# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผักหวานบ้านพันธุ์เดิม กับผักหวานบ้านพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้สารโคลชิซิน

ผักหวานบ้าน (*Sauropus androgynus* Linn. Merr.) อยู่ในวงศ์ Euphobiaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดย่อม สูง 0.5- 2 เมตร กิ่งเล็กเรียวงอไปมาเล็กน้อยตามข้อ ใบเดี่ยว รูปไข่ ปลายแหลม ขอบใบเรียบ ออกเป็นคู่ตรงข้ามกันตามกิ่ง ดูคล้ายใบประกอบ ดอกเป็นช่อตามง่ามใบ มีดอกตัวเมีย 1 – 3 ดอก ดอกตัวผู้มีเป็นจำนวนมาก ไม่มีกลีบดอก ดอกตัวเมียกลีบเลี้ยงสีแดงเข้มหรือสีเหลือง จุดประสีแดงเข้ม ผลกลม ฉ่ำน้ำ ผิวเป็นพูเล็กน้อย สีเขียวถึงขาว ขั้วสีแดง ห้อยลงใต้ใบ เมล็ดสีดำ (วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2540) ผักหวานบ้านพันธุ์เดิมเมื่อนำมาปรับปรุงพันธุ์โดยใช้สารโคลชิซิน ผลปรากฏว่าได้ผักหวานบ้านพันธุ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากพันธุ์เดิมคือลำต้นแข็งแรง ใบหนา มีสีเขียวเข้มเกือบเป็นสีน้ำเงิน มีน้ำหนักใบสูงกว่า เมื่อศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์พบว่า มีจำนวนปากใบน้อยกว่า ความกว้างและความยาวของปากใบมีมากกว่า จำนวนของโครโมโซมเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า คือมีโครโมโซมเป็น 4n (มานี เตื้อสกุล, 2544)

## คุณค่าทางอาหารและทางเภสัชวิทยาของผักหวานบ้าน

ผักหวานบ้านเป็นพืชที่มนุษย์นำมาใช้เป็นอาหาร เช่น เป็นอาหารคาว ยอดอ่อนและใบอ่อนนำมาต้ม ลวก นึ่ง ผัดน้ำมันให้สุก ทำแกงเลียง แกงเขียวหวาน ใส่ในก๋วยเตี๋ยวแทนผัก แกงกับหมู (มาโนช วามานนท์ และคณะ, 2538) และได้มีผู้ศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร จากส่วนของพืชที่รับประทานได้จำนวน 100 กรัม มีโปรตีน 6.8 กรัม ไขมัน 0.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 10.2 กรัม กาก 0.0 กรัม แคลเซียม 225 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 70 มิลลิกรัม เหล็ก 304 มิลลิกรัม พลังงาน 76 แคลอรี (ลั่นทม จอมจวบทรง, 2534) บางรายงานพบว่ามี พลังงาน 39 กิโลแคลอรี น้ำ 89.6 กรัม โปรตีน 3.0 กรัม ไขมัน 0.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.9 กรัม เส้นใย (crude fiber) 3.5 กรัม เถ้า 1.1 กรัม แคลเซียม 11 มิลลิกรัม เบต้า-แคโรทีน 4,823 ไมโครกรัม วิตามิน อี 2.96 มิลลิกรัม ไทอะมีน 0.04 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน 0.02 มิลลิกรัม ไนอะซิน 0.8 มิลลิกรัม และ วิตามินซี 6 มิลลิกรัม (http://www.anamai.moph.go.th/) บางรายงานพบว่า

มีความชื้น 81.0 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 2.4 เปอร์เซ็นต์ โปแทสเซียม 503 มิลลิกรัม เบต้า-แคโรทีน 6,220 ไมโครกรัม กรดแอสคอร์บิค 83 มิลลิกรัม มีอัลคาลอยด์ ชื่อ papaverine

คุณค่าทางอาหารของผักหวานบ้านจะมีค่าแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุของพืช ความแก่อ่อนของใบ ใบที่อยู่ปลายยอด กับใบที่อยู่ด้านข้างของลำต้น เป็นต้น พบว่าใบที่อยู่ด้านข้างของลำต้นที่มีอายุได้ 1 ปี จะมี เถ้า คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน ได้แก่ เบต้า-แคโรทีน กรดแอสคอร์บิค ไรโบฟลาวินและไทอะมีน แร่ธาตุได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส และโซเดียม จุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก ทองแดง สารเหล่านี้มีปริมาณมากกว่าใบที่อยู่ปลายยอดของพืช และใบที่ได้จากพืชที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี ดังนั้นคุณค่าทางอาหารของพืชขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของใบ ส่วนความชื้น โปแทสเซียม สังกะสี จะมีมากในใบที่อยู่ปลายยอดของพืชที่มีอายุ 1 ปี แต่จะลดลงเมื่อใบแก่และสมบูรณ์เต็มที่ (Giri, Janabai, *et al.*, 1984)

ในทางเภสัชได้นำมาใช้เป็นยารักษาโรคได้หลายชนิด เช่น ใบและลำต้นมีรสหวานเย็น นำมาใช้เป็นยารักษาแผลในจมูก น้ำยางใช้หยอดตาแก่อักเสบ รากใช้เป็นยาระงับความร้อน ถอนพิษไข้ และโรคคางทูม สารที่สกัดจากใบและลำต้นจะมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ HIV- 1 reverse transcriptase เล็กน้อย ในใบมีโปรวิตามินเอสูงกว่าพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง มะละกอ มันสำปะหลัง (Hulshof, *et al*, 1997) ในประเทศอินโดเนเซียได้ทำการทดลองนำผักหวานบ้านมาใช้ทำยา เพื่อใช้กระตุ้นน้ำนมให้แก่มารดาหลังคลอดบุตร (Risfaheri, *et al*, 1996) รากใช้แก้ไข้ ถอนพิษไข้ซ้ำ ไข้กลับ ถอนพิษสำแดงเมื่อรับประทานของแสลงที่เป็นพิษ เมื่อวิเคราะห์พบว่ามีสาร papaverine เป็นสารอัลคาลอยด์ ในกลุ่ม benzylisoquinolineใช้เป็นยารักษาโรคมีฤทธิ์ผ่อนคลายกล้ามเนื้อเรียบ ใช้ป้องกัน cardiac arrythmia และอาการอื่นๆ ที่มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ ที่กระเพาะอาหาร ลำไส้ และถุงน้ำดี จึงใช้เป็นยาระงับอาการปวดเกร็งที่กระเพาะอาหาร ลำไส้ ถุงน้ำดี ปวดทางเดินปัสสาวะ และไพโลรัส (วันดี กฤษณพันธ์, 2536) สารนี้ถ้ารับประทาน 300-500 มิลลิกรัม ใช้รักษาผู้ป่วยที่มีการไหลเวียนของโลหิตที่สมองผิดปกติ

จากการสกัดสารจากส่วนของพืชได้แก่ใบและลำต้นด้วย แอลกอฮอล์พบว่า มีสารที่มีฤทธิ์อยู่ 6 ชนิด รวมทั้ง three nucleosides, adenosine, 5'-deoxy-5'-methylsulphinyladenosine, และ uridine, two flavonol diosides 3-O- $\beta$ -D-glucosyl-7-O -$\alpha$-L-rhamnosylkaempferol, 3-O-$\beta$ -D-glucosyl-(1-6)- $\beta$ -D-glucosylkaempferol, และ one rare flavonol trioside, 3-O-$\beta$ -D-glucosyl-(1-6)- $\beta$ -D-glucosyl-7-O-$\alpha$-L-rhamnosylkaempferol. (Wang, Perng-Haur Lee, Shoei-Sheng, 1997) และพบว่าส่วนของผักหวานบ้านที่กินได้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับสารมาตรฐานความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร บางรายงานพบว่าในผักหวานบ้าน

ส่วนของผล ใบอ่อน และก้านใบ มีค่า TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) น้อยกว่า Trolox (< 1.0) (จรรยา แสงอรุณ, 2542)

## ความรู้เกี่ยวกับสารที่พบในธรรมชาติของพืช

กลุ่มสารที่พบในธรรมชาติได้แก่

### 1. อัลคาลอยด์

อัลคาลอยด์ มีความหมายว่าสิ่งที่เหมือนด่าง หรือด่างที่ได้จากพืช สามารถสรุปลักษณะสำคัญของอัลคาลอยด์ได้ดังนี้คือ

เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนอย่างน้อย 1 อะตอมอยู่ในโมเลกุล และมักจะอยู่ใน heterocyclic ring ส่วนมากมีโครงสร้างทางเคมียุ่งยากซับซ้อน เช่น reserpine vinblastine แต่มีบ้างบางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุลง่าย เช่น ephedrine mescaline ส่วนใหญ่มีฤทธิ์เป็นด่าง เนื่องจากมีไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุล และความเป็นด่างจะแตกต่างกันตามลักษณะของไนโตรเจนที่มีอยู่ บางชนิดจะแสดงความเป็นด่างน้อยมาก จนแสดงความเป็นกลาง เช่น โคลชิซินเป็น secondary metabolites ซึ่งเป็นผลิตผลของ secondary metabolism ของสิ่งมีชีวิต การเกิดกระบวนการนี้ถูกควบคุมโดยพันธุกรรม ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ทางสรีรวิทยาต่อมนุษย์ การกระจายตัวของสารในสิ่งมีชีวิตจะมีเฉพาะบางกลุ่มเท่านั้น

ส่วนมากสังเคราะห์มาจากกรดอะมิโน ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของไนโตรเจน แต่มีข้อยกเว้นบ้าง บางชนิด เช่น coniine สังเคราะห์มาจาก acetate units (กฤษณา ภูตะคาม ,2529)

**การแบ่งกลุ่มอัลคาลอยด์**

1. True alkaloids (อัลคาลอยด์ที่แท้จริง) คือสารประกอบที่มีลักษณะของอัลคาลอยด์ครบถ้วนทุกอย่าง

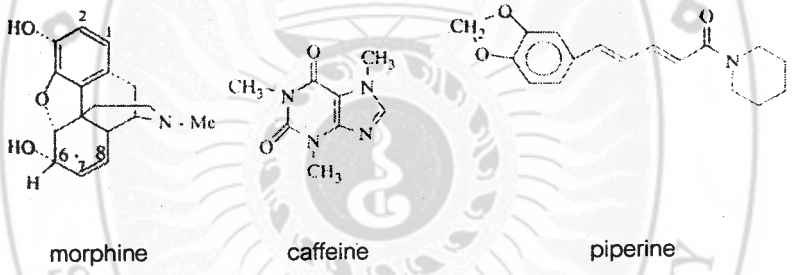
2. Proto-alkaloids biological amines คือ อัลคาลอยด์ที่ไนโตรเจนมิได้อยู่ใน heterocyclic ring แต่อยู่ใน side chain เช่น mescaline ephedrine

3. Pseudo-alkaloids คืออัลคาลอยด์ที่สังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนโดยตรง ที่สำคัญมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ steroidal alkaloid เช่น conessine และ purines เช่น caffeine

อัลคาลอยด์เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ที่มีความสำคัญทางการแพทย์และเภสัชกรรม เนื่องจากเภสัชภัณฑ์ธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นอัลคาลอยด์ และมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย แหล่งที่สำคัญของอัลคาลอยด์คือพืชชั้นสูง เช่น พังพวยฝรั่ง (*Catharanthus roseus*) ลำโพง (*Datura* spp.) ระย่อม (*Rauvolfia* spp.) เป็นต้น

การกระจายตัวของอัลคาลอยด์บางกลุ่มมีอยู่ในพืชเฉพาะกลุ่ม จากการสำรวจพืชชั้นสูง 34 orders จาก 60 orders และ 40 เปอร์เซ็นต์ ของวงศ์ต่างๆ มีอัลคาลอยด์อยู่อย่างน้อย 1 ชนิด แหล่งที่มาที่สำคัญของอัลคาลอยด์ได้แก่ พืชในวงศ์ต่อไปนี้ Amaryllidaceae Annonaceae Apocynaceae Berberidaceae Compositae Lauraceae Leguminosae Liliaceae Loganiaceae Menispermaceae Papaverceae Ranunculaceae Rubiaceae Rutaceae และ Solanaceae อัลคาลอยด์ที่พบในพืชอาจจะอยู่ในรูปของอัลคาลอยด์อิสระหรือเกลือของอัลคาลอยด์ เช่น citrate malate

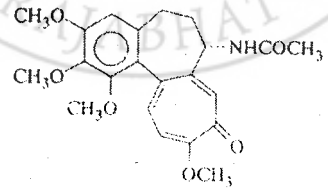
การเกิดอัลคาลอยด์อาจพบอยู่ในส่วนต่างๆของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด ในพืชแต่ละชนิดพบว่ามีการสร้างอัลคาลอยด์อยู่ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งหรือมากกว่าสองส่วนของพืชเท่านั้น หลังจากนั้นจึงมีการส่งผ่านไปรวมไว้ที่ส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งในพืชบางชนิดก็จะแตกต่างกันตามอายุหรือระยะการเจริญเติบโตของพืช เช่นยาสูบ (*Nicotiana tabacum* L.) สร้าง nicotine ที่รากและส่งไปเก็บรวมกันที่ใบ ไม่พบในเมล็ด ฝิ่น (*Papaver somniferum* L.) มีอัลคาลอยด์ที่ยางของผลฝิ่น ลำโพง (*Datura* spp.) สร้างที่รากแล้วส่งผ่านไปเก็บที่ ใบ ดอก และเมล็ด



morphine caffeine piperine

**ภาพที่** 2-1 True alkaloids

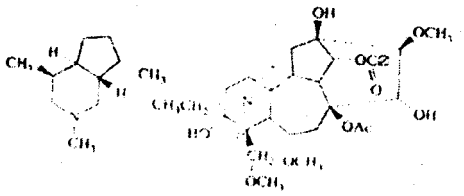
ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เล่ม 1, 2536 : 59



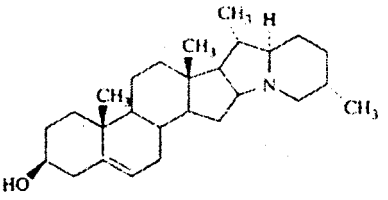
(-)-colchicine

**ภาพที่** 2-2 Proto-alkaloids

ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เล่ม 1,2536 : 59



β-skytanthine



aconitine



solanidine

**ภาพที่ 2-3** Pseudo-alkaloids

ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เล่ม 1,2536 : 59

**คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของอัลคาลอยด์**

1. ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง อาจเป็นผงหรือผลึกรูปต่างๆกัน มีบ้างที่เป็นของเหลว เช่น scopolamine nicotine pilocarpine

2. ส่วนใหญ่ไม่มีสีหรือมีสีขาวแต่บางชนิดมีสีเช่น berberine มีสีเหลือง betanin มีสีแดง

3 ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวที่ค่อนข้างแน่นอน

4. ในโมเลกุลนอกจากจะมี C H N แล้วก็มักจะมี O อยู่ด้วย แต่บางชนิดไม่มี O เช่น coniine nicotine

5. คุณสมบัติในการละลายในตัวทำละลายแตกต่างกัน อัลคาลอยด์อิสระละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม อีเธอร์ แอลกอฮอล์ และไม่ละลายในน้ำ ส่วนเกลือของอัลคาลอยด์ละลายได้ดีในน้ำ และไม่ละลายในตัวทำละลายสารอินทรีย์ อัลคาลอยด์บางชนิดละลายได้ดีทั้งในน้ำและสารอินทรีย์

6. อัลคาลอยด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง สามารถทำปฏิกิริยากับกรดได้เป็นเกลือของอัลคาลอยด์ แต่เนื่องจากความเป็นด่างแตกต่างกัน ดังนั้นการเกิดเกลือกับกรดจึงแตกต่างกัน ในบางกรณีอัลคาลอยด์มีฤทธิ์เป็นด่างน้อยมากจนเกือบเป็นกลาง เช่น caffeine colchicines และไม่สามารถทำปฏิกิริยากับกรดจนได้เกลือของอัลคาลอยด์ที่คงตัวได้ เกือบทุกชนิดมีรสขม

**หน้าที่ที่อาจเป็นไปได้ของอัลคาลอยด์ในพืช**

1. เป็นสารพิษช่วยป้องกันต้นพืชไม่ให้แมลงหรือศัตรูอื่นๆ รบกวน
2. เป็นของเสียของพืชที่ปล่อยออกมา
3. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
4. เป็นสารที่พืชเก็บสะสมเอาไว้ ไว้ใช้เมื่อต้องการ

## 2. ไกลโคไซด์

เป็นสารกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่งที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นรักษาโรค เช่น โรคหัวใจ ยาระบาย ลดการอักเสบ ไกลโคไซด์ หมายถึงสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจาก aglycone จับกับส่วนที่เป็นน้ำตาล หรืออนุพันธ์ของน้ำตาล สารนี้พบมากในพืชชั้นสูง พบน้อยในพืชชั้นต่ำ ส่วนของพืชที่พบ เช่น ใบ ดอก ผล เมล็ด เปลือก ราก หัว เป็นต้น

**ชนิดของไกลโคไซด์**

แยกตามสูตรโครงสร้างของ aglycone จำแนกได้ 11 กลุ่ม คือ

1. คาร์ดิโอแอคทีพ หรือ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardio-active group or Cardiac glycosides)
2. แอนทราควิโนนไกลโคไซด์ (Anthraquinone glycosides)
3. ซาโปนินไกลโคไซด์ (Saponin glycosides)
4. ไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์ (Cyanogenetic glycosides)
5. ไอโซไทโอไซยาเนทไกลโคไซด์ (Isothiocyanate glycosides)
6. ฟลาโวนอลไกลโคไซด์ (Flavonol glycosides or Flavonoids)
7. แอลกอฮอลิคไกลโคไซด์ (Alcoholic glycosides
8. ฟีนอลิคไกลโคไซด์ (Phenolic glycosides)
9. แอลดีไฮด์ไกลโคไซด์ (Aldehyde glycosides)
10. แลคโทนไกลโคไซด์ (Lactone glycosides)
11. กลุ่มแทนนิน (Tannins)

**คาร์ดิโอแอคทีพ หรือ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์** (Cardio-active group or Cardiac glycosides)

เป็นไกลโคไซด์ที่ออกฤทธิ์ที่กล้ามเนื้อหัวใจ โดยไปเพิ่มแรงบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ใช้รักษาโรคหัวใจวาย ไกลโคไซด์ในกลุ่มนี้เป็น O-glycosides มีส่วน aglycone เป็น steroid nucleus แต่คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ จะมีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างไปจาก steroid glycosides

**ชนิดของคาร์ดิแอกไกลโคไซด์**

1 เมื่อแบ่งตาม aglycone จะแบ่งตามชนิดของ unsaturated lactone ring ที่ C-17 ได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1.1 Cardenolide type เมื่อ lactone ring ที่ C-17 เป็นชนิด 5-membered unsaturated lactone ring ตัวอย่าง ได้แก่ digitoxigenin

1.2 Bufadienolide หรือ bufanolide เมื่อ ring ดังกล่าวเป็นชนิด 6-membered unsaturated lactone ring ตัวอย่างเช่น scillarenin

ในธรรมชาติพบว่าชนิด cardenolide พบมากกว่า และใช้ประโยชน์ในการรักษามากกว่า

2 เมื่อแบ่งตามน้ำตาลที่มาเกาะในโมเลกุล แบ่งออกได้ดังนี้

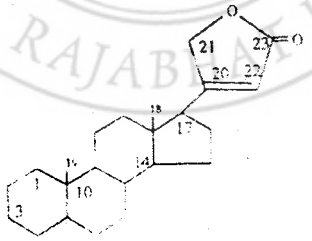
1.1 Monoglycoside มีน้ำตาล 1 โมเลกุล เช่น ouabain = ouabagenin + rhamnose

1.2 Diglycoside มีน้ำตาล 2 โมเลกุล เช่น K-strophanthin = strophanthidin + cymarose +glucose

1.3 Triglycoside มีน้ำตาล 3 โมเลกุล เช่น acetylgitoxin= gitoxigenin +3 โมเลกุลของ digitoxose

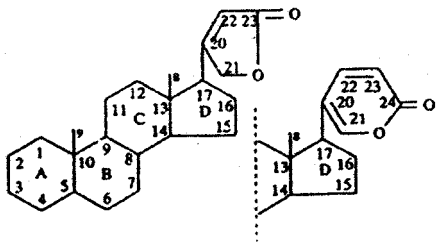
น้ำตาลที่พบอาจเป็น hexose เช่น glucose หรือ pentose เช่น rhamnose และพบว่าน้ำตาลอาจเป็น mono di tri หรือ tetrasaccharides ก็ได้

การกระจายตัวของคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ พบได้ในพืชหลายวงศ์ เช่น Apocynaceae Asclepiadaceae Liliaceae Ranunculaceae Moraceae Cruciferae Sterculiaceae Euphorbiaceae Tiliaceae Celestraceae Leguminosae และ Scrophulariaceae




**ภาพที่ 2-4** โครงสร้างของคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. steroid nucleus 2. unsaturated lactone ring และ 3. deoxy sugar

ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เล่ม 2 ,2536 : 93



cardenolides bufadienlides

**ภาพที่** 2-5 ชนิดของคาร์ดิแอกไกลโคไซด์

ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เล่ม 1 ,2536 : 76

**การตรวจสอบและการสกัดคาร์ดิแอกไกลโคไซด์จากพืช**

การตรวจสอบ และการสกัดคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ทำได้โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีเฉพาะต่อส่วนต่างๆ ของคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ได้แก่

1. การตรวจสอบ unsaturated lactone ring ที่ C-17 โดยอาศัยน้ำยาทดสอบ Kedde's (3,5-dinitrobenzoic acid) ถ้าเป็น +test จะให้สีม่วงแดง หรือ Raymond (m-dinitrobenzene) ถ้าเป็น + test จะให้สีม่วงแดง น้ำยาทดสอบเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับ active methylene group ใน unsaturated lactone ring

2. การตรวจสอบ deoxy sugar moiety น้ำยาตรวจสอบที่ใช้ ได้แก่ Kiliani (ferric sulphate-sulphuric acid ) Keller (ferric chloride-acetic acid) Tollens (silver nitrate-ammonia) และ Pesez (xanthydrol) ในกรณีที่ผลการตรวจเป็น – ลบ อาจหมายความถึงสารอยู่ในรูปของ aglycone ได้เช่นกัน

3 การตรวจสอบ steroid nucleus ปฏิกิริยาตรวจสอบที่นิยมใช้ คือ Liebermann-Burchard test (acetic anhydride-sulfuric acid) และ Carr-Price (antimony trichloride-acetic anhydride)

การสรุปผลว่ามีคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ในพืชหรือไม่นั้น เมื่อได้ผล + test กับปฏิกิริยาใดปฏิกิริยาหนึ่งแล้ว จำต้องทำ confirm test เพื่อตรวจหาส่วนอื่นอีก 2 ส่วนที่เหลือด้วย ถ้าผลการตรวจได้ ลบ กับ Kedde หรือ Legal reagents แต่ได้ผล + กับ Liebermann-Burchard test และ Keller อาจแสดงได้ว่าในพืชมี digitanol glycoside เช่น diginin digifolein เนื่องจากไกลโคไซด์พวกนี้ไม่มี $\alpha$-$\beta$ unsaturated lactone ring ที่ C-17 ซึ่งเป็นผลให้ไม่มีฤทธิ์ต่อหัวใจ

**แอนทราควิโนนส์**

แอนทราควิโนนส์เป็นสารประกอบที่มีความสำคัญ พบได้ในรูปอิสระและในรูปไกลโคไซด์ และยังพบในรูปของ reduced forms เช่น oxanthrones anthranols anthrones และ dianthrones มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย 3-ring system เป็นสารที่มีสีแดง –ส้ม แต่อาจพบได้ตั้งแต่สีเหลือง-น้ำตาล ส่วน aglycone ของแอนทราควิโนนส์ละลายได้ดีในด่าง ให้สีชมพู-แดง ละลายได้ใน เบนซิน อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เกือบทุกชนิดมีจุดหลอมเหลวสูง ที่พบในพืชส่วนใหญ่จะถูก hydroxylated ที่ C-1 และ C-2 ในธรรมชาติจะพบในรูปของไกลโคไซด์เป็นส่วนใหญ่ และมักพบเป็นชนิด O-glycoside ส่วนน้อยพบ C-glycoside เช่น aloin (barbaloin) น้ำตาลที่พบส่วนมากเป็น glucose primeverose อาจพบ rhamnose ได้บ้าง

การกระจายตัวของสารแอนทราควิโนนส์

แอนทราควิโนนส์พบได้ในพืชชั้นสูง ทั้งพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่พบได้ในวงศ์ Liliaceae พืชใบเลี้ยงคู่พบได้ในวงศ์ Rubiaceae Leguminosae Polyporaceae Rhamnaceae Ericaceae Euphorbiaceae Lythraceae Saxifragaceae Scrophulariaceae และ Verbenaceae นอกจากนี้ยังพบใน ไลเคน รา เช่น *Aspergillus* และ *Penicillium*

การตรวจสอบและการสกัดสาร

การตรวจสอบสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. การระเหิด (Sublimation)

วิธีนี้ใช้ได้กับสารที่ระเหิดได้เท่านั้น นิยมใช้ในการตรวจตัวอย่าง เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ทำโดยการเผาผงยาในหลอดทดลองที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส ใช้สไลด์ปิดที่ปากหลอด จะได้สารติดอยู่ที่สไลด์ ซึ่งอาจได้เป็นหยดน้ำมันหรือเป็นผลึก เมื่อหยดสารละลายด่าง เช่น แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ หรือ โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ลงไป ถ้ามีสารนี้อยู่จะได้สีชมพู- แดง เกิดขึ้น

2. Brontrager test

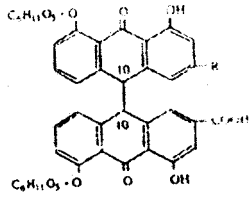
ทำได้โดยการต้มตัวอย่างพืชกับสารละลายเจือจางโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 3 นาที เพื่อย่อย ไกลโคไซด์ให้ได้ aglycone และoxidise สาร anthrones และ anthranols ที่มีอยู่ให้เป็น free anthraquinone กรอง นำสารละลายด่างที่ได้มาทำให้เย็น ทำให้เป็นกรด แล้วสกัดด้วยเบนซิน แยกชั้นเบนซินมาเขย่ากับสารละลายด่างเจือจาง ถ้ามี free anthraquinone อยู่ สีเหลืองในชั้นของเบนซินจะจางลง และเกิดสีชมพู-แดง ในชั้นของด่าง ปฏิกิริยานี้จะให้ผล + กับ naphthaquinone ด้วย ถ้าในตัวอย่างที่นำมาทดสอบมี partially reduced anthraquinones อยู่

สีชมพู-แดง ในชั้นด่างจะไม่เกิดขึ้นทันที แต่จะเห็นเรืองแสงสีเขียว-เหลือง ซึ่งจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีชมพู-แดง เมื่อปฏิกิริยา oxidation เกิดขึ้นสมบูรณ์แล้ว

ในปฏิกิริยา Brontrager การ oxidation จะเกิดเร็วขึ้นได้โดยเติม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3 เปอร์เซ็นต์ ลงไปเล็กน้อย ปฏิกิริยาดังกล่าวอาจเรียกว่า modified Brontrager test โดยวิธีนี้สามารถย่อย C-glycosides ซึ่งตามปกติจะทนต่อการย่อยด้วยกรดหรือด่าง นอกจากนี้การย่อย C-glycoside ยังอาจทำได้โดยใช้ ferric chloride หรือ sodium dithionate อีกด้วย

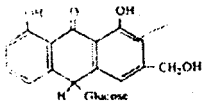
การสกัดสารในกลุ่มนี้ออกจากพืช ต้องพิจารณาว่าต้องการ aglycone หรือไกลโคไซด์ ถ้าต้องการ aglycone ตัวทำละลายที่ใช้สกัดจะเป็นพวก non-polar solvents เช่น เบนซิน คลอโรฟอร์ม อีเทอร์ เป็นต้น ถ้าต้องการสกัดในรูปของไกลโคไซด์ ตัวทำละลายที่ใช้ควรเป็น polar solvents เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ หรือน้ำผสมแอลกอฮอล์ ถ้าต้องการแยก anthranols หรือ anthrones ในระหว่างการสกัดต้องพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดออกซิเดชันโดยออกซิเจนในอากาศ การเกิดออกซิเดชันจะเกิดได้เร็วในสารละลายที่เป็นด่าง ได้เป็น dianthrones polyanthrones หรือ anthraquinones สำหรับ aglycones ที่มีกลุ่ม –COOH อิสระอยู่ในโมเลกุล เช่น rhein ถ้าต้องการแยกออกจาก aglycone ตัวอื่นๆทำได้โดยนำชั้นเบนซินที่แยกได้มาเขย่ากับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต aglycone ดังกล่าวจะละลายในชั้นด่าง นำชั้นเบนซินมาสกัดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อสกัดสารที่มีความเป็นกรดน้อยกว่าออกมา

สารแอนทราควิโนนส์มีหลายชนิดเช่น sennoside A และ sennoside B เป็นแอนทราควิโนนส์ไกลโคไซด์ที่พบในใบและฝักมะขามแขก (*Cassia acutifolia* Delile และ *angustifolia* Vahl) ในวงศ์ Papilionaceae aloin หรือ barbaloin เป็นแอนทราควิโนนส์ชีไกลโคไซด์ ที่พบในส่วนเปลือกใบของต้นว่านหางจระเข้ (*Aloe* spp.) ในวงศ์ Liliaceae ใช้เตรียมยาดำ ซึ่งใช้เป็นยาถ่ายพบในเปลือกของ Cascara sagrada (วันดี กฤษณพันธ์ และคณะ, 2536)

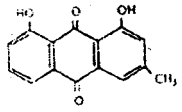


sennoside A COOH *trans*

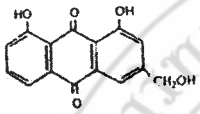
sennoside B COOH *meso*



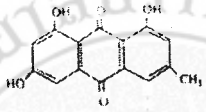
aloin



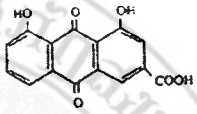
chrysophanol



aloe-emodin



emodin



rhein

**ภาพที่** 2-6 โครงสร้างของแอนทราควิโนนส์ชนิดต่างๆ

ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เล่ม 1,2536 : 82

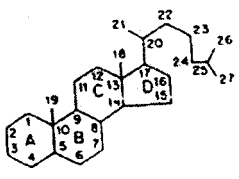
**ซาโปนินไกลโคไซด์**

ซาโปนินไกลโคไซด์หรือ ซาโปนินส์ (saponins) เป็นไกลโคไซด์ที่มีส่วน aglycone เป็นสาร steroids หรือ triterpenoids ส่วนนี้จะจับกับน้ำตาล หรือ อนุพันธ์ของน้ำตาลที่ตำแหน่ง C3 ได้ เป็น O-glycoside : ซาโปนินไกลโคไซด์มีคุณสมบัติบางอย่างคล้ายสบู่ เช่น สามารถเกิดฟองเมื่อเขย่ากับน้ำ เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ดี และทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้

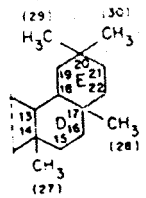
ชนิดของซาโปนินส์

ซาโปนินส์แบ่งออกได้ 2 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้างของ aglycones ได้แก่

1. Steroidal saponins มี sapogenin เป็นสารจำพวก steroids
2. Triterpenoid saponins มี sapogenin เป็นสารจำพวก triterpenoids



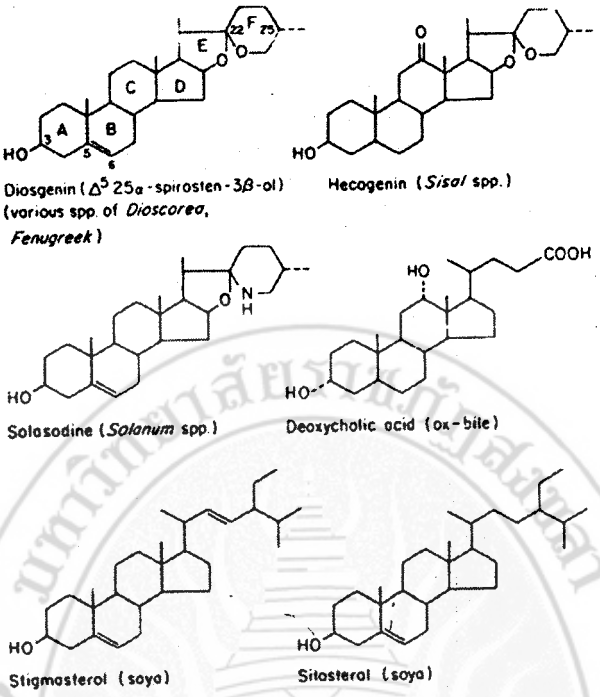
steroid skeleton



trierpenoid skeleton

**ภาพที่** 2-7 steroid skeleton และ trierpenoid skeleton

ที่มา Evans,1996:293




**ภาพที่** 2-8 steroid บางชนิดที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ

ที่มา Evans,1996:298

Steroidal saponins

Steroidal saponins ส่วนใหญ่ที่พบมักมีสูตรโครงสร้างเป็น 6 ring พบได้น้อยในธรรมชาติ มักพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น พืชในวงศ์ Dioscoreaceae ใน genus *Dioscorea* Amaryllidaceae ใน genus *Agave* และ Liliaceae genus *Yucca* และ *Trillium* ในธรรมชาติ steroidal saponins ทุกชนิดจะพบในรูปไกลโคไซด์ แต่ triterpenoid saponins จะพบในรูปไกลโคไซด์และ free triterpenes

Triterpenoid saponins

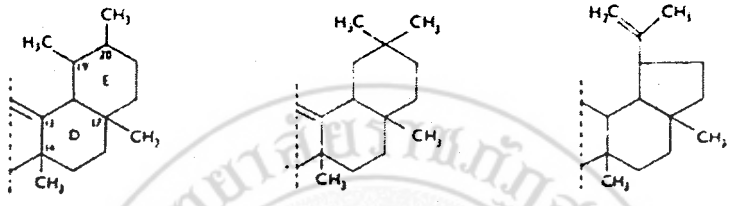
Triterpenoid saponins ส่วนใหญ่พบเป็น pentacyclic rings ในธรรมชาติพบทั้งในรูปไกลโคไซด์ และ sapogenin อิสระ ส่วนมากพบในพืชใบเลี้ยงคู่ ในวงศ์ Caryophyllaceae Sapindaceae Polygonaceae และ Sapotaceae

Triterpenoid saponins แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. α– amyrin type
2. β- amyrin type

3. Lupeol type

ที่พบมากจะเป็น β amyrin type ตัวอย่างได้แก่ glycyrrhizic acid พบในราก ชะเอม (*Glycyrrhiza glabra* Linn. Var. *glandulifera* Wald et Kit. Oleanolic acid พบใน ดอกตูมของกานพลู quillaia saponin พบใน soap bark (*Quillaja saponaria*) วงศ์ Rutaceae



α-Amyrin β -Amyrin Lupeol

**ภาพที่ 2-9** โครงสร้างของ triterpenoid saponins

ที่มา Evans,1996:303

คุณสมบัติของซาโปนินส์

1. ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้ เมื่อฉีดสารนี้เข้ากระแสเลือดของคนหรือสัตว์ จะมีพิษอย่างแรง แต่ถ้ารับประทานเข้าไปจะไม่เกิดพิษ

2. เมื่อเขย่าแรงๆ กับน้ำ จะทำให้เกิดฟองรูปหกเหลี่ยม ซึ่งอยู่ได้คงทนไม่น้อยกว่า 30 นาที สารอื่นที่อาจทำให้เกิดฟองได้แก่ โปรตีน กรดในพืช บางชนิด แต่ฟองดังกล่าวไม่คงทน

3. มีพิษต่อปลา ทำให้เกิด paralysis ที่เหงือกของปลา

คุณสมบัติดังกล่าวเป็นคุณสมบัติของซาโปนินไกลโคไซด์ แต่ sapogenins จะไม่มีคุณสมบัติเหล่านี้

ปฏิกิริยาที่ใช้ทดสอบเพื่อแยกว่าเป็น steroidal saponins หรือ triterpenoid saponins ทำได้โดยใช้ Liebermann-Burchard (L-B) test โดยเติม 2-3 หยดของน้ำยา acetic anhydride- sulphuric acid mixture (19:1) ลงในสารสกัดที่ต้องการทดสอบ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่ปราศจากน้ำ

ถ้าเป็น steroidal saponins จะให้สี น้ำเงิน หรือ น้ำเงิน-เขียว

triterpenoid saponins จะให้สี แดง ชมพู หรือ ม่วง

ประโยชน์

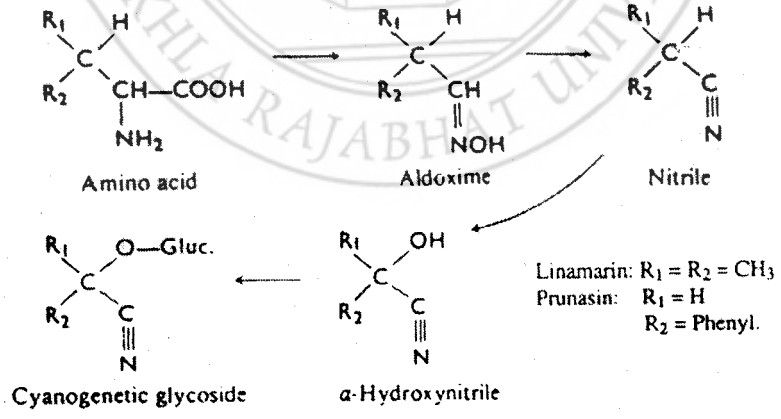
1. ใช้เป็นสารชะล้างแทนสบู่
2. ใช้เป็นสารพ่นดับไฟ
3. ใช้เป็นสารเบื่อปลา
4. ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาพวก steroid hormones

**ไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์**

ไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์เป็นไกลโคไซด์เมื่อย่อยแล้วจะให้กรดไฮโดรไซยานิค (HCN) หรือไซยาไนด์ aglycone ของไกลโคไซด์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเป็นอนุพันธ์ของ mandelonitrile (benzaldehyde-cyanohydrin) ส่วนน้ำตาลอาจจะเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว เช่น กลูโคส หรือเชิงซ้อน เช่น gentiobiose หรือ vicianose เป็นต้น ไกลโคไซด์ที่เกิดขึ้นเป็นแบบ O-glycoside เมื่อเซลล์ของพืชแตก หรือถูกทำลายสารนี้จะถูกย่อยโดยเอนไซม์ที่อยู่ในพืชเอง ทำให้ได้กรดไฮโดรไซยานิคเกิดขึ้น หรืออาจถูกย่อยโดยกรดเจือจาง เช่น กรดเกลือ กรดซัลฟูริค แต่กรดชนิดเข้มข้นจะไม่ทำให้กรดไฮโดรไซยานิคถูกปล่อยออกมา

การกระจายตัวของไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์ในพืช

สารไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์พบได้ในพืชกว่า 80 วงศ์ ที่พบมากได้แก่ Rosaceae Leguminosae Euphobiaceae Graminae และ Linaceae ตัวอย่างพืชที่พบได้แก่ รากมันสำปะหลัง เมล็ดกระ ฝักสะตอ ตำแยแมว ผักหนาม ผักเสี้ยนผี ใบยางพารา กระเบา น้ำ หญ้าตีนกา เป็นต้น สารที่พบได้แก่ amygdalin prunasin linamarin เป็นต้น




**ภาพที่** 2-10 การสังเคราะห์ไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์

ที่มา Evans,1996:335

การตรวจสอบ

ทำได้โดยตรวจหาไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์ที่เกิดขึ้น โดยให้ทำปฏิกิริยาอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น Guignard test, Guaiac Copper test, Prussian blue test และ silver nitrate test เป็นต้น วิธีที่นิยมใช้มากคือ Guignard test, เพราะสะดวก รวดเร็ว และเห็นผลชัดเจน แต่วิธีดังกล่าวสามารถให้ผล + กับสาร volatile reducing agents อื่นๆ เช่น $H_2S$ $SO_2$ และ aldehydes ด้วย

วิธีตรวจสอบทำได้โดยนำพืชที่ต้องการทดสอบมา 2 กรัม มาหั่น หรือบด ให้เป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำเล็กน้อยพอชื้น เติมคลอโรฟอร์มหรือไทลูอีน 2-3 หยด เพื่อช่วยเร่งให้เอนไซม์ทำงานได้ดีขึ้น จากนั้นใช้กระดาษกรองชิ้นเล็กๆชุบสารละลายโซเดียมพิเครต (5 กรัม $Na_2CO_3$ 0.5 กรัม picric acid เติมน้ำจนครบ 100 มิลลิลิตร) เป่าพอแห้งหมาดๆ นำมาแขวนที่จุกคอร์กที่ใช้ปิดหลอดแก้ว โดยระวังไม่ให้กระดาษกรองติดข้างหลอดแก้วหรือจุ่มลงในพืชที่ใช้ทดสอบ หลอดแก้วมาจุ่มในหม้อไอน้ำที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส นานไม่เกิน 3 ชั่วโมง ไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์ที่เกิดขึ้นจะตรวจได้ภายในเวลา 15 นาที โดยสังเกตจากสีกระดาษโซเดียมพิเครต ซึ่งเดิมมีสีเหลือง จะเปลี่ยนเป็นสีแดงอิฐของ sodium isopurpurate ซึ่งแสดงว่ามีไซยาโนเจนนีติกไกลโคไซด์เกิดขึ้น

พืชที่ใช้ตรวจสอบควรเป็นพืชสดที่เก็บมาใหม่ๆ

**ไอโซไทโอไซยาเนทไกลโคไซด์**

ไอโซไทโอไซยาเนทไกลโคไซด์เป็นไกลโคไซด์ที่เรียกว่า glucosinolate compounds หรือ mustard oil glycosides พบมากในเมล็ดพืชพวก cruciferous ซึ่งอยู่ในวงศ์ Cruciferae Capparidaceae Moringaceae Resedaceae Euphorbiaceae Phytolaccaceae Caricaceae และ Salvadoraceae ตัวอย่างสารที่พบเช่น sinigrin progoitrin

การย่อยไอโซไทโอไซยาเนทไกลโคไซด์

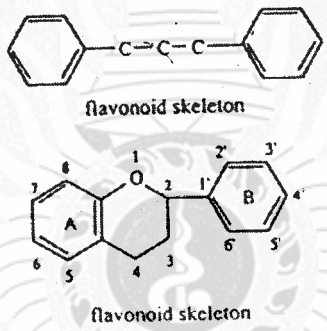
เมื่อพืชถูกสับหรือบดให้เซลล์แตก ไอโซไทโอไซยาเนทจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ thioglucosidase เป็นเอนไซม์ที่พบได้ในพืชที่มีไอโซไทโอไซยาเนทเป็นส่วนประกอบ เอนไซม์นี้จะทำงานได้ดีที่ pH 6.5-7.5 อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส ผลที่ได้จากการย่อยจะได้น้ำตาลกลูโคส สารอนินทรีย์ซัลเฟต และ hydroxamic acid ซึ่งเป็นสารที่ไม่คงตัว จะสลายต่อไปเป็นสารจำพวก isothiocyanates ในทันที แต่ในบางกรณี aglycone ที่ได้จากการย่อยไกลโคไซด์ใน

กลุ่มนี้จะเป็น thiocyanates หรือ nitriles ได้เช่นกัน aglycones ที่ได้อาจเรียกรวมๆว่า มัสตาร์ดออยล์ ซึ่งอาจเป็นสารที่ระเหยได้ หรือสารที่ระเหยไม่ได้

**ฟลาโวนอยด์**

ฟลาโวนอยด์เป็นเม็ดสีที่พบในส่วนต่างๆของพืช โดยเฉพาะในดอก ทำให้ดอกมีสีสวยงาม เช่น สีแดง เหลือง ม่วง น้ำเงิน เป็นสารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenolic compound) ในธรรมชาติอาจพบอยู่อย่างอิสระหรืออยู่ในรูปไกลโคไซด์ ส่วนใหญ่จะเป็น O-glycoside มีบ้างที่เป็น C- glycoside น้ำตาลจะมาจับที่ตำแหน่งที่ 3, 5, หรือ 7 ฟลาโวนอลไกลโคไซด์มักจะพบในเซลล์เซพ (cell sap) ของดอกไม้ ผลไม้ และใบไม้

คุณสมบัติทางเคมี มีโครงสร้างพื้นฐานเป็น $C_6$-$C_3$-$C_6$ ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย pyran ring จับกับ 3 carbon chain และ 1 benzene ring ดังในภาพที่ 2-11




**ภาพที่** 2-11 flavonoid skeleton

ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536:89

ชนิดของฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์แบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามลักษณะโครงสร้างได้เป็น 12 กลุ่ม คือ

1. ฟลาโวนส์ (Flavones)
2. ไอโซฟลาโวนส์ (Isoflavones)
3. ฟลาโวนอลส์ (Flavonols)
4. ฟลาวาโนนส์ (Flavanones)
5. ฟลาวาโนนอลส์ (Flavanonols)
6. ลิวโคแอนโธไซยานินส์ (Leucoanthocyanins)
7. แอนโธไซยานินส์ (Anthocyanins)

8. **คาทีชินส์** (Catechins)
9. **ชาลโคนส์** (Chalcones)
10. **ไดไฮโดรชาลโคนส์** (Dihydrochalcones)
11. **ออโรนส์** (Aurones)
12. **แซนโทนส์** (Xanthones)

**ฟลาโวนส์ ไอโซฟลาโวนส์ และ ฟลาโวนอลส์**

ฟลาโวนส์และฟลาโวนอลส์เป็นสารที่ให้เม็ดสี สีเหลืองที่พบในพืช ยกเว้นสีเหลืองเข้ม ซึ่งมักจะเป็น carotenoids ส่วนไอโซฟลาโวนส์เป็นสารไม่มีสี พบได้น้อยในพืช

ฟลาวาโนนส์

ฟลาวาโนนส์เป็นสารไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อนๆ พบได้น้อยในพืช ฟลาวาโนนส์ไกลโคไซด์ เช่น hesperidin และ naringin พบได้ในเปลือกผลส้ม

ฟลาวาโนนอลส์

ฟลาวาโนนอลส์เป็นสารที่ไม่มีสี หรือมีสีเหลืองอ่อน พบได้น้อยในพืช สารนี้เมื่อถูกด่างในอุณหภูมิสูงจะสลายตัวให้ชาลโคนส์

ลิวโคแอนโธไซยานินส์

ลิวโคแอนโธไซยานินส์เป็นสารไม่มีสี มีโครงสร้างเป็น polyhydroxy flavan-3,4-diol พบได้น้อยในรูปของไกลโคไซด์ aglyconeของสารในกลุ่มนี้เรียกว่าลิวโคแอนโธไซยานิดิน (leucoanthocyanidin) ซึ่งเมื่อถูกกรด มีออกซิเจนและความร้อน บางส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอนโธไซยานิดิน

แอนโธไซยานินส์

แอนโธไซยานินส์เป็นเม็ดสี สีชมพู แดง ม่วง จนถึงน้ำเงิน พบได้ในกลีบดอกไม้และส่วนอื่นๆของพืช เช่น กลีบเลี้ยง ใบ เปลือกผล aglycone ของแอนโธไซยานินส์ เรียกว่าแอนโธไซยานิดินส์ (anthocyanidins ) ในธรรมชาติมักพบในรูปไกลโคไซด์ซึ่งมีน้ำตาลมาเกาะที่ตำแหน่ง C-3 หรือ C-5 และยังพบเป็นจำนวนมากที่มีน้ำตาลมาเกาะทั้งสองตำแหน่ง ตัวอย่างพืชที่มีแอนโธไซยานินส์ได้แก่ ดอกกุหลาบ ดอกอัญชัน ดอกเข็มแดง เป็นต้น สีแดงในดอกไม้บางชนิดไม่ใช่สารแอนโธไซยานินส์ แต่เป็นเบต้า-ไซยานินส์(batacyanins) เช่นสีแดงของดอก หงอนไก่ บานเย็น เฟื่องฟ้า สีของแอนโธไซยานินส์จะมีคุณสมบัติเป็น indicator ในตัวเอง สีที่เกิดขึ้นจะ

ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่างของสารละลายในสารละลายที่เป็นกรดจะให้สีแดงปนส้มในสารละลายเป็นกลางจะอยู่ในสภาพ pseudobase ซึ่งไม่มีสี ในด่างจะอยู่ในสภาพ anhydrobase ซึ่งให้สีม่วง-น้ำเงิน เมื่อสภาพความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลง จะทำให้สีของสารเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้

คาทีชินส์

คาทีชินส์มีโครงสร้างเป็น polyhydroxy flavan-3-ol เป็นสารไม่มีสี พบได้ในพืชทั่วไป โดยเฉพาะไม้เนื้อแข็ง คาทีชินส์เป็นสารตั้งต้นของ condensed tannin มีคุณสมบัติพิเศษคือ เมื่อถูกความร้อน กรด หรือเอนไซม์ จะเปลี่ยนจากสารที่ไม่มีสีเป็นสีแดง ซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้แก่ catechin, gallocatechin

ชาลโคนส์และไดไฮโดรชาลโคนส์

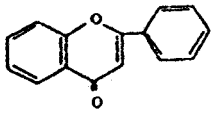
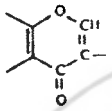
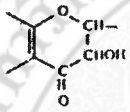
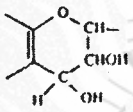
ชาลโคนส์และไดไฮโดรชาลโคนส์สารนี้พบได้น้อยในพืช เป็นเม็ดสี สีเหลืองเข้ม ในสารละลายที่เป็นกรดจะเปลี่ยนเป็นฟลาวาโนนส์ได้ ในสารละลายที่เป็นด่างปฏิกิริยาจะเกิดตรงกันข้าม ในด่างสีของชาลโคนส์จะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้มแดง พบได้ในดอกไม้สีเหลืองของพืชในวงศ์ Compositae Oxalidaceae Scrophulariaceae Acanthaceae และ Liliaceae เป็นต้น

ออโรนส์

ออโรนส์เป็นเม็ดสี สีเหลืองทอง พบได้ทั้งรูปอิสระและไกลโคไซด์ ในสารละลายที่เป็นด่างสีจะเปลี่ยนเป็นสีแดงกุหลาบ ออโรนส์มีโครงสร้างที่ต่างกับฟลาโวนอยด์ตัวอื่นๆ คือ มีโครงสร้างเป็น 2-benzylidene coumaranone

แซนโทนส์

แซนโทนส์เป็นเม็ดสี สีเหลือง มีโครงสร้างเป็นอนุพันธ์ของ benzophenone อาจจะจัดอยู่ในโครงสร้างแบบ $C_6$-$C_1$-$C_6$ ที่จัดสารกลุ่มนี้ไว้ในกลุ่มฟลาโวนอยด์เนื่องจากมีกระบวนการชีวสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับสารในกลุ่มนี้ สารที่พบคือ gentisin ซึ่งพบในรากของ *Gentiana lutea* และ mangiferin ซึ่งเป็นไกลโคไซด์ จากรากของ *Mangifera indica*

| ชนิดของฟลาโวนอยด์ | | ตัวอย่างสาร |
|---|---|---|
| flavones |  | a. chrysin :dihydroxy 5,7<br>b. apigenin :trihydroxy 5,7,4'<br>c. luteolin :tetrahydroxy 5,7,3',4' |
| isoflavones |  | a. genistein : 5,7,4'<br>b. orobol : 5,7,3',4' |
| flavanonols |  | a. taxifolin : tetrahydroxy 5,7,3',4' |
| leucoanthocyanidins |  | a. melacacidin : tetrahydroxy 7,8,3',4'<br>b. peltogynol :trihydroxy 7,3'4' |

**ภาพที่** 2-12 โครงสร้างพื้นฐานของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์บางชนิด
ที่มา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536 :90

การสกัดและการตรวจสอบฟลาโวนอยด์ในพืช

การสกัดฟลาโวนอยด์จากพืชสด นิยมสกัดด้วยเมทธานอล เอทธานอล ทั้งฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ และ aglycone จะไม่ละลายในปิโตรเลียมอีเทอร์ จึงมักสกัดพืชด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ก่อนเพื่อเอาไขมันออกแล้วมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ จะใช้เอทธานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ethyl acetate เป็นสารที่เหมาะกับการสกัดคาทีชินส์ และ ลิวโคแอนโธไซยานิดินส์

การตรวจสอบฟลาโวนอยด์มักใช้ปฏิกิริยา cyaniding reaction ซึ่งใช้ทดสอบ benzo-γ-pyrone nucleus แต่ปฏิกิริยานี้จะให้ผล + กับสารอื่นๆที่มี nucleus นี้ แต่ไม่ใช่ฟลาโวนอยด์ด้วย

วิธีการทดสอบทำได้โดยนำสารสกัดแอลกอฮอล์ที่ได้จากพืชมาเติม magnesium ribbon ชิ้นเล็กๆ ลงไป 2-3 ชิ้น แล้วหยดกรดเกลือเข้มข้น 3-4 หยด ดูสีที่เกิดขึ้นภายใน 1-2 นาที ความเข้มของสีที่เกิด ขึ้นอยู่กับปริมาณของฟลาโวนอยด์ ถ้าสีที่เกิดขึ้นเป็นสีแดง-แดงเลือดหมู แสดงว่ามีฟลาโวนอลส์ ถ้าเป็นสีเลือดหมู-ม่วง แสดงว่ามีฟลาโวโนนส์ ในบางกรณีสีที่เกิดขึ้นอาจเป็นสี

เขียว-น้ำเงิน ก็ถือว่าเป็น + test ของฟลาโวนอยด์เช่นกัน สำหรับแซนโทนส์จะให้ + test กับ cyaniding reaction แต่ชาลโคนส์และออโรนส์ให้ – test อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบสำหรับการตรวจสอบโดยใช้ cyaniding reaction ก็คือสีที่เกิดขึ้นไม่ชัดเจน เนื่องจากในพืชมีเม็ดสีอื่นๆ มาปะปน

ประโยชน์ของฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์หลายชนิดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น rutin ใช้รักษาโรคเส้นเลือดฝอยเปราะ ฟลาโวนอยด์ใน Buchu ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ไอโซฟลาโวนส์ ใน Clover มีฤทธิ์คล้าย estrogen อ่อนๆ ฟลาโวนอยด์บางชนิดมีฤทธิ์ฆ่าแมลง ต้านเชื้อรา แก้อักเสบ และต้านเซลล์มะเร็ง เป็นต้น

**แอลกอฮอลิคไกลโคไซด์**

แอลกอฮอลิคไกลโคไซด์เป็นไกลโคไซด์กลุ่มเล็กๆ มักพบในพืชวงศ์ Ericaceae มีส่วน aglycone เป็นสารจำพวกแอลกอฮอล์ น้ำตาลที่พบเป็น β -D-glucose ไกลโคไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบ O-glycoside ตัวอย่างไกลโคไซด์ในกลุ่มนี้ได้แก่ salicin populin และ coniferin เป็นต้น salicin พบได้ในพืชจำพวก Salix และ Populus ในวงศ์ Salicaceae เมื่อรับประทานเข้าไป salicin จะสลายให้ salicylic acid ในระบบทางเดินอาหาร จึงใช้เป็นยารักษาโรคปวดตามข้อ

**ฟีนอลิคไกลโคไซด์**

ฟีนอลิคไกลโคไซด์เป็นไกลโคไซด์ที่มีส่วน aglycone เป็นสารจำพวก phenolic ตัวอย่างของไกลโคไซด์ในกลุ่มนี้ได้แก่ arbutin hesperidin และ iridin เป็นต้น

การตรวจหา phenolic hydroxy group อาจทำได้โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลาย ferric chloride สีที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของ phenolic OH group ที่มีอยู่ในสารนั้น เช่น

สารที่มี phenolic OH 1 กลุ่ม จะให้สีม่วง

สารที่มี phenolic OH 2 กลุ่ม จะให้สีเขียว

สารที่มี phenolic OH 3 กลุ่ม จะให้สีน้ำเงิน

**แอลดีไฮด์ไกลโคไซด์**

แอลดีไฮด์ไกลโคไซด์เป็นไกลโคไซด์กลุ่มเล็กๆ ที่มี aglycone เป็นสารจำพวกแอลดีไฮด์ ตัวอย่างได้แก่ vanillin salinigrin และ helicin

**แลคโทนไกลโคไซด์**

แลคโทนไกลโคไซด์อาจเรียกว่าคูมารินไกลโคไซด์ (coumarin glycosides) เป็นไกลโคไซด์ของสารจำพวกแลคโทน สารในกลุ่มนี้จะเป็นแลคโทนของ O-hydroxy cinnamic acid ส่วนใหญ่จะพบได้ในพืชวงศ์ Graminae Orchidaceae Leguminosae Umbelliferae Rutaceae และ Labiatae

คุณสมบัติทางเคมี

สารคูมารินส์เกือบทั้งหมดในธรรมชาติ จะมีออกซิเจนที่ตำแหน่ง C-7 อาจพบในรูปของ hydroxy หรือ alkoxyl สารบางตัวระเหยได้เช่น คูมารินส์ สารในกลุ่มนี้อาจเกิดขึ้นเองในธรรมชาติหรือได้จากการสังเคราะห์

การตรวจสอบสารจำพวกคูมารินส์ในพืช

ในการตรวจสอบทำได้โดยนำพืชมาประมาณ 2 กรัม มาหั่นหรือบดใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นเล็กน้อยเพื่อให้ชื้น ปิดปากหลดทดลองด้วยกระดาษกรองชุบสารละลายเจือจางของโซเดียมไฮดรอกไซด์ นำหลอดทดลองมาแช่ในหม้อไอน้ำเดือดนานประมาณ 5 นาที นำกระดาษกรองที่ปิดปากหลอดมาส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ถ้ามีสารชนิดที่ระเหยได้จะเห็นการเรืองแสงที่กระดาษกรอง สำหรับคูมารินส์ชนิดที่ไม่ระเหยมักสกัดด้วยตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์ แล้วนำสารสกัดที่ได้มาตรวจสอบด้วย TLC พ่นด้วยสารละลายโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ นำมาส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต จะเห็นการเรืองแสง

**แทนนิน**

แทนนินเป็นสารที่พบได้ทั่วไปในพืชเกือบทุกชนิด เป็นสารจำพวก polyphenolic compounds ที่มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างสลับซับซ้อน แยกให้บริสุทธิ์ได้ยากเพราะไม่ตกผลึก ส่วนใหญ่จะพบในรูปของไกลโคไซด์

ชนิดของแทนนิน

แบ่งออกได้ 2 กลุ่มคือ

1. True tannin แบ่งออกได้ 2 กลุ่ม คือ

1.1 Hydrolysable tannins หรือเรียกว่า gall tannins หรือ pyrogallol tannins เกิดจากสารพวก polyhydric compounds เช่น gallic acid หรือ ellagic acid จับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ เป็นสารที่ถูกย่อยโดยกรดหรือเอนไซม์ tannase สารในกลุ่มนี้มีสีเหลือง-น้ำตาล ละลายในน้ำร้อน

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ได้เป็น colloidal dispersions มีรสฝาด ใช้ฟอกหนังสัตว์ได้ เมื่อทำปฏิกิริยากับ $FeCl_3$ จะได้สีน้ำเงิน

1.2 Condensed tannins อาจเรียกว่า catechin tannins หรือ phobatannins เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ เป็น polymer ของ phenolic compounds มีสูตรโครงสร้างเกี่ยวพันกับสารพากฟลาโวนอยด์ พบว่า catechins และ falvan-3, 4, diols เป็นสาร intermediate ในขบวนการชีวสังเคราะห์ของแทนนินกลุ่มนี้ condensed tannins เป็นสารที่ไม่ถูกย่อย แต่เมื่อถูกกรดหรือเอนไซม์จะสลายให้สารสีแดง ซึ่งไม่ละลายน้ำ เรียกสารดังกล่าวว่า phlobaphenes

2. Pseudo tannin มีโมเลกุลเล็กกว่า true tannin ตัวอย่างเช่น gallic acid catechin chlorogenic acid และ ipecacuanhic acid

**คุณสมบัติแทนนิน**

1. ละลายได้ใน น้ำ สารละลายด่างเจือจาง แอลกอฮอล์ อะซิโทน
2. สารละลายของแทนนินสามารถตกตะกอนโลหะหนัก แอลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ โปรตีน และเยลลาตินได้
3. เมื่อทำปฏิกิริยากับเกลือของ ferric เช่น ferric chloride hydrolysable tannin จะให้ตะกอนสีน้ำเงินดำ ส่วน condensed tannin จะให้ตะกอนสีน้ำตาล-เขียว

**การตรวจสอบแทนนินในพืช**

ทำได้โดยใช้ปฏิกิริยา gelatin-salt block test ทั้ง hydrolysable tannin และ condensed tannin จะตกตะกอน นอกจากนี้ยังอาศัยปฏิกิริยาระหว่างแทนนินกับสารละลาย ferric chloride ให้สีน้ำเงิน-ดำ- เขียว เพื่อใช้ในการ confirm ว่ามีแทนนินอยู่จริง

ส.พ
631.523
ม25ศ
150233