บทที่ 2

รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ราเป็นสิ่งที่แสดงถึงความสมบูรณ์และความเจริญรุ่งเรืองของทุกๆระบบนิเวศวิทยาบนโลก และทำให้เกิดความยั่งยืนของความหลากหลายทางชีวภาพ ราเอนโดไฟต์เป็นราที่อาศัยอยู่ภายในต้นพืช มีบทบาทต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์กินพืช และมีบทบาทในการผลิตสารที่มีประโยชน์ ได้แก่ taxol เป็นต้น (Wang และคณะ, 2000)

ราเอนโดไฟต์อาจจะอาศัยอยู่ภายในเซลล์หรือระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ใบ ก้านใบ ลำต้น หรือราก พบราเอนไฟต์ในพืชแทบทุกชนิด เช่น หญ้า ต้นไม้ผลัดใบและไม่ผลัดใบ ไม้พุ่ม เช่น พบในพืชวงศ์ Coiferae, Ericaceae และ Gramineae (Clay และคณะ, 1998) ราเอนโดไฟต์จะมีความเกี่ยวข้องกับพืชในลักษณะที่เป็น mutualistic, symbiotic และ commensal จนกระทั่งอาจทำให้เกิดพยาธิสภาพกับต้นพืชได้ ถ้าต้นพืชมีภาวะอ่อนแอหรือมีความเครียดเกิดขึ้น (Chulz และคณะ, 1993) แต่ส่วนใหญ่แล้วจะพบว่าราเอนโดไฟต์มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากับพืช โดยพืชให้ที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งของสารอาหารให้รา รวมทั้งช่วยปกป้องราจากภาวะไม่เหมาะสม เช่น ภาวะแห้งแล้ง หรือภาวะที่มีศัตรูของรา เช่น แมลงที่กินรา หรือ ปรสิตของรา ส่วนราเอนโดไฟต์ก็อาจตอบแทนโดยสร้างสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิบางชนิดที่เป็นประโยชน์กับพืชหรือมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจ (White และคณะ, 2000)

2.1 คำจำกัดความของเอนโดไฟต์

เอนโดไฟต์ตามความหมายของ Hirsch และ Braun (Bacon และคณะ, 2000) หมายถึง "เชื้อจุลินทรีย์จำพวกราที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชที่มีชีวิตโดยไม่ทำให้เกิดผลที่เป็นอันตรายต่อต้นพืชที่รานั้นอาศัยอยู่" นอกจากนี้ Bill (Bacon และคณะ, 2000) ได้อธิบายคำจำกัดความนี้เพิ่มเติมว่ารวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างราเอนโดไฟต์และพืชที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็น parasitism, commensalisms และ mutualism แต่อย่างไรก็ตามคำจำกัดความนี้ไม่รวมเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชนอกจากพวกรา เช่น แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นต้น

ต่อมา Petrini (Bacon และคณะ, 2000) ได้ให้คำจำกัดความของเอนโดไฟต์ไว้ว่า "เอนโดไฟต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่เจริญในเนื้อเยื่อของพืชที่มีชีวิตโดยไม่ทำให้เกิดโรคแก่ต้นพืชที่อาศัยอยู่ แต่เอนโด

ของโรคจะปรากฏ" ซึ่งคำจำกัดความนี้รวมเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืช (Bacon และคณะ, 2000) แต่เอนโดไฟต์จำพวกรานั้นมีความสำคัญต่อต้นพืชมากกว่าเอนโดไฟต์ชนิดอื่น เนื่องจากราเอนโดไฟต์จะสร้างสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิที่มีประโยชน์ต่อต้นพืช และมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจ

2.2 การจัดกลุ่มเอนโดไฟต์ในทางนิเวศวิทยา

เมื่อจัดกลุ่มของเอนโดไฟต์ในทางนิเวศวิทยาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม (Petrini, 1996) ดังนี้

2.2.1 Clavicipitaceous grass endophyte

คือ เอนโดไฟต์ในหญ้า ซึ่งเป็นราในตระกูล (Family) Clavicipitaceae ซึ่งราเอนโดไฟต์กลุ่ม Clavicipitaceous ในหญ้า เริ่มต้นจากการที่พบราเอนโดไฟต์ในเมล็ดของหญ้าชนิดหนึ่ง *(Lolium tumulentum* L.) ซึ่งเป็นวัชพืชที่เกิดในแปลงธัญพืชโดย Vogel ในปี ค.ศ. 1989 (Vogel, 1989) และยังได้มีการศึกษาอีกมากมายที่แสดงให้เห็นว่ารากลุ่มนี้มีแหล่งที่อยู่อาศัยในพืชอีกหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหญ้า ได้แก่ หญ้าตระกูล Poaceae หญ้าจำพวกหญ้าแห้วหมู (Sedge) ตระกูล Cyperaceae และหญ้าทรงสูงชนิดหนึ่ง (Rush) ตระกูล Jancaceae (Clay, 1989) มีหญ้ากว่า 80 จีนัส และอีกหลายร้อยสปีชีส์ที่มีราเอนโดไฟต์อาศัยอยู่

2.2.2 Non-Clavicipitaceous grass endophyte

คือ เอนโดไฟต์ในไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่ม แต่รวมราเอนโดไฟต์ในหญ้าที่ไม่ใช่ราที่อยู่ในตระกูล Clavicipitaceae ซึ่งได้แก่ราในดิวิชัน (Division) Ascomycota, Deuteromycota, Zygomycota และ Basidiomycota ซึ่งราเอนโดไฟต์ของพืชชนิดอื่นนั้น นอกจากหญ้าที่รู้จักกันมานานกว่า 70 ปีแล้ว ยังมีการศึกษาราเอนโดไฟต์ของไม้ยืนต้นและไม้พุ่มเริ่มเมื่อ 15 ปีที่ผ่านมา โดยเริ่มศึกษาในต้นสนของทางยุโรป หลังจากนั้นมีรายงานมากมายที่รวบรวมรายชื่อของพืชที่มีราเอนโดไฟต์อาศัยอยู่เพื่อสรุปถึงการกระจายของราเอนโดไฟต์ในอาณาจักรพืช (Petrini, 1996)

2.3 ประโยชน์ที่พืชได้รับจากราเอนโดไฟต์ (Carroll, 1990)

ในปี 1990 Carroll ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ที่พืชได้รับจากราเอนโดไฟต์ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 7 ข้อ ได้แก่

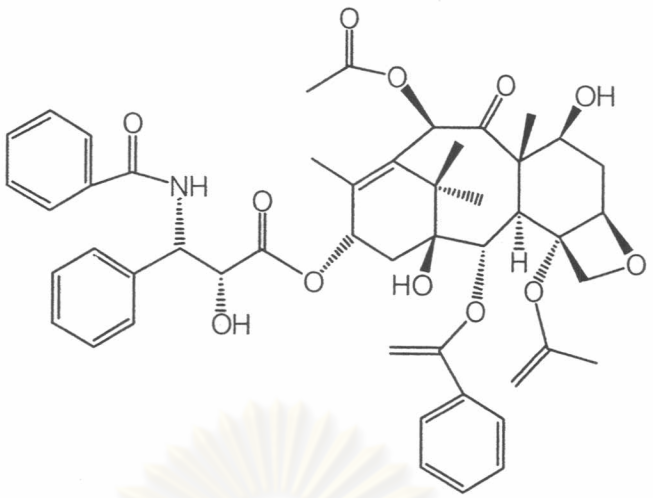
1. ทนการทำลายจากแมลง หญ้าเลี้ยงสัตว์ที่ไม่มีราเอนโดไฟต์นั้นจะเสี่ยงต่อการทำลายของแมลง ไม่คงทนต่อความแห้งแล้งและการแทะเล็มของสัตว์
2. สังเคราะห์แสงได้มาก หญ้าที่มีราเอนโดไฟต์จะยังคงมีการสังเคราะห์แสงได้มากที่อุณหภูมิสูงเมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าที่ไม่มีราเอนโดไฟต์
3. ไม่ทำให้เกิดโรค เช่น ราเอนโดไฟต์ที่พบในใบยาสูบไม่สามารถทำให้เกิดอาการโรคจุดสีน้ำตาล และยังพบอีกว่าในต้นกล้าของยาสูบที่เพาะในเรือนเพาะชำจะไม่พบราเอนโดไฟต์ แต่เมื่อนำไปปลูกในไร่จะพบราเอนโดไฟต์ในใบยาสูบ
4. ช่วยยับยั้งการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย
5. ทำให้พืชสามารถเจริญในระยะที่นานกว่าและไม่ต้องใช้ปุ๋ยมาก
6. การสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต เช่น เร่งกระบวนการออกดอก เป็นต้น
7. สร้างสารปฏิชีวนะ ซึ่งมีผลต่อต้านแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคในคนและพืช

2.4 การศึกษาเมแทบอไลต์ทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพของราเอนโดไฟต์

จากการศึกษาเมแทบอไลต์ทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพของราเอนโดไฟต์ตั้งแต่ปี 1990-2006 สามารถแบ่งสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิได้ 7 ชนิด ได้แก่

2.4.1 สารที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Anticancer Agents)

ปัจจุบันผู้ป่วยโรคมะเร็งชนิดต่างๆมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี สารเคมีและยาที่ใช้ในการรักษาผู้ป่วยมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ และสารต้านมะเร็งตัวใหม่ Taxol (Stierle และ Strobel, 1995) สารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิที่สร้างมาจากราเอนโดไฟต์ *Taxomyces andreanae* ที่แยกได้จากต้นแปซิฟิก ยิว *(Taxus brevifolia)* (Stierle และคณะ, 1993) นอกจากนี้แล้วยังมีราเอนโดไฟต์ชนิดอื่นๆ เช่น *Pestalotiopsis micospora* ที่แยกได้จากต้นหิมาลายัน ยิว (*Taxus wallachiana*) (Strobel และคณะ, 1996) และ *Tubercularia* sp. สายพันธุ์ TF 5 จากต้นไชนีสเซาเทิร์น ยิว (*Taxus mairei*) ก็สามารถสร้างสาร paclitaxel ได้เช่นเดียวกัน (Wang และคณะ, 2000) ปัจจุบัน paclitaxel ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นยาที่มีประสิทธิภาพและอนุญาตให้นำมาใช้ในการรักษาโรคมะเร็งที่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจภายใต้ชื่อการค้า Taxol®

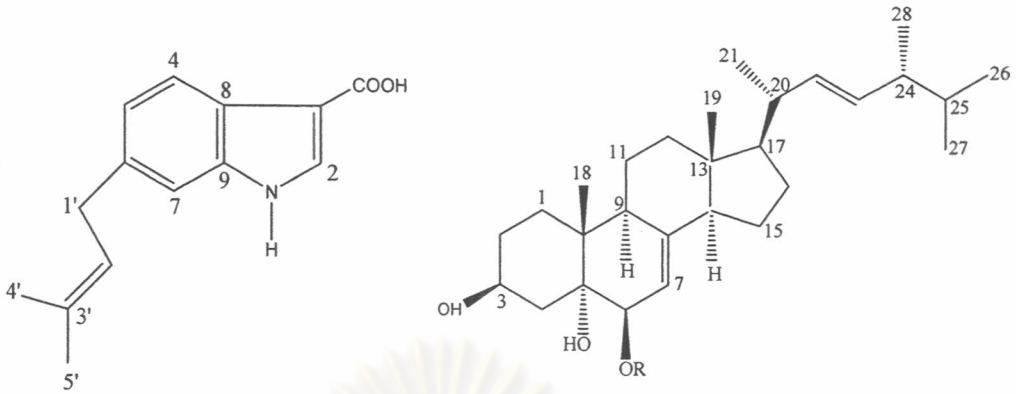


รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมี Taxol®

นอกจากนี้ยังพบว่าราเอนโดไฟต์ *Rhinocladiella* sp. จากต้น *Triterygium wilfordii* ซึ่งสามารถผลิต cytochalasin ชนิดใหม่ 3 ชนิด ที่มีฤทธิ์ในการทำลายเซลล์มะเร็ง 3 ชนิด ได้แก่ A2780S (Ovarian tumor cell line), SW-620 (colon tumor cell line) และ HCT-116 (Colon tumor cell line) เปรียบเทียบกับ Cytochalasin E พบว่า IC_{100} (µg/ml) ของ cytochalasin ชนิดใหม่ทั้ง 3 ชนิด มีค่ามากกว่า IC_{100} ของ Cytochalasin E โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.91-62.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Wagenaar และคณะ, 2000)

2.4.2 สารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial Agents)

จากการศึกษาพบว่าเอนโดไฟต์ *Colletotrichum* sp. จากต้น *Artemisia annua* ซึ่งสามารถผลิต indole-3-acetic acid (IAA) ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชและสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดใหม่ 3 ชนิด ได้แก่ 6-isoprenylindole-3-carboxylic acid, 3β,5α-dihydroxy-6β-acetoxy-ergosta-7,22-diene และ 3β,5α-dihydroxy-6β-phenylacetoxy-ergosta-7,22-diene (รูปที่ 2.2) ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด ได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea* และ *Pseudomonas* sp. โดยมีค่า MIC อยู่ในช่วง 25-75 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของรา *Candida albicans* และ *Aspergillus niger* โดยมีค่า MIC อยู่ในช่วง 50-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Lu และคณะ, 2000)



1

2 $R = COCH_3$

3 $R = COCH_3C_6H_5$

รูปที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีของสารทุติยภูมิจาก *Colletotrichum* sp. ที่แยกได้จากต้น *Artemisia annua*

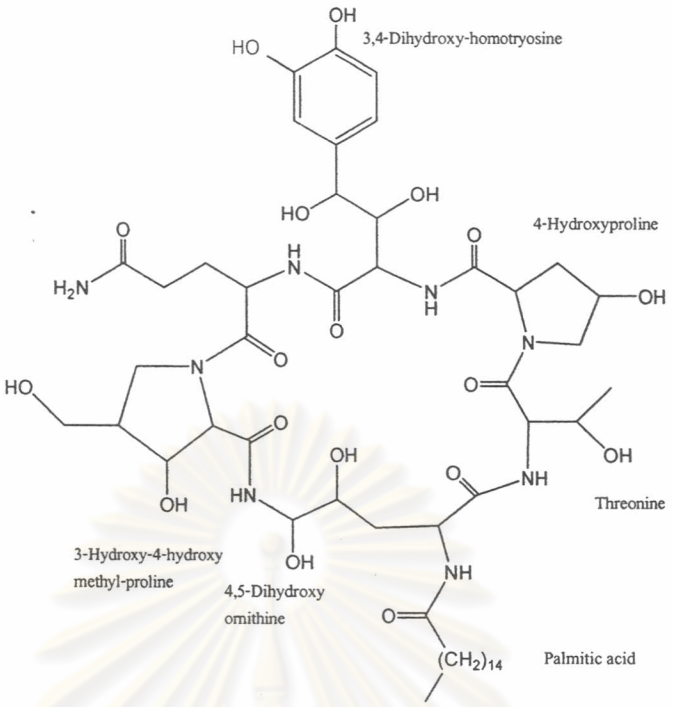
1 6-isoprenylindole-3-carboxylic acid

2 3β,5α-dihydroxy-6β-acetoxy-ergosta-7,22-diene

3 3β,5α-dihydroxy-6β-phenylacetoxy-ergosta-7,22-diene

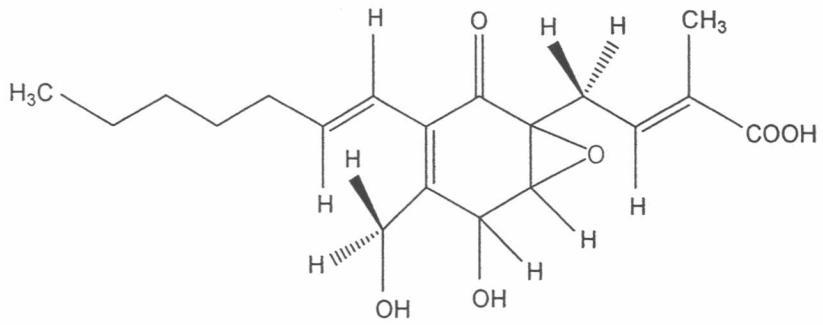
ราเอนโดไฟต์ *Cryptosporiopsis* cf. *quercina* ซึ่งแยกได้จากต้น *Tripterigeum wilfordii* ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มักพบในประเทศแถบทวีปยุโรป ราเอนโดไฟต์ชนิดนี้สามารถสร้าง cryptocandin (Strobel และคณะ, 1999) (รูปที่ 2.3) ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในพืช เช่น *Sclerotinia sclerotiorum* และ *Botrytis cinerea* ได้ และในปัจจุบันยังได้นำ cryptocandin มาใช้เป็นส่วนผสมในยารักษาโรคผิวหนังอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของ cryptocandin, สารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิของราเอนโดไฟต์ *Cryptosporiopsis quercina* ที่แยกมาจากต้น *Taxus wilfordii*

นอกจากนี้ยังพบราเอนโดไฟต์ *Pestalotiopsis* sp. และ *Monochaetia* sp. จากพืชเขตร้อนหลายชนิดซึ่งสามารถผลิต amboric acid (รูปที่ 2.4) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของราก่อโรคพืช เช่น *Fusarium cubense*, *Helminthosporium sativum*, *Diplodia natelensis* (Li และคณะ, 2001) และราเอนโดไฟต์ *Muscodor albus* ที่แยกได้จากต้นอบเชย *(Cinnamomum zeylanicum)* สามารถสร้างสารประกอบที่ระเหยได้ (Volatile compounds) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* และ *Monilinia fructicola* ซึ่งเป็นเชื้อราก่อโรคกับผลผลิตทางการเกษตร (Mercier และคณะ, 2004)

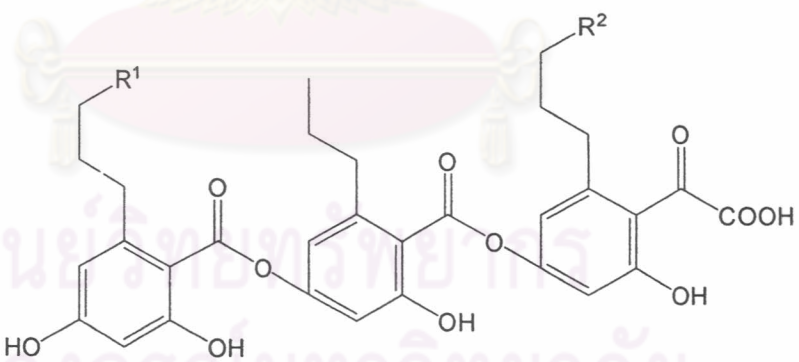


รูปที่ 2.4 โครงสร้างทางเคมีของ amboric acid

2.4.3 สารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัส (Antiviral Agents)

ราเอนโดไฟต์ *Fusarium* sp. จากต้น *Oxydendron arborcum* สามารถผลิต fusaricide ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งไวรัส HIV (McBrien และคณะ, 1996) และราเอนโดไฟต์ *Penicillium chrysogenum* ที่สามารถผลิต xanthoviridicatin E และ F ที่มีฤทธิ์ยับยั้งไวรัส HIV โดยทำหน้าที่ยับยั้งเอนไซม์ integrase ของไวรัส (Singh และคณะ, 2003)

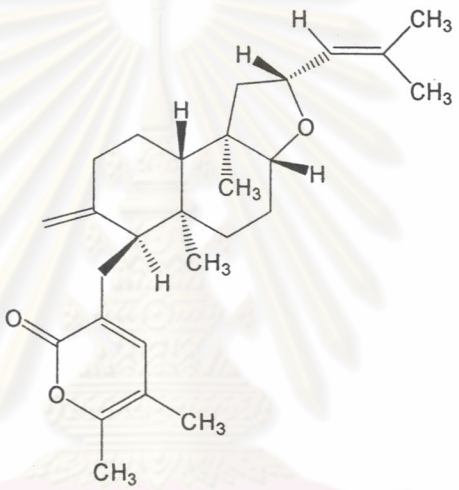
นอกจากนี้ราเอนโดไฟต์ *Cytonaema* sp. ที่แยกได้จากต้น *Quercus* sp. สามารถผลิต cytonic acids A และ B ซึ่งได้มาจากการหมักแบบ Solid-State สารที่ได้นี้จะมีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัส human cytomegalovirus (hCMV) ที่เป็นเชื้อไวรัสที่ก่อโรคในคน (Guo และคณะ, 2000)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างทางเคมีของ cytonic acid A และ B, สารต้านเชื้อไวรัส human cytomegalovirus (hCMV) จากราเอนโดไฟต์ *Cytonaema* sp.

2.4.4 สารที่มีฤทธิ์กดภูมิคุ้มกัน (Immunosuppressive Agents)

ยาที่มีฤทธิ์กดภูมิคุ้มกันในปัจจุบันได้ใช้กับผู้ป่วยที่ปลูกถ่ายอวัยวะ ในอนาคตจะใช้ในการรักษาโรคภูมิต้านทานตัวเอง (autoimmune diseases) เช่น โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) และผู้ป่วยที่ร่างกายอยู่ในภาวะที่ต้องการอินซูลิน ราเอนโดไฟต์ *Fusarium subglutinans* ที่แยกจากส่วนเถาไม้ของต้น *T. wilfordii* สามารถผลิตสาร Subglutinol A และ B (รูปที่ 2.6) ซึ่งสารตัวนี้จะมีฤทธิ์ในการทำให้เกิด Immunosuppression หรือการป้องกันหรือลดผลตอบภูมิคุ้มกัน เช่นโดยการใช้รังสี antimetabolites, antitymphocyteserum และ specific antibody เป็นต้น (Lee และคณะ, 1995)

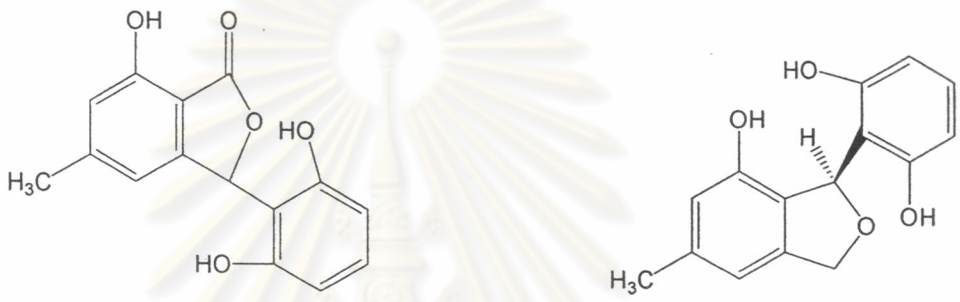


รูปที่ 2.6 โครงสร้างทางเคมีของสาร Subglutinol A, สารที่มีฤทธิ์กดภูมิคุ้มกันซึ่งสร้างจากราเอนโดไฟต์ *Fusarium subglutinans*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.5 สารที่มีฤทธิ์ต้านการออกซิเดชัน (Antioxidant Agents)

Pestacin และ Isopestacin (รูปที่ 2.7) เป็นสารจากราเอนโดไฟต์ *Pestalotiopsis microspora* ที่ได้มาจากต้น *Terminalia morobensis* ซึ่งเป็นพืชในเขตป่าฝนทางตอนเหนือของประเทศปาปัวนิวกินี (Strobel, 2002) ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้ นอกจากจะมีฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์จำพวกราและแบคทีเรียแล้ว ยังพบว่ามีฤทธิ์ต้านการเกิดขบวนการออกซิเดชันด้วย โดยจะไปจับกับอนุมูลอิสระชนิดซูเปอร์ออกไซด์ และไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเซลล์มะเร็งได้อีกด้วย (Strobel และคณะ, 2004)



Isopestacin Pestacin

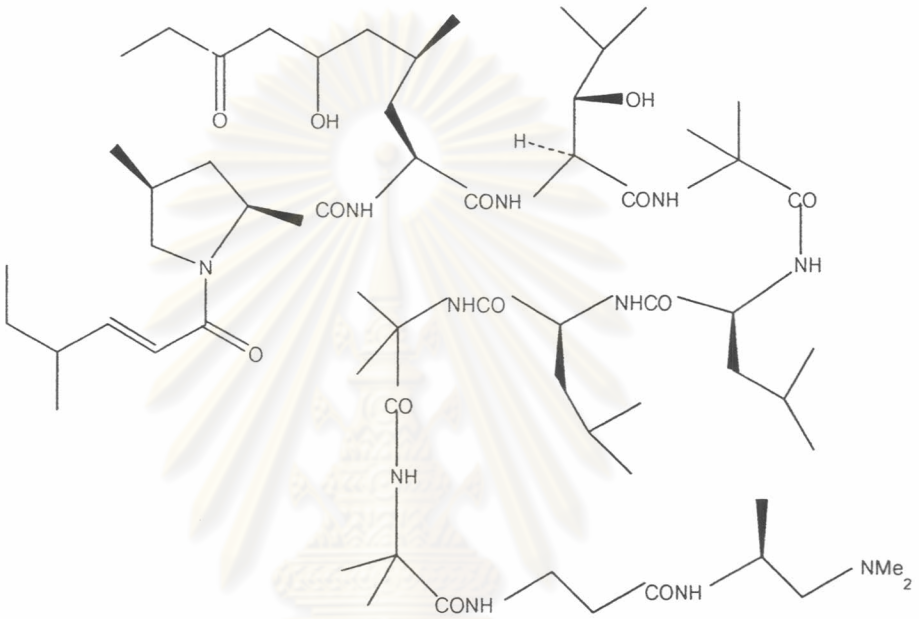
รูปที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิของ *P. microspora* จากต้น *Terminalia morobensis*

2.4.6 สารที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (Insecticide Agents) (Strobel และคณะ, 2004)

สารในกลุ่ม indole diterpenes ตัวใหม่ที่มีชื่อว่า Nodulisporic acid ซึ่งสร้างมาจากราเอนโดไฟต์ *Nodulisporium* sp. ที่แยกได้จากต้น *Bontia daphnoides* มีฤทธิ์ฆ่าตัวอ่อนของแมลงวัน และราเอนโดไฟต์ที่แยกได้จากต้นเช็คเคอร์เบอรี่ (*Gaultheria procumbens*) สามารถสร้างสารตัวใหม่ 2 ชนิด คือ 5-hydroxy-2-(1'-hydroxy-5'-methyl-4'-hexenyl)benzofuran และ 5-hydroxy-2-(1'-oxo-5'-methyl-4'-hexenyl)benzofuran ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้มีฤทธิ์เป็นพิษต่อหนอนต่อทำลายดอกสน (Strobel และคณะ, 2004) นอกจากนี้ราเอนโดไฟต์ *Muscodor vitigenus* ที่แยกได้จากต้น liana (*Paullina paullinioides*) สามารถสร้างสาร Naphthalene ซึ่งเป็นสารที่ผสมอยู่ในลูกเหม็นใช้ในการไล่แมลง สารชนิดนี้สามารถฆ่าแมลง sawfly (*Cephus cinctus*)

2.4.7 สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Phytotoxicity Agents)

นอกจากฤทธิ์ต้านมะเร็งและต้านเชื้อราแล้ว Leucinostatin A (รูปที่ 2.8) ซึ่งเป็นสารที่สร้างโดยราเอนโดไฟต์ *Acremonium* sp. ที่แยกได้จากต้นยุโรเปียน ยิว (*Taxus baccata*) ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นพืชได้อีกด้วย (Strobel และคณะ, 1997)



รูปที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของ leucinostatin A, สารที่สร้างจากราเอนโดไฟต์ *Acremonium* sp. ที่แยกได้จากต้น *Taxus baccata* มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 กวาวเครือขาว (White Kwao Khreu)

กวาวเครือขาวเป็นพืชสมุนไพรวงศ์ถั่วพบทั่วไปบริเวณป่าเบญจพรรณในภาคเหนือ ภาคตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะพบมากในภาคเหนือของประเทศไทย ในประเทศไทยนอกจากจะพบกวาวเครือขาวแล้วยังมีพืชในกลุ่มกวาวเครืออีก เช่น กวาวเครือแดง กวาวเครือมอ และกวาวเครือดำ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกวาวเครือขาว ซึ่งเป็นสมุนไพรมหัศจรรย์ ที่กล่าวถึงกันอย่างแพร่หลายและมีงานวิจัยออกมามากมาย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pueraria mirifica* Airy Shaw & Suvatabhandu

วงศ์ : Papilioneae

ชื่อสามัญ : White Kwao Khreu

ชื่อท้องถิ่น : กวาว กวาวหัว กวาวเครือขาว (พายัพ) กวาวเครือ เครือขาว จานเครือ (อีสาน) ตานเครือ ทองเครือ ทองกวาว จอมทอง (ใต้) ตานจอมทอง (ชุมพร) โพ้ต้น โพะตะกู (กาญจนบุรี) (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2546)

2.6 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกวาวเครือขาว (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2546)

กวาวเครือขาวเป็นไม้เถาเลื้อยขนาดใหญ่ (รูป 2.9 ก.) เนื้อแข็งผลัดใบ ใบเป็นใบย่อย 3 ใบเรียงสลับกัน ปลายใบมีลักษณะรูปไข่ปลายแหลม เนื้อใบด้านบนเกลี้ยงด้านล่างมีขนสั้นๆประปราย เส้นแขนงใบข้างละ 5-7 เส้น ใบย่อยด้านข้างโคนมีลักษณะเบี้ยว (รูป 2.9 ก.) หูใบรูปไข่ มีเยื่อก้านใบเห็นชัดเจน ที่โคนก้านใบมีลักษณะพองเล็กน้อยเพราะมีเยื่อ pulvinus ใบประดับมีลักษณะเป็นเกล็ดมีขนาดเล็กมาก ดอกออกในระยะผลัดใบเป็นช่อยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ออกดอกตามซอกกิ่ง ช่อดอกเป็นช่อเดี่ยวและช่อแยกแขนงออกตามปลายกิ่ง (รูป 2.9 ค.) ดอกมีกลีบประดับรองรับ ดอกย่อยเป็นรูปถั่ว (รูป 2.9 ข.) เป็นดอกสมบูรณ์เพศมีทั้งเพศผู้และเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน รูปทรงดอกเป็นแบบ zygomorphic แบบที่เรียกว่า papilionaceous form ดอกประกอบด้วยกลีบดอก 5 กลีบ ที่มีขนาดและลักษณะไม่เหมือนกัน กลีบที่อยู่ด้านนอกสุดมีขนาดใหญ่สุด เรียกว่า กลีบ standard กลีบที่ประกบอยู่ทางด้านข้างทั้งสองมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คืองอนโค้งคล้ายปีกนกเรียกว่า กลีบ wing กลีบที่อยู่ด้านใน 2 กลีบ จะเชื่อมรวมเป็นกระพุ้งคล้ายท้องเรือ เรียกว่ากลีบ keel เป็นกลีบที่ห่อเกสรไว้ ดอกมีสีฟ้าอมม่วงถึงสีน้ำเงิน 2-3 ดอกต่อช่อ มีเกสรตัวผู้ 10 อัน รังไข่ยาวเป็นแบบ superior ภายในมี 1 ห้องมีเม็ดไข่อยู่ภายใน ฝักแก่มีสีน้ำตาลแบน ผิวมีขนประปรายถึงเกลี้ยง มีเมล็ด 3-5 เมล็ดต่อฝัก (รูป 2.9 ค.) เมล็ดมีความยาวประมาณ 2-4 เซนติเมตร เมล็ดแก่จะมีลายสีเขียวปนม่วง

หรือสีน้ำตาลปนม่วง หัวเป็นหัวใต้ดินคล้ายหัวมันแกว (tuberous root) (รูป 2.9 ง.) มีฤทธิ์ทางยามาก ขณะผลัดใบ

การกระจายพันธุ์ : มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วเมืองไทย แต่พบมากในป่าเบญจพรรณในภาคเหนือ ภาคตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งเป็นพื้นที่ภูเขา ชอบขึ้นบริเวณที่สูงประมาณ 300-800 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การขยายพันธุ์ : เพาะเมล็ด รากจากส่วนของข้อ ตัดชำข้อ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สรรพคุณทางยา : ใช้บำรุงร่างกาย บำรุงเลือด ทำให้ผิวพรรณมีน้ำมีนวลและเต่งตึง เสริมอกกระตุ้นเต้าให้ขยายตัว เส้นผมที่หงอกกลับดำและเพิ่มปริมาณเส้นผม แก้โรคตาฟาง ต้อกระจก ความจำดี นอกจากนี้ยังช่วยปรับสภาพร่างกายให้ระบบต่างๆมีความสมดุลวุฒิ (วุฒิธรรมเวช, 2540)

สรรพคุณทางการแพทย์แผนไทยและแพทย์พื้นบ้าน (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2546)

จากตำรายาหัวกวาวเครือของหลวงอนุสารสุนทรกล่าวว่า กวาวเครือมี 4 ชนิด คือ

1. กวาวเครือขาวเป็นไม้เถาขึ้นกับต้นไม้หรือเลื้อยไปบนดิน ก้านใบหนึ่งมี 3 ใบใบเล็กกว่าชนิดแดงหัวคล้ายมันแกว ขนาดของหัวจะขึ้นอยู่กับลักษณะดิน การใช้ทำยาให้เลือกหัวแก่ เอามีดปาดดูจะมียางสีขาวคล้ายน้ำนมเนื้อเปราะมีเส้นมาก

2. กวาวเครือแดงเมื่อถูกสะกิดที่เปลือกหัวจะมียางสีแดงคล้ายเลือดไหลออกมา เมื่อใช้ทำเป็นยาชนิดแดงแรงกว่าชนิดขาว

3. กวาวเครือดำลำต้นและเถาเหมือนกวาวเครือแดง แต่ใบและหัวมีขนาดเล็กกว่ามียางสีดำ ใช้ทำเป็นยามีฤทธิ์แรงมาก ขนาดที่ใช้น้อยมาก

4. กวาวเครือมอ ทุกส่วน ต้น เถา ใบ หัว เหมือนกับชนิดดำ แต่เนื้อในหัวและยางสีมอๆ ค่อนข้างจะหายาก เช่นเดียวกับชนิดดำ มีหัวเล็กขนาดมันเทศ

(ก.)

(ข.)

(ค.)

(ง.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.9 ลักษณะของกวาวเครือขาว *Pueraria mirifica*

(ก.) เถาและใบกวาวเครือขาว

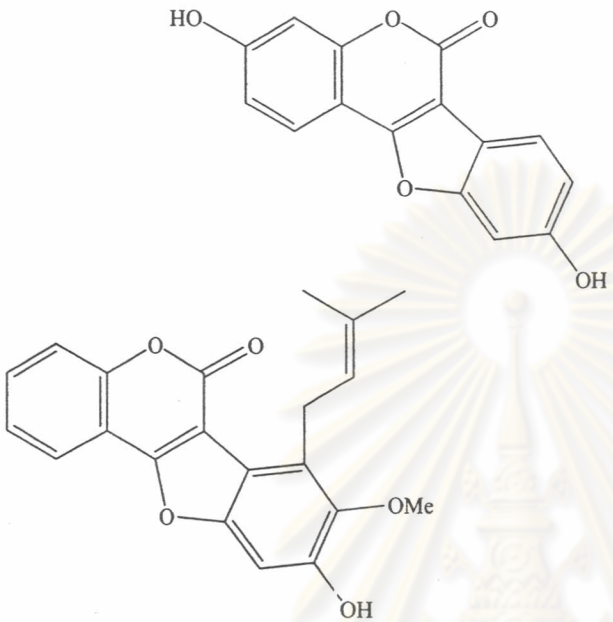
(ข.) ดอกกวาวเครือขาว

(ค.) ช่อดอกและฝัก

(ง.) หัวกวาวเครือขาว

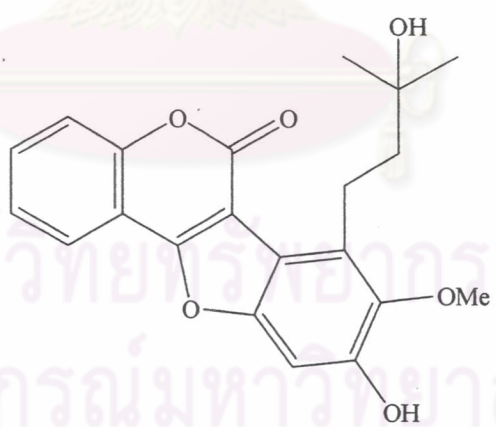
2.7 องค์ประกอบทางเคมีของกวาวเครือขาว (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2546)

1. **สารกลุ่ม coumarins** ได้แก่ coumestrol, mirificoumestan, mirificoumestan glycol และ mirificoumestan hydrate



Coumestrol

Mirificoumestan

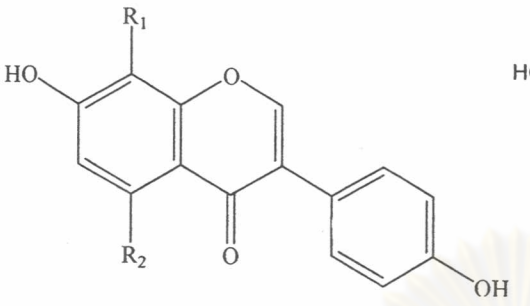


Mirificoumestan hydrate

รูปที่ 2.10 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม coumarins

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สารกลุ่ม flavonoids โดยเฉพาะ isoflavonoids ได้แก่ genistein, daidzein, daidzin (daidzein 7-glucoside), puerarin, mirificin, kwakhurin และ kwakhurin hydrate

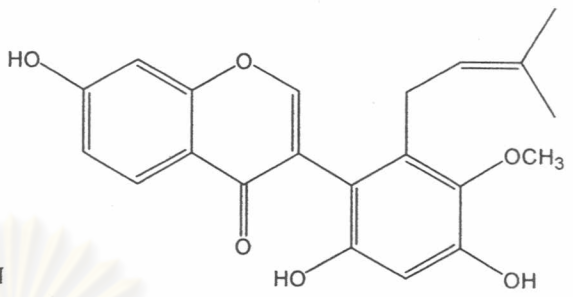


Genistein : R_1 = H, R_2 = OH

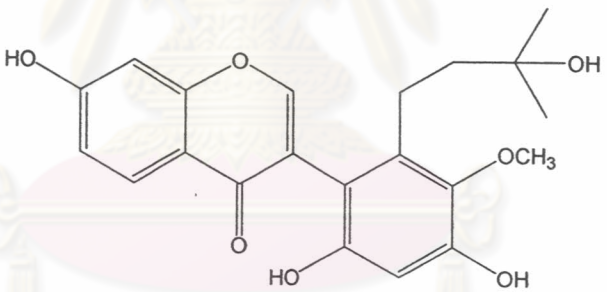
Daidzein : R_1 = H, R_2 = H

Puerarin : R_1 = Glucose, R_2 = H

Mirificin : R_1 = Glucose-Apiose, R_2 = H



Kwakhurin

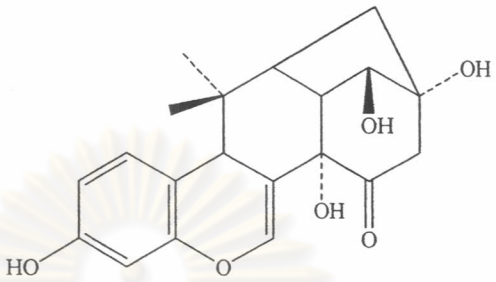


Kwakhurin hydrate

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

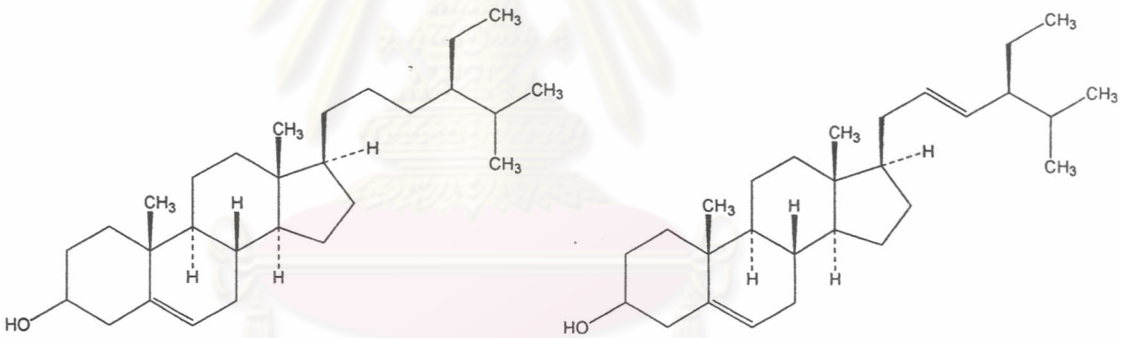
รูปที่ 2.11 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม flavonoids

3. สารกลุ่ม chromene สารสำคัญในหัวกวาวเครือได้แก่ miroestrol ซึ่งเป็นสารที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจน พบเป็นปริมาณ 0.002-0.003% ของน้ำหนักหัวแห้ง มีรูปผลึก 2 แบบ คือ ผลึกแบบที่มีน้ำอยู่ในผลึก (hydrous form) ลักษณะเป็นรูปเข็มอ้วน และผลึกที่ไม่มีน้ำอยู่ในผลึก (anhydrous form) ลักษณะเป็นแผ่นไม่มีสี มีจุดหลอมเหลว 268-270 °C



รูปที่ 2.12 โครงสร้างทางเคมีของ Miroestrol

4. สารกลุ่ม steroids ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ pueraria mirifica sterol



β-sitosterol Stigmasterol

รูปที่ 2.13 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม steroids

5.สารประกอบอื่นๆ ได้แก่ สารจำพวกแอลเคนแอลกอฮอล์ สารจำพวกไขมัน เช่น pueraria mirifica glyceride และน้ำตาลซูโครส (sucrose) ในปริมาณสูงถึงร้อยละ 3