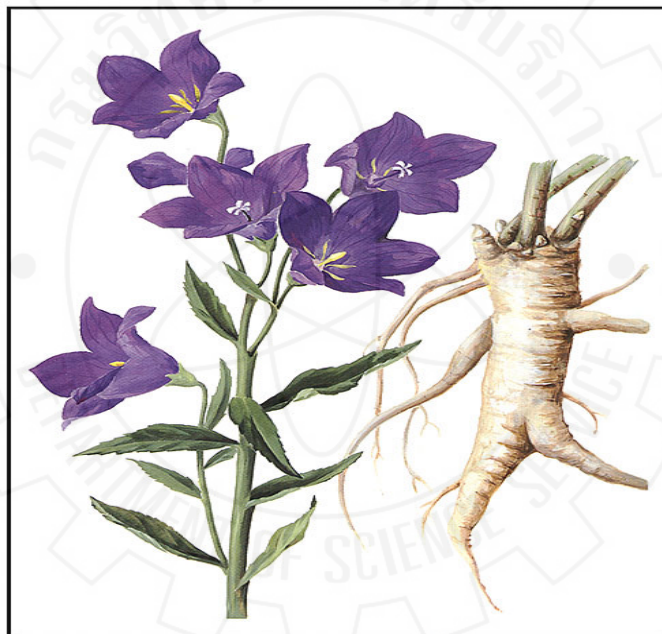


ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้

ซาโปนิน (Saponins)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม 2553

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้

ซาโปนิน (Saponins)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม 2553

คำนำ

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ เรื่อง “ซาโปนิน (Saponins)” ฉบับนี้ สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการเครือข่ายห้องสมุด อิเล็กทรอนิกส์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ โครงการย่อยที่ 2 โครงการเพิ่มศักยภาพการเข้าถึง สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบ Digital Library กิจกรรมย่อย 2.5 ประมวลสารสนเทศพร้อม ใช้ (Information Repackaging) ในส่วนของสารความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้นี้ให้ผู้ใช้ได้เข้าถึงสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและสะดวกพร้อมใช้ เอกสารประมวลพร้อมใช้ฉบับนี้ให้ความรู้เกี่ยวกับซาโปนินคือ อะไร แหล่งที่พบซาโปนิน โครงสร้างและคุณสมบัติของซาโปนิน ความเป็นพิษของซาโปนิน การใช้ประโยชน์ ของซาโปนิน การประยุกต์ใช้ด้านอาหาร การประยุกต์ใช้ด้านเครื่องสำอาง การประยุกต์ใช้ด้านเภสัช /สุขภาพ การผลิต การสกัด และการทำให้บริสุทธิ์ และการวิเคราะห์ปริมาณซาโปนิน

คณะผู้จัดทำหวังว่า ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ที่สนใจศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับซาโปนิน โดยเอกสารฉบับเต็มที่ใช้ในการเรียบเรียงประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ได้รวบรวม จัดเก็บ และให้บริการ ณ บริเวณห้องอ่านชั้น 2

ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	1
คำสำคัญ	1
บทนำ	2
ซาโปนินคืออะไร	2
แหล่งที่พบซาโปนิน	3
โครงสร้างและคุณสมบัติของซาโปนิน	5
ความเป็นพิษของซาโปนิน	10
การใช้ประโยชน์ของซาโปนิน	11
การประยุกต์ใช้ด้านอาหาร	11
การประยุกต์ใช้ด้านเครื่องสำอาง	12
การประยุกต์ใช้ด้านเภสัช / สุขภาพ	12
การผลิต การสกัด และการทำให้บริสุทธิ์	13
การวิเคราะห์ปริมาณซาโปนิน	16
บทสรุป	18
เอกสารอ้างอิง	19

ซาโปนิน (Saponins)

บทคัดย่อ

ซาโปนินเป็นไกลโคไซด์ (glycoside) ที่พบในพืชเป็นส่วนใหญ่ พบบ้างในสัตว์ เช่น ปลาฉลามและเต่าทะเล โครงสร้างของซาโปนินประกอบด้วยส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาล (aglycone) ซึ่งเป็นสารจำพวกไตรเทอร์ปีนส์ (triterpenes) หรือสเตียรอยด์อะไกลโคน (steroidal aglycone) เรียกส่วนนี้ว่า ซาโปจีนิน (sapogenin) และส่วนที่เป็นน้ำตาลเรียกว่า ไกลโคน (glycone) ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือโมเลกุลมากกว่าหนึ่งหน่วย ไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปนิน ส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนสเตียรอยด์ซาโปนินพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว โมเลกุลของซาโปนินมีส่วนที่ละลายในน้ำและส่วนที่ละลายได้ในไขมัน ทำให้มีคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์และชีววิทยาหลากหลาย ซาโปนินมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว เป็นสารทำให้เกิดฟอง เป็นสารต้านจุลินทรีย์ ต้านเชื้อรา กำจัดศัตรูพืช ต้านมะเร็ง ลดคอเลสเตอรอล ฯลฯ แต่มีข้อเสียคือ เมื่อกินเข้าไปจะทำให้เกิดลมพิษ (urticaria) หรือผื่นคัน (skin rash) ได้ในมนุษย์ และทำให้เกิดการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงขณะปล่อยฮีโมโกลบินออกมา ถ้าฉีดเข้าในร่างกาย (hemolysis of blood cell) อีกทั้งซาโปนินยังเป็นพิษต่อสัตว์เลือดเย็น มีการนำไปประยุกต์ใช้ในอาหารคนและสัตว์ เครื่องสำอางและทางเภสัชกรรม ตลอดจนการพัฒนาระบบการผลิต การสกัด การทำสารให้บริสุทธิ์และนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ การตรวจหาซาโปนินในพืชด้านคุณภาพและปริมาณสามารถทำได้วิธีทางชีวภาพ โครมาโตกราฟีและสเปกโตรโฟโตเมตรี

คำสำคัญ : ซาโปนิน; สารลดแรงตึงผิว; คอเลสเตอรอล; อะไกลโคน

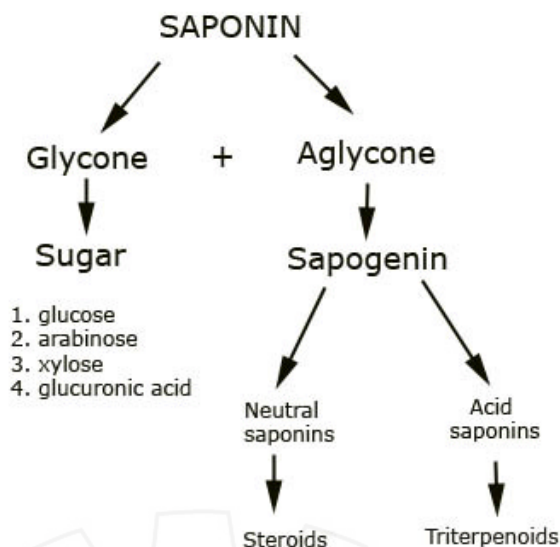
Keywords : Saponin; Surfactants; Cholesterol; Aglycone; Glycogenin; Sapotoxin

1. บทนำ (Introduction)

ซาโปนิน (Saponin) เป็นสารทุติยภูมิที่พบได้ทั้งในพืชและสัตว์ แต่ส่วนใหญ่พบมากในพืช คำว่า “sapon” มาจากภาษาลาตินว่า “sapo” หมายถึง สบู่ (soap) ซาโปนินเมื่อละลายน้ำจะเกิดเป็นฟองสบู่ เนื่องจากตัวมันเองมีทั้งหัวที่ละลายในน้ำและละลายในไขมัน จึงมีคุณสมบัติเป็นผงซักฟอกธรรมชาติใช้ทำความสะอาดเสื้อผ้า พืชที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นแหล่งของซาโปนินในทางการค้ามี 2 ชนิดได้แก่ *Yucca schidigera* จากประเทศเม็กซิโกและ *Quillaja saponaria* (soapbark tree) จากประเทศชิลี ซาโปนินจาก *Yucca schidigera* เรียกอีกอย่างว่า yucca saponin ชาวพื้นเมืองของอเมริกันนิยมใช้ทำสบู่ ส่วนซาโปนินจาก *Quillaja saponaria* เรียกว่า quillaja saponin ในประเทศชิลีใช้เปลือกของต้น quillaja ที่มีสารซาโปนินสำหรับทำแชมพู (Saponin, 2008) พืชที่มีซาโปนินและใช้เป็นสบู่มานานและรู้จักกันทั่วไป ได้แก่ soapwort (*Saponaria officinalis*), soaproot (*Chlorogalum pomeridianum*), soapbark (*Quillaja saponaria*) และ soapberry (*Sapindus mukorossi*) ซาโปนินมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพหลากหลายสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างคือ ใช้เป็นสบู่ ยาเบื่อปลาและกำจัดหอย ตลอดจนใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เป็นตัวทำให้เกิดฟองในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เครื่องดื่มค็อกเทลมิกซ์ คุณสมบัติลดแรงตึงผิวจึงใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดใบหน้าและเครื่องสำอาง คุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial) และต้านเชื้อรา (anti-fungal) ใช้เป็น antinutritional factor และมีแนวโน้มที่สามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลาย (Weisman, Z. and Chapagain, BP., 2003) บางกรณีมีการใช้ในวงจำกัดเนื่องจากมีรสขม ปัจจุบันมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ลดคอเลสเตอรอล (cholesterol) และต้านมะเร็ง (Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G., 2007) และใช้ในรูปแบบของยาสมุนไพร (herbal medicines) เช่น ซาโปนินจากถั่วเหลืองและกระเทียม ในเชิงพาณิชย์มีการพัฒนากระบวนการใหม่ๆ และปรับปรุงเทคโนโลยีที่มีอยู่เดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสกัด การทำให้เข้มข้น และการทำให้สารบริสุทธิ์

2. ซาโปนินคืออะไร (What is saponins ?)

ซาโปนินเป็นสารประกอบประเภทไกลโคไซด์ (glycoside) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะไกลโคน (aglycone) และไกลโคน (glycone) ดังแสดงในรูปที่ 1 อะไกลโคนหรือจินิน (genin) เรียกอีกอย่างว่า ซาโปจินิน (sapogenin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไตรเทอร์ปีนส์ (triterpenes) สเตียรอยด์ (steroids) หรือสเตียรอยด์อัลคาลอยด์ (steroid-alkaloid) สเตียรอยด์ซาโปนินประกอบด้วยคาร์บอน 27 ตัว ส่วนไตรเทอร์ปีนส์ซาโปนินประกอบด้วยคาร์บอน 30 ตัว ส่วนที่เป็นน้ำตาลหรือที่เรียกว่า ไกลโคน (glycone) นั้นเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือหลายโมเลกุลต่อกัน น้ำตาลส่วนใหญ่เป็น monosaccharides ได้แก่ D-glucose, D-galactose, D-glucuronic acid, D-galacturonic acid, L-rhamnose, L-arabinose, D-xylose และ D-fructose เป็นต้น ซึ่ง yucca saponin เป็นสเตียรอยด์ซาโปนิน ขณะที่ quillaja saponin เป็นไตรเทอร์ปีนส์ซาโปนิน



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของซาโปนิน (saponins, 2009)

3. แหล่งที่พบซาโปนิน (Source of saponins)

ซาโปนินเป็นสารไกลโคไซด์ที่พบในส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ใบ ลำต้น ราก หัว ดอก และผล ในพืชวงศ์ Sapindaceae สกุล Sapindus (soapberry หรือ soapnut) และวงศ์ Aceraceae (maple) และวงศ์ Hippocastanaceae (horse chestnut) (Saponin, 2008) ปัจจุบันมีรายงานว่าพบในพืชมากกว่า 100 วงศ์ ทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและคู่ พบในสัตว์ทะเลเป็นส่วนน้อย เช่น ปลาดาว แดงกวางทะเล (Sahelian, 2008) สเตียรอยด์ซาโปนินส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น วงศ์ Agavaceae, Dioscoreaceae และ Liliaceae ไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปนินส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น วงศ์ Leguminosae, Araliaceae และ Caryophyllaceae เป็นต้น แหล่งของซาโปนินที่เป็นพืชอาหารพบในพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วปากอ้า ถั่วลิสง ถั่วเลนทิล ฯลฯ ที่พบในพืชผัก เช่น กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง ซาผักโขม และมันมือเสือ ต้นสบู่ (*Quillaja saponaria*) มะคำดีควาย (*Sapindus rarak*) อัลฟัลฟา (*Medicago sativa*) horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza* spp.) โสม (*Panax* spp.) ฯลฯ

ถั่วเหลืองนอกจากเป็นแหล่งของโปรตีนแล้วยังประกอบด้วยสารอื่นที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ซาโปนินและไอโซฟลาโวน (isoflavone) น้ำมัน กรดไขมัน เส้นใย และสารยับยั้งทริปซิน (trypsin inhibitor) ซาโปนินและไอโซฟลาโวนเป็นสารป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ (MacDonald, RS., et al., 2005) ลดคอเลสเตอรอลได้ กระบวนการแปรรูปถั่วเหลืองเป็นอาหารสัตว์และอาหารคนจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซาโปนินและ ไอโซฟลาโวน พืชแต่ละชนิดมีซาโปนินเชิงซ้อนผสมรวมกัน โดยถั่วเหลืองแบ่งซาโปนินได้เป็น 3 กลุ่ม ตามโครงสร้างของอะไกลโคน คือ soyasapogenol A, B และ E ถั่วเหลืองประกอบด้วยซาโปนิน 0.1-

0.5% ในใบเลี้ยง (cotyledons) 0.2 – 0.3 % ในขณะที่ลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) มีมากถึง 2 % ส่วนเปลือกที่หุ้มเมล็ดไม่พบซาโปนิน (Anderson, RL. and Wolf, WJ., 1995)

Avenacoside เป็นสเตียรอยด์ซาโปนินพบได้ในใบของข้าวโอ๊ต ส่วน avenacin เป็นไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปนินพบในรากของข้าวโอ๊ต ซึ่งในใบอ่อนมีซาโปนินมากกว่าใบแก่ ซาโปนินในใบมีคุณสมบัติทำให้เกิดการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงขณะปล่อยฮีโมโกลบินออกมาน้อยกว่าซาโปนินในราก ในเมล็ดถั่วเหลืองที่เพาะปลูก รากจะมี soyasapogenol A มากที่สุดขณะที่บริเวณยอดแรกเกิดมี soyasapogenol B มากที่สุด โดยทั่วไปซาโปนินที่พบในเนื้อเยื่อจะไวต่อการทำลายของเชื้อราและแบคทีเรีย รวมทั้งแมลง ดังนั้นบทบาทของซาโปนินในพืชจะทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวขวางกั้นซึ่งเป็นระบบป้องกันตัวเองของพืช จะเห็นได้จากการพบ avenacin ปริมาณมากที่ปลายรากและพบน้อยลงในส่วนอื่นของราก โดย avenacin ทำหน้าที่เหมือนตัวควบคุมเชื้อรา *Gaeumannomyces graminis* อัลฟัลฟาซาโปนินเกิดจากการทำลายของแมลงซึ่งต่อมาทำหน้าที่เป็นสารไล่แมลง เมื่อใช้อัลฟัลฟาซาโปนินในอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน *Spodoptera littoralis* จะช่วยยืดระยะเวลาการเปลี่ยนจากตัวอ่อนไปเป็นดักแด้ให้นานขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตของแมลงช้าลง เพิ่มอัตราการตาย และอัตราการเกิด นอกจากนี้ซาโปนินยังสามารถควบคุมแบคทีเรียที่อยู่รอบๆ รากของพืชในดินได้ (Wina, E., Muetzel, S., and Becker, K., 2005)

พืชชนิดเดียวกันอาจมีซาโปนินอยู่หลายชนิด เช่น ถั่วเหลืองประกอบด้วย soyasaponin A, B และ E สมุนไพร โสมประกอบด้วยจินเซ็งโนไซด์ (ginsenoside) Rb₁, Rb₂, Rc, Rd, Re, Rf และ Rg₁ โดยตารางที่ 1 แสดงปริมาณซาโปนินที่พบในพืชซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดพืช พันธุกรรมดั้งเดิม ส่วนต่างๆ ของพืช สิ่งแวดล้อม ปัจจัยด้านการเกษตร เช่น การเจริญเติบโตของพืช กระบวนการหรือกรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา

ตารางที่ 1 ปริมาณซาโปนินที่พบในพืชแต่ละชนิด

แหล่งที่มา	ปริมาณซาโปนิน (%)
ถั่วเหลือง	0.22 – 0.47
ถั่วหัวช้าง	0.23
ถั่วเขียว	0.18 – 4.2
Quillaja bark	9 – 10
Yucca	10
Fenugreek Alfalfa	4 – 6
รากชะเอม (Licorice root)	22.2 – 32.3

ตารางที่ 1 ปริมาณซาโปนินที่พบในพืชแต่ละชนิด (ต่อ)

แหล่งที่มา	ปริมาณซาโปนิน (%)
โสมอเมริกา (<i>Pinax quinquefololium</i> L.)	
ใบอ่อน	1.42 – 2.64
ใบแก่	4.14 – 5.58
ราก (4 ปี)	2.44 – 3.88
ข้าวโอ๊ต	0.1 – 0.13
เกาลัด (Horse chestnut)	3 – 6
ใบ sugar beet	5.8
Quinoa	0.14 – 2.3

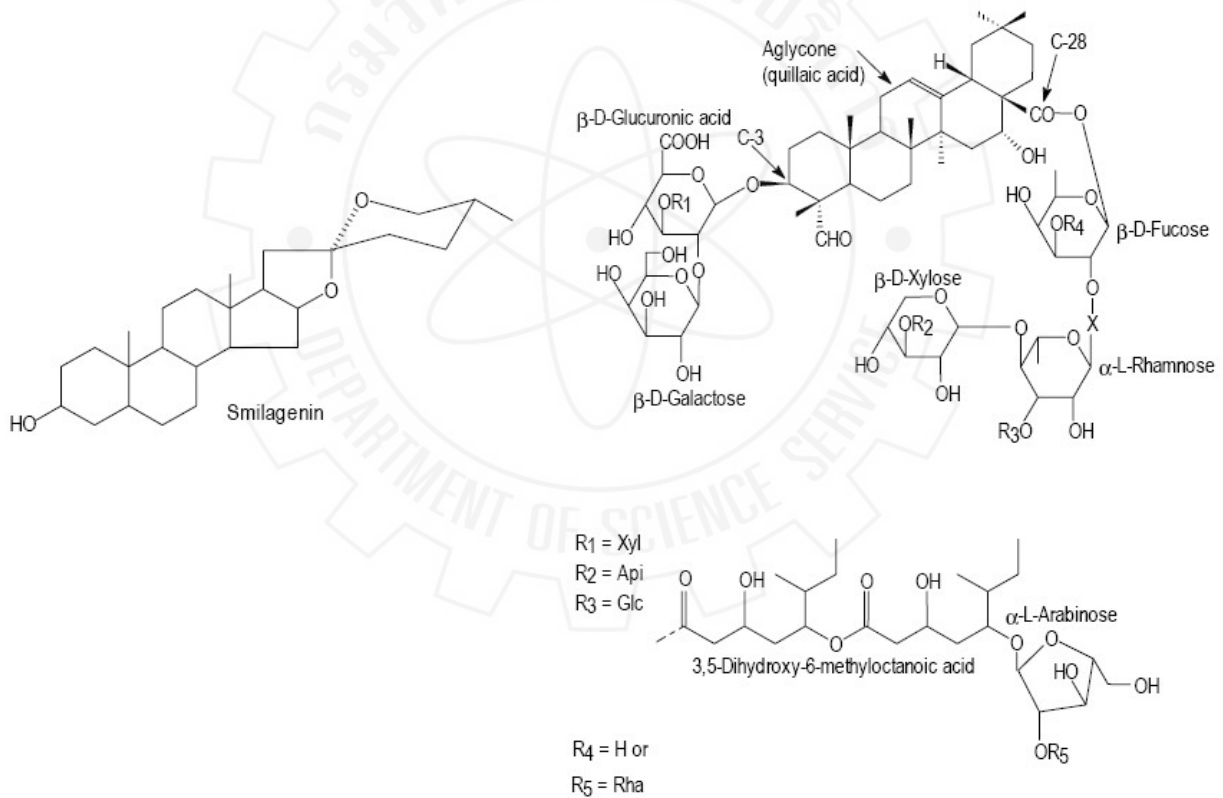
ที่มา : Guclu-Ustundag, O. and Mazza , G. (2007)

4. โครงสร้างและคุณสมบัติของซาโปนิน (Structure and properties of saponins)

ซาโปนินแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามโครงสร้างทางเคมีของอะไกลโคโคนคือ สเตียรอยด์ซาโปจีนิน (steroidal sapogenin, C₂₇) และไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปจีนิน (triterpenoid sapogenin, C₃₀) ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งต่อกับโมเลกุลของน้ำตาลหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าหนึ่งหน่วยด้วย glycosidic linkage ซาโปนินสามารถจัดเป็นกลุ่มตามจำนวนโซ่ของโมเลกุลน้ำตาลในโครงสร้างว่าเป็น mono-, di- หรือ tridesmosidic เช่น monodesmosidic saponin เป็นซาโปนินที่มีโมเลกุลของน้ำตาลหนึ่งหน่วย โดยทั่วไปจะเชื่อมกับส่วนของ sapogenin ที่คาร์บอนตำแหน่งที่สาม ส่วน didesmosidic saponin มีโมเลกุลของน้ำตาลสองหน่วยเชื่อมกับซาโปจีนิน อะไกลโคโคนและกลุ่มที่แสดงหน้าที่ในโครงสร้างอะไกลโคโคน ชนิดของน้ำตาลและตำแหน่งที่เชื่อมสามารถเปลี่ยนแปลงได้จึงทำให้มีสารประกอบซาโปนินหลายกลุ่มและเนื่องจากความซับซ้อนของโครงสร้างทำให้มีคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ ดังแสดงในตารางที่ 2 (Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G., 2007)

4.1 คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ (Physicochemical properties) โครงสร้างซาโปนินประกอบด้วยส่วนที่สามารถละลายได้ในไขมันหรือส่วนของอะไกลโคโคนและส่วนที่ละลายได้ในน้ำคือส่วนของน้ำตาล จึงทำให้เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นสารซักฟอก สารเปียก ตัวกระทำอิมัลชันและทำให้เกิดฟอง เมื่ออยู่ในสารละลาย สารลดแรงตึงผิวจะเกิดเป็นไมเซลล์เหนือความเข้มข้นวิกฤตเรียกจุดนี้ว่า “ ความเข้มข้นวิกฤตของไมเซลล์ ” (critical micelle concentration, cmc) ขนาดและโครงสร้างของไมเซลล์ขึ้นอยู่กับชนิดของซาโปนินในพืช เช่น คุณสมบัติการรวมตัวเป็นไมเซลล์ของ quillaja saponin ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้นของเกลือและความ

เป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิที่ 25 °C ค่า cmc. ของ quillaja saponin อยู่ในช่วง 0.5-0.8 กรัมต่อลิตร โดยจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างและลดลงตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น การรวมตัวกันของคอเลสเตอรอลกับไมเซลล์ของซาโปนินจะเพิ่มค่า cmc ขนาด ความหนืดและจำนวนการจับตัว เป็นผลทำให้ความสามารถในการละลายของคอเลสเตอรอลมากเท่ากับ 10³ เท่าที่อุณหภูมิห้อง (Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G., 2007) นอกจากนี้คุณสมบัติการละลายที่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและหมู่ที่ทำหน้าที่แล้ว ความบริสุทธิ์ของซาโปนินหรือส่วนผสมของซาโปนินก็มีผลต่อการละลายเช่นกัน โดยซาโปนินชนิดหนึ่งมีผลต่อการละลายของซาโปนินอีกชนิด เช่น การละลายของ monodesmosides saponin จะเพิ่มขึ้นเมื่อมี bidesmosides saponin ผสมอยู่ด้วยและยังขึ้นกับโครงสร้างของ monodesmosides saponin เองและอัตราส่วนหรือความเข้มข้นของ bidesmosides saponin เช่น monodesmosides ของ *Sapindus mukurossi* ซึ่งละลายในน้ำได้น้อยจะมีการละลายเพิ่มขึ้นเมื่อมี mukurossi bidesmoside saponin



รูปที่ 2 โครงสร้างของ yucca saponin (ช่าย) และ quillaja saponin (ขวา) โดย yucca saponin มีโครงสร้างเป็น steroidal saponins (C₂₇) ส่วน quillaja saponin มีโครงสร้างเป็น triterpenoid saponin (C₃₀) (Cheeke, RP., 2000)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะไกลโคโคน (Aglycone) และซาโปนิน (Saponin) บางชนิด

สารประกอบ	สูตร	การละลาย	แหล่งที่มา	น้ำหนัก โมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)
Aglycone					
Oleanolic acid	$C_{30}H_{48}O_3$	ไม่ละลายน้ำ ละลายใน อีเทอร์ 95% แอลกอฮอล์ คลอโรฟอร์ม อะซิโตน เมทานอล	Quinoa	457	310
Quillaic acid	$C_{30}H_{46}O_5$	ละลายในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซิโตน เอทิลอะ ซิเตต กรดน้ำส้ม	Quillaja	487	292-293
Diosgenin	$C_{27}H_{42}O_3$	ละลายในตัวทำละลาย อินทรีย์ทั่วไป กรด น้ำส้ม	Dioscorea, fenugreek, yam	415	204-300
Glycyrrhetic acid	$C_{30}H_{46}O_4$		Licorice	471	298-300
Saponin					
Glycyrrhizic acid (Glycyrrhizin)	$C_{42}H_{62}O_{16}$	ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ ไม่ละลายใน อีเทอร์	Licorice	823	
Escin					
α-escin		ละลายได้ดีมากในน้ำ และเมทานอล ละลายได้ เล็กน้อยในอะซิโตน ไม่ ละลายในอีเทอร์และ ไฮโดรคาร์บอน ละลาย ได้ดีในเมทานอล ละลาย ได้เล็กน้อยในอะซิโตน	Horse chestnut		225-227
β-escin		ละลายได้น้อยมากในน้ำ ไม่ละลายในอีเทอร์และ ไฮโดรคาร์บอน			

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะไกลโคน (Aglycone) และซาโปนิน (Saponin) บางชนิด (ต่อ)

สารประกอบ	สูตร	การละลาย	แหล่งที่มา	น้ำหนักโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)
Gypsophia saponin	C ₃₅ H ₆₁ O ₂₄	ละลายในน้ำ (0.5147 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรที่ 25°C)	Gypsophia	863	221-227

ที่มา : Guclu-Ustundag, O. and Mazza , G. (2007)

ความสามารถในการละลายที่เพิ่มขึ้น มีความสำคัญต่อคุณสมบัติทางชีวภาพและกระบวนการแปรรูปซาโปนิน monodesmosides ที่บริสุทธิ์ซึ่งจะละลายน้ำได้น้อยมากและสามารถสกัดออกจากสารประกอบที่เกิดขึ้นร่วมกัน (co-occurring compounds) ได้ง่าย คุณสมบัติการละลายของไมเซลล์มีประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการสกัดหรือมีผลต่อการละลายของส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ยาหรืออาหาร

ตัวทำละลายทั่วไปที่นิยมใช้สกัดซาโปนินคือ น้ำ แอลกอฮอล์ หรือน้ำผสมแอลกอฮอล์ โดยซาโปนินบางตัวสามารถละลายในอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เบนซีน เอทิลอะซิเตตและกรดน้ำส้มเข้มข้นได้ โครงสร้างที่ซับซ้อนของซาโปนินอาจมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างกระบวนการเก็บหรือกระบวนการแปรรูปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติต่างๆ เช่น เกิดการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) โดยมีกรด ค่าง ความร้อนหรือเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นอะไกลโคน โปรซาโปจีนิน (prosapogenin) และน้ำตาล การละลายของอะไกลโคนจะแตกต่างจากซาโปนินเดิมอย่างมากเนื่องจากเป็นส่วนที่ละลายในไขมัน (lipophilic)

ความสัมพันธ์ระหว่างซาโปนินกับโปรตีนขึ้นอยู่กับชนิดโปรตีนและส่วนผสมซาโปนิน เช่น quillaja saponin เมื่อให้ความร้อน 78°C นาน 26 นาที กับเคซีน (casein) จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ในขณะที่ทำปฏิกิริยากับโปรตีนถั่วเหลืองจะเกิดการจับตัวเป็นก้อน ทั้งนี้ไม่ขึ้นกับการเติมซาโปนิน การจับตัวกันของซาโปนินและโปรตีนนี้ใช้ในการคัดแปลงคุณสมบัติของโปรตีนได้ เช่น คุณสมบัติความคงตัวต่อความร้อนและเอนไซม์

4.2 คุณสมบัติทางชีวภาพ (Biological activity) ซาโปนินมีคุณสมบัติทางชีวภาพมากมาย ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดี เช่น เป็นสารต้านจุลินทรีย์ สารต้านอนุมูลอิสระ และลดการดูดซึมของไขมัน นอกจากนี้ซาโปนินยังมีความเป็นพิษของต่อแมลง หนอน หอยทาก และปลา ส่วนความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการ แหล่งที่มา ส่วนประกอบและความเข้มข้นของส่วนผสมซาโปนิน มีคุณสมบัติทางชีวภาพที่

เป็นข้อเสีย คือ ทำให้เกิดการแตกตัวของเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) ขณะปล่อยฮีโมโกลบินออกมาเมื่อฉีดเข้าไปในร่างกายของมนุษย์ สารสกัดซาโปนินจากพืชสำหรับใช้ในการศึกษาหาฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทราบลักษณะเฉพาะของซาโปนินหรือความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับคุณสมบัติของซาโปนินได้จากการศึกษาในหนูและกระต่าย พบว่า ซาโปนินจะไม่ถูกดูดซับระหว่างอยู่ในระบบทางเดินอาหารแต่จะถูกย่อยสลายเป็นซาโปนินโดยเอนไซม์ ส่วนในคนซาโปนินจากถั่วเหลือง (soyasaponins) จะถูกดูดซึมโดยเซลล์ของลำไส้เล็กได้น้อยมากและจะถูกย่อยสลายไปเป็น soyasapogenol B โดยจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กแล้วถูกขับออกมาทางอุจจาระ

ซาโปนินหลายชนิดมีคุณสมบัติต้านเชื้อราที่แรงและอยู่ในพืชที่แข็งแรงสมบูรณ์โดยมีปริมาณมากทำหน้าที่เหมือนสารเคมีที่เป็นแนวป้องกันการโจมตีของเชื้อรา บางครั้งอาจจะไม่พบในพืชที่แข็งแรงสมบูรณ์แต่จะสร้างขึ้นเมื่อถูกทำลายจากแมลง โรคพืชหรือการกลายพันธุ์เพื่อเป็นการต้านเชื้อรา (Papadopoulou, K., et al., 1999)

คุณสมบัติการลดคอเลสเตอรอลในคนและสัตว์ ซาโปนินจะไปยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลในลำไส้เล็ก หรือช่วยการดูดซึมกรดน้ำดี (bile acid) อาหารสัตว์ที่ประกอบด้วยซาโปนินบริสุทธิ์หรือซาโปนินสกัดเข้มข้น เช่น digitonin (สเตียรอยด์ซาโปนินจาก *Digitalis purpurea*), saikosaponin (ไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปนินจากรากของ *Bupleurum falcatum* L.) และ garlic saponin ซึ่งสามารถลดคอเลสเตอรอลที่อยู่ในพลาสมาได้และลดความเข้มข้นคอเลสเตอรอลในตับ ซาโปนินและไอโซฟลาโวน (isoflavone) ในโปรตีนถั่วเหลืองสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอลได้เช่นกัน pamaqueside และ tiqueside ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่มีโครงสร้างคล้ายซาโปนินและใช้ทดลองเพื่อลดคอเลสเตอรอลในกระต่าย พบว่า สามารถลดคอเลสเตอรอลได้ แต่มีกลไกแตกต่างไปจากซาโปนินในธรรมชาติ (Morehouse, LA., et al., 1999)

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยพืชที่เป็นแหล่งของสารที่สามารถชักนำให้เซลล์ที่ผิดปกติตายโดย Neychev, VK., et al. (2007) ได้วิจัยคุณสมบัติทางชีวภาพของซาโปนินจาก *Tribulus terrestris* L. ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรในการเป็นสารต้านมะเร็ง พบว่า ซาโปนินจากพืชชนิดนี้มีความเป็นพิษน้อยต่อ fibroblasts ที่เป็นเซลล์ในผิวหนังของคน โดยเปรียบเทียบกับเซลล์มะเร็งที่ใช้ทดสอบ กลไกของโมเลกุลที่เกี่ยวข้องในการยับยั้งการแบ่งเซลล์และการชักนำให้เกิดการตายของเซลล์ โดยไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปนินจาก *Acacia victoriae* (Benth) และสาร avicins สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดกระบวนการตายของเซลล์ (apoptosis) ได้ (Haridas, V., et al., 2001) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างทางเคมีกับการต้านมะเร็งในลำไส้ใหญ่ของซาโปนินจากถั่วเหลืองแสดงให้เห็นว่า soyasapogenols มีคุณสมบัติทางชีวภาพมากกว่า glycosidic saponins (MacDonald, RS., et al., 2005) dammarane saponins จากโสม กรดบิโวลินิก (betulinic acid) และกรดโอลีน โนลิก (oleanolic acid) มีคุณสมบัติ

ต้านมะเร็งเช่นกัน นอกจากนี้ oleanolic acid ยังมีคุณสมบัติต้านไวรัส (HIV) ด้านการอักเสบ ด้านการเกิดแผล พุพอง ป้องกันตับอักเสบและด้านแบคทีเรีย

การเปลี่ยนซาโปนินให้เป็นอะไกลโคไซด์มีผลทำให้สูญเสียคุณสมบัติทางชีวภาพได้ เช่น การย่อยสลาย ซาโปนินโดยแบคทีเรียในกระเพาะสัตว์เคี้ยวเอื้องมีผลเสียต่อการทำงานของโปรโตซัว ทำนองเดียวกันการเอา หมู่เอซิลออก (deacylation) จาก quillaja saponin จะลดความสามารถในการเป็นสารปรุงแต่ง (additive)

ซาโปนินจากชาได้จากเมล็ดชาเป็นแหล่งซาโปนินใหม่ของประเทศจีน ซาโปนินจากใบชาที่มีคุณสมบัติ ด้านอาการแพ้ ซาโปนินจากเมล็ดชานิยมใช้ในการทำความสะอาดบ่อเลี้ยงปลาและกุ้ง เพื่อกำจัดศัตรูที่เป็น อันตรายแก่สัตว์เลี้ยงในบ่อ อีกทั้งซาโปนินจากชายังมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้กำจัดแมลงและ โรคพืช (Wina, E., et al., 2005)

5. ความเป็นพิษของซาโปนิน (Toxicity of saponins)

ซาโปนินมีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์เลือดเย็น เช่น ปลา หอย กบ และสัตว์ที่หายใจด้วยเหงือก โดยทำให้เกิดอัมพาต (paralysis) ที่เหงือก จึงนำมาใช้เป็นยาเบื่อปลาได้ เช่น ส่วนของ saponin aglycone ที่พบในพิษงู ปลาตายและเตงกวาทะเล ซาโปนินบางชนิดรวมทั้งซาโปนินจาก soapberry มีความเป็นพิษถ้ากลืนเข้าไปและเป็นสาเหตุของผื่นคันที่ผิวหนังได้ ซาโปนินที่เป็นพิษเรียกว่า saponin ซึ่งซาโปนินจาก Digitalis ถูกนำมาใช้เป็นสารพิษอาบหัวลูกศรและหอกของชาวพื้นเมืองแอฟริกาและอเมริกาใต้ นอกจากนี้ซาโปนินยังมีความเป็นพิษสูงถ้าถูกกลืนเข้าไปในร่างกายเนื่องจากทำให้เกิดการแตกตัวของเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) ขณะปล่อย ฮีโมโกลบินออกมา ซาโปนินสามารถแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) เป็นน้ำตาลและอะไกลโคไซด์หรือซาโปจินิน ได้เมื่อกลืนเข้าไปในร่างกาย ทำให้ความเป็นพิษของซาโปนินลดลง แต่บางคนก็อาจเกิดผื่นคันบริเวณผิวหนังได้ ชาวพื้นเมืองอเมริกาใต้รับประทานไอศกรีมที่ทำจาก *Canada Buffaloberry* ซึ่งมีซาโปจินินอยู่และอาหารสุนัขที่มี ถั่วเหลืองและหัวบีทเป็นส่วนประกอบในอาหารอาจเป็นพิษต่อสุนัขได้ (Saponins, 2008) ความเป็นพิษของกรด glycyrrhizic ในชะเอมมีผลทำให้มีเนอราลคอร์ติคอยด์ (mineralcorticoid) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากอะดรีนัล คอร์เทกซ์ของต่อมหมวกไต (mineralcorticoid activity) ทำงานเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความไม่สมดุลของแร่ธาตุในร่างกายเนื่องจากเกิดการตกค้างของโซเดียม (sodium retention) และการขับโพแทสเซียม (potassium excretion) ออกจากร่างกาย รวมทั้งน้ำในร่างกายเป็นผลให้เกิดความดันโลหิตสูงตามมา (Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G., 2007)

6. การใช้ประโยชน์ของซาโปนิน (Application of saponins)

จากคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์และทางชีวภาพที่มีความหลากหลายของซาโปนิน จึงมีการประยุกต์ใช้ซาโปนินในเชิงพาณิชย์ เช่น อาหารคนและสัตว์ เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและเภสัชกรรม ซึ่งปัจจุบันมีแนวโน้มในการใช้สารธรรมชาติเป็นองค์ประกอบเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางชีวภาพ จึงทำให้มีความต้องการซาโปนินเพิ่มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติการลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ จึงนิยมใช้ซาโปนินเป็นอิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิดฟอง (foaming agents) และสารซักฟอก (detergents) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารปรุงแต่งในอาหารสัตว์ สารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและรักษาฟื้นฟูสภาพดิน แหล่งของซาโปนินที่ใช้ทางการค้าคือซาโปนินที่สกัดจาก *Quillaja saponaria* และ *Yucca schidigera* และซาโปนินที่สกัดจากพืชชนิดอื่น ได้แก่ horse chestnut และถั่วเหลือง นำมาใช้ทางเภสัชกรรมเป็นวัตถุเติมในการผลิตฮอร์โมน การศึกษาภูมิคุ้มกันและเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสุขภาพ เช่น สารสกัดจากสมุนไพรต่างๆ และมีการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการสกัดซาโปนินในพืช เช่น สารตกค้างจากการสกัดน้ำมันถั่วเหลือง กากน้ำตาลจากถั่วเหลืองและของเหลือทิ้งจากหน่อไม้ฝรั่ง

7. การประยุกต์ใช้ด้านอาหาร (Food applications)

โมเลกุลของซาโปนินมีทั้งส่วนที่ชอบน้ำและส่วนที่ชอบไขมันจึงเป็นอิมัลซิไฟเออร์และสารที่ทำให้เกิดฟองได้ดีมาก มีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตอาหาร ในประเทศสหรัฐอเมริกา yucca และ quillaja saponin จัดเป็นสารเติมแต่งอาหาร (food additive) โดยใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดฟองในเครื่องดื่มที่อัดแก๊สคาร์บอน (carbonated beverage) และเครื่องดื่มที่ไม่อัดแก๊สคาร์บอน (non-carbonated beverage) โดยมีปริมาณไม่เกิน 500 มิลลิกรัมแห้งต่อกิโลกรัมของเครื่องดื่ม (กำหนดโดย FDA) ประเทศญี่ปุ่นใช้ซาโปนินเป็นอิมัลซิไฟเออร์ในการเตรียมสารปรุงรสในเครื่องดื่มที่ไม่ใส่แอลกอฮอล์และผักดอง สหภาพยุโรปใช้สารสกัดซาโปนินจาก quillaja เป็นสารทำให้เกิดฟองในสารละลายที่มีน้ำและเป็นสารแต่งกลิ่นในเครื่องดื่มไร้แอลกอฮอล์ ซาโปนินจากชะเอมและสารอนุพันธ์ของชะเอมนำมาใช้ในอาหารประเภทปัง อย่าง เครื่องดื่ม หมากฝรั่ง ขนมหวาน สมุนไพร และเครื่องปรุงรส นอกจากนี้ซาโปนินยังใช้ประโยชน์เป็นสารต้านเชื้อราและยีสต์ในอาหารได้ด้วย ซาโปนินที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารทางการค้าได้แก่ ซาโปนินจากถั่วเหลืองที่มีความเข้มข้นมากโดยใช้เป็นส่วนผสมของอาหารเสริมสุขภาพ (functional food) และอาหารที่มีคุณค่าทางยา (nutraceutical)

ซาโปนินที่เกิดสารประกอบเชิงซ้อนเป็นไมเซลล์ร่วมกับสเตอรอล เช่น คอเลสเตอรอลและกรดน้ำดีถูกนำมาใช้แยกคอเลสเตอรอลออกจากผลิตภัณฑ์นม เช่น น้ำมันเนย (butter oil) ซึ่งปฏิกิริยาระหว่างซาโปนินกับเยื่อหุ้มเซลล์สามารถเกิดการตกตะกอนกับไขมันที่เยื่อหุ้มเซลล์ของหางนมภายหลังที่ทำเนยแล้วได้ ซาโปนินยังนำมาใช้เพิ่มคุณสมบัติการไม่ชอบน้ำของเยื่อหุ้มเซลล์ของไขมันเพื่อช่วยในการจับกลุ่มและตกตะกอนเป็น

สารประกอบเชิงซ้อน (Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G., 2007) นอกจากนี้ซาโปนินจากใบหรือเมล็ดของพืชตระกูลถั่วใช้เป็นอาหารหรือสารเติมแต่งในอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น ปัจจุบันมีการใช้ซาโปนินที่สกัดจาก yucca (yucca saponin) และ quillaja (quillaja saponin) ในอาหารสัตว์และคน โดย yucca saponin ใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหารสัตว์เพื่อลดกลิ่นแอมโมเนียและกลิ่นมูลสัตว์ ในสัตว์เคี้ยวเอื้องซาโปนินมีคุณสมบัติด้านการทำงานของโปรโตซัวโดยเกิดสารประกอบเชิงซ้อนร่วมกับคอเลสเตอรอลในโปรโตซัวและยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียบางชนิดในกระเพาะ ทำให้แอมโมเนียเกิดน้อยลง yucca saponin ยังใช้ป้องกันและรักษาโรคไขข้ออักเสบในม้าและซาโปนินยังช่วยการดูดซึมไขมันโดยเกิดเป็นไมเซลล์ร่วมกับเกลือน้ำดี (bile salts) ทำให้คอเลสเตอรอลในลำไส้เล็กลดลง ส่วน quillaja saponin ถูกใช้เป็นสารเติมแต่งในวัคซีนสัตว์ เพื่อเพิ่มความต้านเชื้อโรคโดยการฉีด ซึ่งซาโปนินจะมีผลต่อระบบเยื่อหุ้มเซลล์ (Cheeke, RP., 2000)

8. การประยุกต์ใช้ด้านเครื่องสำอาง (Cosmetic applications)

ซาโปนินเป็นสารลดแรงตึงผิวตามธรรมชาติใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาด เช่น เจลอาบน้ำ โฟมอาบน้ำ แชมพู ครีมและโลชั่นปรับสภาพผม สบู่เหลว ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดสำหรับเด็กอ่อน น้ำยาบ้วนปากและยาสีฟัน สารลดแรงตึงผิวตามธรรมชาติจากซาโปนินที่มีจำหน่าย ได้แก่ Juazarine ที่สกัดได้จากเปลือกของต้น *Zizyphus joazeiro* และ horse chestnut saponin ซาโปนินและซาโปนินที่จำหน่ายในท้องตลาดจะอยู่ในรูปส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่กล่าวอ้างว่าสามารถชะลอความแก่และป้องกันการเกิดริ้วรอยได้ ปัจจุบันมีการผลิตเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีซาโปนินจากโสม (ginsenoside) เป็นองค์ประกอบ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเส้นผมโดย LVMH Recherche (1997) ได้ค้นพบสูตรเครื่องสำอางที่ประกอบด้วย ginsenoside เรียกว่า G-Rb₁ ที่มีคุณสมบัติหยุดผมร่วงและ/หรือชะลอการร่วงของผมและ/หรือกระตุ้นการเกิดใหม่ของเส้นผมซึ่งได้จดลิขสิทธิ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

9. การประยุกต์ใช้ด้านเภสัช/สุขภาพ (Pharmaceutical/Health applications)

สเตียรอยด์ซาโปนินจากพืชเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสเตียรอยด์ฮอร์โมนและยา เช่น Diosgenin จาก Mexican wild yam ที่ใช้เป็นสารสำหรับสังเคราะห์ฮอร์โมนเพศหญิงหรือโปรเจสเตอโรนฮอร์โมน (progesterone) ซึ่งใช้เป็นยาคุมกำเนิดและเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์คอร์ติโซน (cortisone) ทำให้ cortisone มีราคาถูกลง *Dioscorea panthaica* Prain et Burkill และ *Dioscorea nipponica* Makino เป็นพืชที่มีสเตียรอยด์ซาโปนินหลายชนิด ซึ่งใช้ในการรักษาโรคหลอดเลือดหัวใจ จึงมีการผลิตยาที่มีสเตียรอยด์ซาโปนินจากพืชชนิดนี้ (Chengdu Di' Ao Pharmaceutical Group Co., Ltd., 2007)

ซาโปนินใช้เป็นสารปรุงแต่งภูมิคุ้มกันผลิตภัณฑ์วัคซีนในสัตว์ สำหรับวัคซีนในคนมีการใช้ในวงจำกัดเนื่องจากความซับซ้อนของโครงสร้างและความเป็นพิษ ซึ่ง 10 ปีที่ผ่านมาความก้าวหน้าในการพัฒนาซาโปนินเป็นสารปรุงแต่งวัคซีนในคน การพัฒนาวัคซีนต้านมะเร็งและโรคติดต่ออยู่ในขั้นตอนของการทดลอง โดยแหล่งของซาโปนินมาจากหลายที่และได้พัฒนาเป็นยา เช่น ยากลุ่มใหม่สำหรับ HIV เรียกว่า “Maturation Inhibitors” ที่พัฒนามาจากอนุพันธ์ของ betulinic acid ปัจจุบันมีการจดลิขสิทธิ์เกี่ยวกับองค์ประกอบของยาหรือสารสกัดจากพืชที่มีซาโปนินในการป้องกันและ/หรือทดสอบสภาวะต่างๆ เช่น การอักเสบ ติดเชื้อ สุราเรื้อรัง อากาแรก่อนและหลังวัยทอง โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจและสมอง Olmstead, MJ. (2002) ได้จดลิขสิทธิ์ยาสีฟันอินทรีย์ (organic toothpaste) ที่มีซาโปนินเป็นสารทำให้เกิดฟองและทำความสะอาด โดยสกัดซาโปนินจากเปลือกของต้น Quillaja และ Yucca 0.01-10 % โดยน้ำหนักของซาโปนินและการนำกลีเซอรินจากพืชปริมาณ 30-60 % โดยน้ำหนักเป็นสารให้ความชุ่มชื้น พืชที่มีซาโปนิน เช่น โสม (ginseng), yucca, horse chestnut และชะเอมเทศสามารถใช้เป็นยาพื้นบ้านในการป้องกันและรักษาอาการป่วยหลายอย่างและซาโปนินสามารถใช้ร่วมกับ polyphenol มีผลด้านสุขภาพ โดยพบว่าสมุนไพรที่ใช้ในยาพื้นบ้านของประเทศจีนมากกว่า 85 % มีซาโปนินเป็นส่วนประกอบร่วมกับ polyphenol

10. การผลิต การสกัด และการทำให้บริสุทธิ์ (Production, extraction and purification)

การประยุกต์ใช้ซาโปนินในด้านอาหาร ยาและเครื่องสำอางเป็นอย่างมากนั้น จึงทำให้มีการผลิตซาโปนินในเชิงพาณิชย์หรือระดับการค้า จากที่กล่าวมาแล้วว่าโมเลกุลของซาโปนินประกอบด้วยอะไกลโคโคนและน้ำตาล ซึ่งน้ำตาลอาจเป็นตัวเดียวหรือเป็นโซ่ของน้ำตาลต่อกันสองหรือสามหรือมากกว่าขึ้นไปใน ส่วนอะไกลโคโคนเป็นกลุ่มของสเตียรอยด์หรือไตรเทอร์ปีนส์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน เช่น ไฮดรอกซิล (hydroxyl, -OH), คาร์บอกซิล (carboxyl, -COOH), เมทิล (methyl, -CH₃) อยู่ในโครงสร้างในตำแหน่งที่แตกต่างกันไป ดังนั้นซาโปนินจึงมีมากมายหลายชนิดในพืช ในพืชชนิดเดียวกันชนิดและปริมาณของซาโปนินจะต่างกันในแต่ละส่วนของพืช ความหลากหลายของโครงสร้างนี้ทำให้ซาโปนินมีความเป็นขั้วในช่วงกว้าง ซึ่งยากต่อการแยกและหาปริมาณซาโปนินแต่ละชนิด

ความสามารถในการเกิดฟองได้นานของซาโปนินถูกใช้ในการตรวจหาซาโปนินในพืชโดยมีข้อเสียคือ ถ้าโมเลกุลของซาโปนินต่อกับโซ่น้ำตาล 2-3 ตัว การเกิดฟองจะไม่คงทนหรือสารสกัดจากพืชบางชนิดที่ไม่มีซาโปนินอาจทำให้เกิดฟอง ซึ่งทำให้มีการเข้าใจผิดได้ ซาโปนินบางชนิดที่ทำให้เกิดการแตกตัวของเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) ขณะปล่อยฮีโมโกลบินออกมาอาจใช้วิธีกึ่งการตรวจหาปริมาณ ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างและวิธีที่ใช้ (Oleszek, WA., 2002) ซาโปนินที่มีโครงสร้างเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจะทำให้การแตกตัวของเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) ขณะปล่อยฮีโมโกลบินออกมาดีกว่าซาโปนินที่มีโมเลกุลของน้ำตาลเกาะสองหน่วยและการหาปริมาณซาโปนินในพืชโดยวิธีดั้งเดิมจะใช้วิธีการชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) วิธีทางชีวภาพเป็นวิธีที่ไม่

ยุ่งยากแต่เป็นการคาดประมาณที่ไม่สามารถบอกความแตกต่างของซาโปนินแต่ละชนิดได้ เหมาะสำหรับการหาปริมาณซาโปนินทั้งหมด ซึ่งต้องมีการทำมาตรฐานของซาโปนินแต่ละชนิดที่ได้จากพืชนั้นๆ เนื่องจากคุณสมบัติทางชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางเคมีของซาโปนินแต่ละตัวและความเข้มข้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุของพืช ระยะการเจริญเติบโต ลักษณะของสิ่งแวดล้อมและองค์ประกอบของสารสกัดซาโปนินจากพืช ซึ่งมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับความต้องการในการเตรียมตัวอย่าง และมีผลต่อการตรวจวิเคราะห์ของวิธีทางชีวภาพ

วิธีอื่นๆ ได้แก่ วิธีสเปกโตรโฟโตเมตริก TLC-densitometry, gas chromatography (GC), high performance liquid chromatography (HPLC), LC-MS, LC-NMR และ capillary electrophoresis (CE) ซึ่งวิธี TLC-densitometry, gas chromatography (GC) และ high performance liquid chromatography (HPLC) เป็นวิธีที่ใช้หาปริมาณของ saponins และ/หรือซาโปนินในพืช ส่วนวิธี LC-MS และ LC-NMR เป็นเทคนิคในการคัดกรองซาโปนินในสารสกัดหยาบจากพืชและเป็นวิธีที่ดีสำหรับการตรวจหาสารใหม่ที่มีศักยภาพทางชีวภาพ โดยไม่จำเป็นต้องสกัดสารออกมา (Oleszek, WA., 2002)

10.1 การผลิตซาโปนิน (Production of saponins) การผลิตสารสกัดซาโปนินจาก *Yucca schidigera* และ *Quillaja saponaria* ซึ่งเป็นแหล่งของซาโปนินทางการค้า นั้น ในประเทศเม็กซิโกได้ผลิต yucca saponin ในรูปของสารสกัดโดยใช้ลำต้น *Yucca schidigera* มาหมักหรือทำให้แห้งแล้วบดเป็นผง yucca 100% ลำต้น yucca ที่หมักจะถูกนำมาบดด้วยเครื่องจักร เพื่อให้ได้น้ำ yucca แล้วนำไปทำให้เข้มข้นโดยการระเหยจะได้สารที่เรียกว่า yucca extract ในประเทศชิลีจะใช้เปลือกของ *Quillaja saponaria* มาสกัดซาโปนินโดยเทคนิคใหม่ในกระบวนการผลิตสามารถใช้ทั้งเนื้อไม้และเปลือกมาต้มกับน้ำในถังขนาดใหญ่ น้ำที่ได้จากการสกัดนำไประเหยเพื่อทำให้เข้มข้นขึ้น (Cheeke, RP., 2000) สารสกัด yucca และ quillaja จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางที่ต้องการให้เกิดฟองเป็นเวลานาน การผลิต ginsenosides จากรากโสม *Panax ginsen* C.A. Meyer ที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหาร พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากแต่มีผลต่อปริมาณซาโปนิน และที่ pH 6.0 จะได้ปริมาณซาโปนินสูงสุด 0.26 % ความเข้มข้นของอาหารที่เพาะเลี้ยง (ซูโครส ไนโตรเจนและฟอสเฟต) ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของรากและการผลิตซาโปนินคือ 30 กรัม/ลิตร, 382.7 มิลลิกรัม/ลิตรและ 40.40 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ การสังเคราะห์ซาโปนินถูกกระตุ้นโดยการเติม panaxatriol saponin (PTS) และซาโปนินทั้งหมด (TS) พบว่า TS เป็นตัวกระตุ้นที่ดีกว่า PTS ซาโปนินในรากโสมที่เติม TS มีปริมาณ 0.38 % ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าชุดควบคุมประมาณ 1.5 เท่า วิธีนี้เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการแปรรูปชีวภาพ (bioprocessing) ของการเพาะเลี้ยงรากโสมในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพ (Kim, JH., Chang, EJ., and Oh, HI., 2005)

10.2 การสกัดซาโปนิน (Extraction of saponins) การสกัดซาโปนินจากพืชโดยใช้ตัวทำละลายเพื่อให้ได้สารที่ต้องการขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาวะในการสกัด เช่น อุณหภูมิ เวลา ความเป็นกรด-ด่าง อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อวัตถุดิบ ขนาดของวัตถุดิบที่จะนำมาสกัด โดยปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและผลผลิตที่ได้ อีกทั้งการเตรียมตัวอย่างพืชมีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัด ได้แก่ การอบแห้ง การบดตัวอย่างให้ละเอียดตามขนาดที่ต้องการและการกำจัดไขมันออกก่อนโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (hexane) หรือตัวทำละลายที่ละลายไขมันได้ ซึ่งทำหลังจากได้สารสกัดหยาบแล้ว ขนาดตัวอย่างที่ละเอียดจะเพิ่มประสิทธิภาพของการส่งผ่านมวลในกระบวนการสกัด การเลือกส่วนของพืชที่ให้ซาโปนินมากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดและการแยก วิธีการสกัดแบบดั้งเดิมโดยใช้ตัวทำละลายในการสกัด ซึ่งปัจจุบันมีการปรับปรุงเทคโนโลยีในการสกัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดทำโดยลดเวลา ปริมาณตัวทำละลายที่ใช้และของเสียที่เกิดจากการสกัด การใช้ไมโครเวฟและคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic) ช่วยในการสกัดเป็นการทำลายโครงสร้างภายในเซลล์และช่วยให้การส่งผ่านมวลทำได้ดีขึ้น การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ลดเวลาการสกัด ใช้พลังงานน้อยและเพิ่มผลผลิต

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัดส่วนมากเป็นน้ำ แอลกอฮอล์หรือน้ำผสมแอลกอฮอล์ วิธีที่ใช้น้ำเป็นสารสกัดจัดเป็นกระบวนการสกัดที่ง่าย ราคาถูกแต่ยากต่อการทำให้เข้มข้นขึ้นเนื่องจากต้องใช้พลังงานหรือความร้อนและอาจทำให้ซาโปนินสลายตัว สารที่ได้มีสิ่งปนเปื้อนสูง การใช้แอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือเอทานอลในการสกัดเป็นวิธีที่นิยมมากเนื่องจากง่ายต่อการทำให้เข้มข้นแต่การใช้แอลกอฮอล์เป็นสารสกัดก็มีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ อีกทั้งกระบวนการผลิตก็มีต้นทุนที่แพงกว่าการใช้น้ำและต้องการเทคโนโลยีการผลิต สารที่ได้ค่อนข้างบริสุทธิ์ซึ่งง่ายต่อการผลิตเป็นอุตสาหกรรม ดังนั้นการเลือกตัวทำละลายจะมีผลต่อปริมาณและความบริสุทธิ์ของซาโปนินที่ได้ เช่น การสกัดโสมด้วย n-butanol ที่อิมตัวด้วยน้ำจะให้ปริมาณ ginsenoside มากกว่าการใช้เมทานอลหรือสารละลายเมทานอล 10% และการสกัดเมล็ด *Glinus lotoides* ด้วยสารละลายเมทานอลผสมน้ำจะได้สารสกัดหยาบน้อยกว่าการใช้น้ำเป็นสารสกัดอย่างเดียว ตัวทำละลายที่ใช้สกัดยังมีผลต่อองค์ประกอบของซาโปนินและคุณสมบัติของสารสกัดที่ได้ เช่น อัตราส่วนของ neutral ginsenoside ต่อ malonyl ginsenoside จากโสมอเมริกันที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอลผสมน้ำโดยเพิ่มตามสัดส่วนของเอทานอล คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของสารสกัด ได้แก่ ขนาดของอนุภาค การกระจายตัว รูปร่าง สัณฐาน การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น อัตราการไหลและการอัดแน่น โดยปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำซาโปนินไปใช้ด้านเภสัชกรรม

คาร์บอนไดออกไซด์ยิ่งยวด (Supercritical CO₂) เป็นทางเลือกหนึ่งที่ทดแทนตัวทำละลายอินทรีย์สำหรับการสกัดสารธรรมชาติซึ่งมีข้อดีในการเอาตัวทำละลายออกและผลิตภัณฑ์ที่ได้ปราศจากตัวทำละลาย เช่น การสกัด ginsenosides จากโสม saikosaponins จาก *Bupleurum chinense* และ glycyrrhizic acid จากชะเอมเทศ (Guclu-Ustundag, O., and Mazza, G., 2007)

10.3 การทำให้ซาโปนินบริสุทธิ์ (Purification of saponins) การทำให้สารสกัดหยาบของซาโปนินบริสุทธิ์ เป็นขั้นตอนหลังจากการสกัดซาโปนินออกจากพืชแล้วเกี่ยวข้องกับการการแบ่งส่วน (partition) ของสารสกัดหยาบซาโปนินระหว่างน้ำกับตัวทำละลายที่ไม่รวมตัวกับน้ำ เช่น n-butanol และขั้นตอนต่อจากการแบ่งส่วนคือ การตกตะกอน การดูดซับ การกรองโดยใช้เมมเบรนชนิด ultrafiltration และวิธีโครมาโตกราฟี ซึ่งวิธีโครมาโตกราฟีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางโดยสามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ด้วย (Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G., 2007) กระบวนการที่ได้สิทธิบัตรแล้วในการสกัดแยกซาโปนินจากถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองด้วยส่วนผสมของตัวทำละลายระหว่างอะซิโตนและน้ำในอัตราส่วนและอุณหภูมิต่างๆ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและได้ซาโปนินจากถั่วเหลืองที่มีความบริสุทธิ์สูง ในขณะที่เดียวกันก็ได้ไอโซฟลาโวนเป็นผลพลอยได้ด้วย โดยการใช้อัตราส่วนของอะซิโตนต่อน้ำที่เหมาะสมที่สุดคือ 4:1 โดยน้ำหนัก จากนั้นแยกซาโปนินออกมาด้วยการกรองหรือการหมุนเหวี่ยงหรือทิ้งให้ตกตะกอนในอะซิโตนที่เย็นซึ่งจะได้ซาโปนินที่บริสุทธิ์มากกว่า 70 % (Wiley Organic, Inc., 2002)

11. การวิเคราะห์ปริมาณซาโปนิน (Quantitative analysis of saponins)

วิธีทางโครมาโตกราฟีเป็นวิธีที่ดีสำหรับแยกซาโปนินแต่ละชนิดเพื่อตรวจหาปริมาณของซาโปนินจะใช้ควบคู่กับการตรวจวัดด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมตริก (spectrophotometric method) และวิธีทางชีวภาพ (biological method) ซึ่งวิธีทางชีวภาพและสเปกโตรโฟโตเมตริกก็ไม่สามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้องเนื่องจากโครงสร้างของซาโปนินมีความหลากหลายจึงมีวิธีดีกว่าดังนี้ คือ

11.1 Thin-layer chromatography-Densitometer (TLC-densitometer) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกและตรวจหาซาโปนินที่สกัดจากพืชหลายชนิด โดยการวัดความหนาแน่น (Densitometry) ปัญหาหลักของวิธีนี้คือ ต้องทำสารมาตรฐานควบคู่ไปกับตัวอย่างในทุกแผ่น TLC เพื่อลดความแปรผันระหว่างแผ่นและสีที่เกิดปฏิกิริยาจากสารที่ใช้พ่น (spraying reagent) อีกทั้งการตรวจวัดจุดหรือตำแหน่งของสารต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่มีความไวสูงในการสแกน แผ่นกระดาษที่เคลือบด้วยซิลิกาเจลซึ่งถูกเป็นส่วนที่อยู่นิ่ง (stationary phase) ในการแยกส่วนที่เคลื่อน (mobile phase) หรือ developing system ประกอบด้วยส่วนผสมของ chloroform-methanol-water หรือ butanol-acetic acid-water สำหรับวิเคราะห์ซาโปนินและ benzene-acetone สำหรับวิเคราะห์อะไกลโคน spraying reagent ที่ใช้ได้แก่ phosphotungstic acid, 10% sulfuric acid ใน ethanol และ 0.5% p-anisaldehyde 1% sulfuric acid ใน acetic acid ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง peak area และปริมาณสารมาตรฐานของซาโปนินพบว่าอยู่ในช่วง 1-5 ไมโครกรัมต่อจุดโดยมีค่า recovery 98% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3-5% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี HPLC พบว่าเป็นวิธีที่ถูกต้องเพียงพอสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพและเหมาะสำหรับการตรวจเป็นชุด 2D-TLC สามารถใช้ตรวจสารสกัดซาโปนินได้ 35 ชนิดจากต้น ใบ โสม และซาโปนินจาก *Calendula officinalis* เทคนิคนี้ยังใช้ตรวจหา glycyrrhizic acid ในสารสกัดจากชะเอมเทศ

panaxadiol และ panaxatriol ในโสมและซาโปนินจาก *Avena sativa* วิธีนี้สามารถใช้ตรวจตัวอย่างได้เป็นจำนวนมากโดยไม่ต้องมีการทำความสะอาดตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ จึงเป็นวิธีที่แนะนำสำหรับการควบคุมคุณภาพของยาที่ดี (Oleszek, WA., 2002)

11.2 TLC-colorimetry การวิเคราะห์ซาโปนินทางคุณภาพและปริมาณสามารถทำได้ด้วยการวัดสี โดยซาโปนินแต่ละชนิดจะถูกแยกออกเป็นแถบสีด้วยเทคนิค TLC แถบเหล่านี้จะถูกสกัดเอาซาโปนินออกด้วยแอลกอฮอล์ สารสกัดที่ได้จะนำไปทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ตัวอื่นเพื่อทำให้เกิดสี ได้แก่ Ehrlich หรือ vanilla reagent และวัดสีที่ความยาวคลื่น 515- 560 nm ข้อเสียของวิธีนี้คือ สารบางตัวที่อยู่ในสารสกัด เช่น sterol และกรดน้ำดีที่มีหมู่ไฮดรอกซิล(OH) ที่ตำแหน่ง C-3 อาจเกิดสีกับรีเอเจนต์ได้ทำให้การวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง anisaldehyde-sulfuric acid-ethyl acetate reagent สามารถเกิดสีกับสเตียรอยด์ซาโปนินโดยไม่ถูกรบกวนจากสารอื่นและอาจใช้ reverse-phase cleanup ก่อนการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพิ่ม ทั้งนี้ขึ้นกับธรรมชาติของซาโปนินด้วย (Oleszek, WA., 2002)

11.3 Gas liquid chromatography (GC) วิธีนี้ใช้ในการวิเคราะห์สารที่สามารถระเหยเป็นไอได้ เนื่องจากซาโปนินเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีขั้วจึงไม่สามารถระเหยเป็นไอได้ง่าย ทำให้มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพที่ระเหยได้ง่ายก่อน โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเอซิล (acyl), เมทิล (methyl) หรือไตรเมทิลไซลิอีเทอร์ (trimethylsilyl ether) การวิเคราะห์โดยวิธี GC นี้ ชั้นแรกซาโปนินถูกย่อยสลายเป็นอะโกลโคน ซึ่งจุดนี้มีความสำคัญเนื่องจากผลที่ได้จากการย่อยสลายจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของซาโปนิน เวลาและสภาวะของการย่อยสลาย การย่อยสลายซาโปนินไปเป็นซาโปนินที่สมบูรณ์นี้เป็นกุญแจสำคัญในการวิเคราะห์ปริมาณของซาโปนิน นอกจากนี้ยังมีซาโปนินหลายชนิดที่ให้ซาโปนินที่ไม่ตรงกับโครงสร้างเดิม เช่น การเกิดปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ของ soyasaponin และอัลฟีลฟา และซาโปนินในพืชตระกูลถั่ว (legumes) จนเกิดเป็นอะโกลโคน ทั้งนี้ปริมาณที่เกิดของอะโกลโคนขึ้นอยู่กับเวลาในการเกิด hydrolysis และชนิดของสารที่ใช้ในปฏิกิริยา hydrolysis (Oleszek, WA., 2002)

11.4 High performance liquid chromatography (HPLC) วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีและใช้กันมากวิธีหนึ่งในการวิเคราะห์ซาโปนินและซาโปนิน เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับสารที่ไม่ระเหยและสารที่มีความเป็นขั้วสูง การแยกใช้ normal phase (silica gel) และ reversed-phase (C-8, C-18) ในบางครั้งต้องมีการตัดแปลง stationary phase เนื่องจาก reversed-phase (C-8, C-18) ไม่สามารถแยกซาโปนินบางชนิดได้ การตรวจวัดโดยใช้แสง UV ทำได้ในช่วงของความยาวคลื่น 200-210 nm เนื่องจากที่ความยาวคลื่นแสงช่วงนี้ไม่มีหมู่ที่ทำให้เกิดสี (chromophore) และความสามารถในการตรวจวัดขึ้นอยู่กับธรรมชาติของซาโปนินเอง เช่น ต้องใช้ถึง 300 นาโนกรัมสำหรับวิเคราะห์ซาโปนินจากโสม การตรวจวัดในช่วงของความยาวคลื่นแสงสั้นนี้ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้ตัวทำละลายที่เป็น mobile phase ดังนั้นจึงนิยมใช้ acetonitrile ผสมกับน้ำโดยเพิ่มอัตราส่วนที่ละน้อยโดย

acetonitrile สามารถดูดซึมได้น้อยที่ความยาวคลื่นแสงต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมทานอล นอกจากนี้ยังมีอีก
หนึ่งทางเลือกนอกจากการใช้ความยาวคลื่นต่ำคือ วิธี pre-column derivatisation โดยการเติม chromophore
เข้าไปในโมเลกุลก่อนที่จะผ่านเข้าคอลัมน์เพื่อให้สามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงที่ยาวขึ้นได้ (254 nm)
(Oleszek, WA., 2002)

11.5 Capillary electrophoresis (CE) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการแยกและหาปริมาณของ
สารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่หลากหลายในพืช โดยใช้เวลาในการแยกเร็ว (1-30 นาที) ใช้ตัวอย่างน้อย
มาก (นาโนลิตร) และใช้รีเอเจนต์ที่เข้าทำปฏิกิริยาน้อยเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ แต่การใช้ปริมาณตัวอย่างน้อยและ
ความเข้มข้นสูงเพื่อทำการตรวจวัดถือเป็นข้อจำกัดของวิธีนี้ ทำให้วิธีนี้ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร การทดลองใช้
วิธี CE พบว่า ความเข้มข้นของบัฟเฟอร์ (นิยมใช้บอเรต) และอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 150 มิลลิโมลและที่
อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ (Oleszek, WA., 2002)

12. บทสรุป

ซาโปนินเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในพืชหลากหลายชนิด มีโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่
เรียกว่า อะไกลโคน (aglycone) หรือ ซาโปจีนิน (sapogenins) ซึ่งมีหมู่ฟังก์ชัน (functional group) แบบต่างๆ
และส่วนไกลโคน (glycone) หรือส่วนที่เป็นน้ำตาล ซึ่งอาจเป็นน้ำตาลหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าหนึ่งหน่วยซาโป
จีนินเป็นสารในกลุ่มไตรเทอร์ปีนส์ (C_{30}), สเตียรอยด์ (C_{27}) หรือสเตียรอยด์อัลคาลอยด์ (มีอะตอมของ
ไนโตรเจนอยู่ในโครงสร้าง) จากโครงสร้างที่ซับซ้อนจึงทำให้มีคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์และทางชีวภาพ
หลากหลายและมีการประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์มากมาย เช่น ในอาหาร เครื่องสำอาง การเกษตรและเภสัชกรรม
ตลาดปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้สารสกัดจากธรรมชาติเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพมาก
ขึ้น ทำให้ความต้องการซาโปนินเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นคุณภาพและปริมาณของซาโปนินในวัตถุดิบและ
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสกัดซาโปนินจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิต และการนำไปใช้ประโยชน์เป็น
อย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, RL., and Wolf, WJ. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. **The Journal of Nutrition**, 1995, vol. 125, no.3, p. 581S-588S.
- Cheeke, PR. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. **Journal of Animal Science**, 2000, vol. 77, p. 1-10.
- Chengdu Di' Ao Pharmaceutical Group Co., Ltd. Pharmaceutical composition containing steroidal saponins, the preparation method and use thereof. Int.Cl. A61K 31/70 A61P 9/06 A61P 9/10. **US. Patent Application Publication**. US 2007/0254847 A1 2007-11-01.
- Guclu-Ustundag, O. and Mazza, G. Saponins: properties, applications and processing. **Critical Reviews in Foods Science and Nutrition**, 2007, vol. 47, p. 231-258.
- Haridas, V., et al. Avicins:Triterpinoid saponins from *Acacia victoriae* (Benthams) induce apoptosis by mitochondrial perturbation. **PNAS**, 2001, vol. 98, no. 10, p. 5821-5826.
- Kim, JH., Chang, EJ., and Oh, HI. Saponin production in submerged adventitious root culture of *Panax ginseng* as affected by culture conditions and elicitors. **Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology**, 2005, vol. 13, no. 2, p. 87-91.
- LVMH Recherche,. Cosmetic or dermatological composition containing at least one saponin of the ginsenoside type, and its applications, especially for treating the hair. Meybeck, A. and Bonte, F. Int.Cl. A61K 31/56. **US. Pat.** 5,663,160. 1997-09-02.
- MacDonald, RS., et al. Environmental influence on isoflavones and saponins in soybeans and their role in colon cancer. **The Journal of Nutrition**, 2005, vol. 135, no. 5, p. 1239-1242.
- Morehouse, LA., et al. Comparison of synthetic saponin cholesterol absorption inhibitors in rabbits: evidence for a non-stoichiometric, intestinal mechanism of action. **Journal of Lipid Research**, 1999, vol. 40, p. 464-474.
- Neychev, VK., et al. Saponins from *Tribulus terrestris* L. are less toxic for normal human fibroblasts than for many cancer lines: influence on apoptosis and proliferation. **Experimental Biology and Medicine**, 2007, vol. 232, p. 126-133.
- Oleszek, WA. Chromatographic determination of plant saponins. **Journal Chromatography A**, 2002, vol. 967, p. 147-162.
- Olmstead, MJ, et al. Organic toothpaste containing saponin. Int. Cl. A61K7/16 **US. Pat.** 6,485,711 B1. 2002-11-26.

Papadopoulou, K., et al. Compromised disease resistance in saponin-deficient plants. **PNAS**, 1999, vol. 96, no. 22, p. 12923-12928.

Sahelian, R. Saponin. [**Online**][Cited 4 June 2008] Available from internet:

<http://www.raysahelian.com/saponin.html>

Saponin. [**Online**][Cited 4 June 2008] Available from internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/Saponins>

Saponins. [**Online**][Cited 13 Aug 2009] Available from internet:

<http://www.dadamo.com/wiki/wiki.pl/Saponins>

Wiesman, Z., and Chapagain, BP. Laboratory evaluation of natural saponin as a bioactive agent against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. **Dengue Bulletin**, 2003, vol. 27, p. 168-173.

Wiley Organic, Inc. A process for isolating saponins from soybean-derived materials. Bobbins, T. C07H 15/00. **WO**. WO 02/055529 A2. 2002-07-18.

Wina, E., Muetzel, S., and Becker, K. The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant production-a review. **J. Agric. Food Chem**, 2005, vol. 53, p. 8093-8105.

