเก็บข้อมูลรายละเอียดของตัวอย่างที่จะนำมาจัดจำแนก ควรเก็บให้ละเอียดมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และเก็บข้อมูลให้เป็นรูปแบบเดียวกันโดยอาจจะใช้แบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดของแต่ละตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างระบบฐานข้อมูล

6. ในบางกรณีอาจพบ *Xylaria* ที่จัดจำแนกได้ยาก เนื่องจากพบตัวอย่างน้อยไม่เพียงพอที่จะศึกษาอย่างละเอียด หรือสร้าง stromata ในระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศขนาดเล็กมาก หรือมีระยะ teleomorph ตื้น ควรจัดจำแนก *Xylaria* ในระดับอนุ หรือจัดจำแนกโดยใช้เทคนิค isozyme electrophoresis (Brunner & Petrini, 1992)

7. ไม่ควรเก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็น หรืออยู่ในสภาพชื้นแฉะ เพราะจะเหมาะกับการเจริญของแบคทีเรียที่ติดมากับตัวอย่าง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาแบคทีเรียปนเปื้อนขณะแยกเชื้อบริสุทธิ์ ในการแยกเชื้อควรนำเอา ascospore ที่อยู่ภายใน perithecia มาเพาะเลี้ยง ไม่ควรนำเอา ascospore ที่ติดอยู่ที่ผิว stromata เพราะอาจจะเป็น ascospore ของฟังไจชนิดอื่น สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ก็ควรเติมสาร antibiotic ลงไปด้วย

8. ควรมีการศึกษายืนยันว่าเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้เป็น *Xylaria* โดยการเพาะเชื้อกลับเข้าไปบนแหล่งอาศัยของสปอร์นั้น ๆ เช่น ท่อนไม้ ใบไม้ แล้วสังเกตการสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ นำลักษณะต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อบริสุทธิ์

9. การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ควรเก็บในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อไว้ในตู้เย็นจะเก็บได้ประมาณ 2-5 ปี ไม่ควรต่อเชื้อบ่อย ๆ เพราะอาจจะเกิดการกลายพันธุ์ได้ (Isaac & Jennings, 1995)

10. ในการตรวจสอบสารปฏิชีวนะ หรือเอนไซม์จาก *Xylaria* เชื้อที่นำมาทดสอบควรผ่านขั้นตอนการคัดเลือกเชื้อ และหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารปฏิชีวนะ หรือเอนไซม์

11. สิ่งที่ต้องคำนึงเป็นครั้งแรกในการสร้างระบบฐานข้อมูล คือ ฐานข้อมูลควรมีขนาดเล็กและกระชับมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้รหัสหมายเลขแทนข้อมูลที่ซ้ำกันและมีขนาดยาว ๆ ระบบฐานข้อมูลที่สะดวกต่อการใช้งาน (ธนพล, 2543) เพราะฉะนั้น การออกแบบส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ ตำแหน่งของปุ่ม ช่องแสดงผลภาพ ช่องแสดงรายละเอียด ช่องแสดงตัวเลือกต่าง ๆ ในแต่ละหน้าต่างควรจัดวางอย่างเป็นระเบียบ มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป และควรมีคู่มืออธิบายการใช้ระบบฐานข้อมูลอย่างละเอียด สำหรับการเขียนชุดคำสั่งต่าง ๆ ถ้าเป็นไปได้ควร

เขียนหลาย ๆ รูปแบบ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันว่าแบบใดจะทำให้ระบบฐานข้อมูลทำงานได้รวดเร็วตอบสนองกับผู้ใช้อย่างฉับไวที่สุด (บรรพต, 2537)

12. การใช้ระบบฐานข้อมูลในระยะแรก ๆ อาจประสบปัญหาผู้ใช้ไม่เชื่อถือ ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยแนะนำให้ผู้ใช้ใช้รูปวิธานแบบเดิม (ภาคผนวก ก) ควบคู่กันไป ถ้าหากผู้ใช้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการจัดจำแนก *Xylaria* เมื่อพบข้อมูลผิดพลาดก็สามารถแก้ไขได้ทันที

13. หากมีการศึกษา *Xylaria* เพิ่มเติมแล้วมีการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลจำนวนมากในการจัดจำแนกอาจเกิดกรณีที่ใช้เกณฑ์การจัดจำแนกครบทั้ง 5 ข้อ คือ แห้งอาศัย ลักษณะ perithecia ลักษณะ ostioles ลักษณะ germ slit และลักษณะ apical apparatus แล้วยังแสดงผลการจัดจำแนกเป็นสปีชีส์เดียวไม่ได้เนื่องจากมีข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนให้ตรงกับข้อมูลของสปีชีส์อื่น ๆ ด้วย โดยจะมีการแสดงผลสปีชีส์ที่เกี่ยวข้องออกมาทั้งหมด ซึ่งถ้ามีจำนวนมากก็จะทำให้กระบวนการจัดจำแนกมีประสิทธิภาพลดลง จึงควรมีการเพิ่มเกณฑ์ที่จะนำมาใช้เป็นเงื่อนไขในการจัดจำแนก โดยเกณฑ์ดังกล่าว จะต้องเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ทุก ๆ สปีชีส์ต้องมี ไม่ได้เป็นลักษณะเด่นเฉพาะตัวของสปีชีส์ใดสปีชีส์หนึ่ง เช่น ลักษณะผิวสัมผัสของ stroma เป็นต้น

14. ควรมีการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดจำแนกแบบเดิมกับระบบการจัดจำแนกที่อยู่ในระบบฐานข้อมูล โดยอาจใช้ผู้ทดสอบจำนวนหนึ่งประมาณ 20-30 คน แล้วเก็บผลการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้แบบสอบถาม

15. ระบบฐานข้อมูลที่ควรอยู่ในระบบเครือข่าย เช่น อินเทอร์เน็ต เพื่อให้สะดวกในการเรียกใช้งาน และหลีกเลี่ยงความผิดพลาด ข้ำซ้อนของข้อมูล ที่เกิดจากการปรับปรุงแก้ไขโดยผู้เชี่ยวชาญหลายคน

16. เนื่องจากระบบฐานข้อมูลของฟังไยยังไม่แพร่หลายมากนัก นอกจากนั้นในบางกรณีการจัดจำแนกอย่างถูกต้องแม่นยำอาจมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วน เช่น การจัดจำแนกฟังไยที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ เป็นต้น จึงควรมีการจัดทำฐานข้อมูลของฟังไยชนิดอื่น ๆ ด้วย โดยโดยประยุกต์เอาหลักการทำงานของระบบฐานข้อมูล *Xylaria* DB ในงานวิจัยนี้ไปใช้