บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

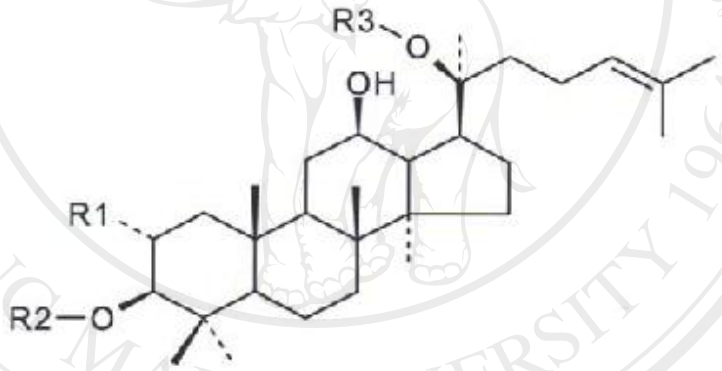
2.1 เจียวกู้หลาน

เจียวกู้หลานมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Gynostemma pentaphylla* Makino เป็นพืชล้มลุก จัดอยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae (Blumert and Liu, 1999) วงศ์เดียวกับพวกแตงกวา ลักษณะพืชเป็นไม้เลื้อย สามารถเลื้อยไปตามพื้นดินหรือเลื้อยไปตามต้นไม้อื่น มีรากเล็กๆงอกออกตามข้อบนของลำต้น ใบมีสีเขียวเข้มด้านบนและเขียวอ่อนด้านท้องใบ บนใบมีขนเล็กๆสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ส่วนมากมีใบย่อย 5-7 แฉก แต่บางครั้งพบมีใบย่อย 3 หรือ 9 ใบ (Wang *et al*., 2004) ใบสดมีรสขมหรือหวาน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของพืช เจียวกู้หลานมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีน อาจเรียกว่า โสมจากภาคใต้เนื่องจากปลูกทั่วไปทางใต้ของจีนและมีฤทธิ์คล้ายโสม อมาชาซูรู ปัญจขัญธ์ (Guo and Wang, 1993; Chaina Phamamaceutical University, 1996) เจียวกู้หลานถูกยกย่องให้เป็น Xianchao หรือ “สมุนไพรอมตะ” เนื่องจากมีคุณสมบัติในการบำรุงร่างกายและชะลอความแก่ นอกจากประเทศจีนแล้วยังพบในประเทศในเอเชีย เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น ลาว พม่า เวียดนาม บังคลาเทศ ศรีลังกา มีการนำเจียวกู้หลานมาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกในปี 2507 ที่จังหวัดสตูล และทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปชา เรียกว่า ชาสตูล ต่อมามีผู้เรียกว่าชาเบญจขันธ์ (ปัญจขันธ์) เนื่องจากลักษณะของใบมี 5 แฉก (วีรศักดิ์ เชื้อมโนชาญและคณะ, 2547; กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2548)

เนื่องจากเจียวกู้หลานมีองค์ประกอบของ ซาโปนินฟราโวน, โพลีแซคคาร์ไรด์, อะมิโนแอซิด, วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ดังตาราง 2.1 แล้ว ยังมีสารออกฤทธิ์ คือ ซาโปนินมีฤทธิ์คล้ายกับที่พบในโสม 4 ชนิดคือ จินเซนโนไซด์ Rb1, Rd3, Rd และ F2 รวมอยู่ด้วย ดังนั้น เจียวกู้หลานไม่เพียงมีคุณสมบัติเทียบเท่าโสม และยังสามารถใช้รับประทานได้โดยไม่ต้องกังวล ต่างจากโสมซึ่งหากรับประทานมากเกินไป อาจเกิดผลข้างเคียงได้ นอกจากนี้เจียวกู้หลานยังเป็นพืชที่ปลูกได้ง่ายและโตเร็ว (วีรศักดิ์ เชื้อมโนชาญและคณะ, 2547; ศิริวรรณ สุทธจิตต์, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.1 เจียวกู้หลาน
(ที่มา: Jiaogulan, 2006)



ภาพที่ 2.2 จีเพนโนไซด์
(**ที่มา**: Megalli *et al*., 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลทางเภสัชวิทยา

ผลต่อการต้านการอักเสบ

กัลยา อนุลักขณาปกรณ์ และคณะ (2549) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดจากปัญจขันธ์ในหนูขาว โดยทดสอบประสิทธิภาพของส่วนสกัดต่างๆ ได้แก่ส่วนสกัดด้วยน้ำของส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดิน ส่วนสกัดด้วยเอทานอล 95% ของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินในการป้องกันหรือลดอาการบวมของอุ้งเท้าหนูขาวเมื่อได้รับสารคาราจีแนน พบว่าส่วนสกัดด้วยน้ำของส่วนเหนือดิน ส่วนสกัดด้วยน้ำและเอทานอลของส่วนใต้ดิน มีฤทธิ์

ต้านการอักเสบ เมื่อให้แก่สัตว์ทดลองโดยการกรอก (gastric intubation) และยังพบว่า Chloroform fraction ซึ่งได้จากการนำส่วนสกัดด้วยเอทานอลของส่วนใต้ดินไปแยกลำดับส่วนที่ขนาด 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีฤทธิ์ต้านการอักเสบใกล้เคียงกับ indomethacin ที่ขนาด 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ผลการทดลองแสดงว่าปัญจขันธ์มีสารออกฤทธิ์ ที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบหลายชนิดซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับการทดลองของ Lin *et al*. (1993) โดยนำเจียวกู้หลานแห้งไปสกัดด้วยน้ำ จากนั้นนำน้ำที่สกัดไปทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในหนูขาวพบว่าสามารถต้านการอักเสบ และลดการบวมของอุ้งเท้าหนูได้

ผลต่อการเกิดป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร

Rujjanawate *et al*. (2003) ศึกษาฤทธิ์ของปัญจขันธ์ในการป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารหนูขาวที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย indomethacin, HCl/ Ethanol และที่เกิดจากความเครียด (restraint water immersion stress-induced ulcers) ซึ่งทั้ง 3 วิธีมีกลไกในการเหนี่ยวนำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารที่แตกต่างกัน คือ

- indomethacin เป็นยาในกลุ่ม NSAIDS (non-steroidal anti-inflammatory drugs) ทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารโดยจะไปยับยั้งการสังเคราะห์ mucus และรักษาคุณสมบัติและความแข็งแรงของ gastric mucosa cells
- HCl/ Ethanol เหนี่ยวนำการเกิดแผลในกระเพาะอาหารโดย HCl จะไปทำลาย gastric mucosa ส่วน Ethanol ทำให้เกิด necrotic lesion ซึ่งเป็นผลให้เกิด defensive factors เช่น การหลั่งสาร bicarbonate และ การสังเคราะห์ mucas ลดลง
- Water immersion stress-induced ulcers ให้เกิดแผลในกระเพาะโดยกระตุ้นให้มีการหลั่งกรด และทำให้ microcirculation และปริมาณ mucus ลดลง

ผู้วิจัยรายงานว่าสารสกัดจากปัญจขันธ์ที่ขนาด 200 และ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารของหนูขาวในทุกการทดลอง และได้ผลดีมากใน HCl/ Ethanol model ซึ่งสารสกัดจากปัญจขันธ์ทำให้ปริมาณ gastric wall mucus และ hexosamine เพิ่มขึ้น ในขณะที่สารดังกล่าวไม่มีผลต่อ gastric volume, pH หรือการหลั่งกรดในกระเพาะของหนูขาวในการทำ pylorus ligation ดังนั้นฤทธิ์ของสารสกัดจากปัญจขันธ์ในการป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารของหนูขาวจึงไม่ได้เกิดจากการยับยั้งการหลั่งกรดในกระเพาะอาหาร แต่เกิดจากการป้องกันการสังเคราะห์ และการหลั่งของ mucus

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 สารอาหารที่พบในเจียวกู้หลาน

Nutrition	**%**
total protein	12.67-21.86
total carbohydrate	51.92-71.11
total fat	1.40-3.79
energy	341.64 - 346.92 kcal/100g
Trace elements content	**mg/g**
Magnesium (Mg)	2045.00
Zinc (Zn)	178.75
Calcium (Ca)	19475.00
Manganese (Mn)	87.50
Iron (Fe)	786.30
Amino acid content	**mg/g**
Arginine	0.0559
Aspartic acid	0.0929
Cystine	1.1325
Glutamic acid - glutaminic acid	0.6872
Glycine - glycocoll	0.8600
Histidine	0.473
Isoleucine	0.2127
Leucine	0.0549
Lysine	1.5563
Methinonine	0.3289
Phenyllalanine	0.9758
Serine	0.629
Threonine	0.1425

(**ที่มา** : ดัดแปลงจาก เจียวกู้หลาน, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลต่อการเกิดสารพิษในตับ

จากรายงานการศึกษาฤทธิ์ ของเจียวกู้หลาน ในการป้องกันตับจากการเกิดสารพิษ พบว่า การให้สารสกัดด้วยน้ำ ของส่วนเหนือดินของเจียวกู้หลาน ขนาด 1 กรัม/กิโลกรัม คิดตามน้ำหนักเจียวกู้หลานที่นำมาสกัดแก่หนูขาวโดยฉีดเข้าทางช่องท้อง สามารถป้องกันตับ จากการเกิดสารพิษจาก CCl_4 โดยหนูขาว ที่ได้รับสารสกัด จะมีปริมาณการเพิ่มของ เอมไซม์ และการเกิดพยาธิสภาพที่ตับน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารสกัด (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548) นอกจากนั้น ยังมีรายงานว่า จีเพนโนไซด์ ซึ่งเป็นซาโปนินที่สกัดแยกได้จากเจียวกู้หลาน มีฤทธิ์ในการรักษาภาวะการเกิดพิษเรื้อรังที่ตับที่ถูกเหนี่ยวนำโดย CCl_4 และลดการเกิด Fibrosis ด้วย โดยพบว่าจีเพนโนไซด์จะลดการเพิ่มของ SGOT, SGPT activities ในหนูขาวในห้องทดลอง ซึ่งตับถูกทำลายด้วย CCl_4 เป็นเวลานานถึง 8 สัปดาห์ และยังทำให้ปริมาณคอลลาเจนลดลง 33% (Chen *et al*., 2000)

ผลต่ออนุมูลอิสระ

Li L *et al*. (1993) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของจีเพนโนไซด์ จากการทดลองใช้ phagocytes, liver microsomes และ vascular endothelial cells พบว่าจีเพนโนไซด์ทำให้ปริมาณ Superoxide-anion และ hydrogen peroxide ใน human neurophils ลดลง และลดขนาดของ chemiluminescent oxidative burst ที่เกิดจาก zymosan ใน human monocytes และ murine macrophages จีเพนโนไซด์ ยังสามารถยับยั้งการเกิด Lipid peroxidation ของ liver microsome และ vascular endothelial cells ที่เหนี่ยวนำด้วย Fe^{2+}/cysteine, ascorbate/NADPH หรือ hydrogen peroxide นอกจากนั้นยังพบว่าจีเพนโนไซด์สามารถป้องกัน biomembrane จากการเกิด oxidative injury โดยช่วยให้ membrane fluidity ของ microsome และ mitochondria ของตับที่ลดลงกลับดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพของ mitochondrial enzyme ใน vascular endothelial cells และลดการสูญเสีย intracellular lactate dehydrogenase ของเซลล์เหล่านี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน

Blumert *et al*. (1999) ได้ศึกษาผลของปัญจขันธ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบอาศัยเซลล์ในผู้ป่วยมะเร็งปอดที่รักษาด้วยการฉายรังสีและเคมีบำบัด โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับปัญจขันธ์ในรูปของยาเม็ดขนาด 80 มิลลิกรัม 3 ครั้งต่อวัน พบว่าปัญจขันธ์ช่วยรักษาสภาพการทำงานของภูมิคุ้มกันแบบอาศัยเซลล์ดีกว่ากลุ่มควบคุม ที่การทำงานของภูมิคุ้มกันแบบอาศัยเซลล์ถูกยับยั้งจากรังสีและเคมีบำบัด ขณะที่รักษาอยู่นาน 60 วัน และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบติดตามผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มต่อไปอีก 1 ปี พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับปัญจขันธ์มีการพยากรณ์ของโรคดีกว่า กล่าวคือ การแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งช้ากว่า และมีอายุยืนกว่า แสดงว่าปัญจขันธ์มีบทบาทในการป้องกันการถูกทำลายของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันจากการได้รับรังสี และเคมีบำบัด นอกจากนี้สารสกัดปัญจขันธ์ยังมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์เอชไอวีโพรทีเอส ทำให้เชื้อไวรัสเอชไอวีไม่เพิ่มจำนวน มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานในหลอดทดลอง (สมทรง รักษ์เผ่า, 2549)

ผลต่อไขมันในเลือด

ปัจจุบันมีการทดลองเกี่ยวกับสารจีเพนโนไซด์ ซึ่งมีผลต่อการดูดซึมของไขมันอย่างกว้างขวาง ในการศึกษาของ Cour *et al*. (1995) สารสกัดของ *gynostemma* สามารถลดระดับของ Triglyceride และ Cholesterol ในหนู และนกกระทาได้อย่างมีนัยสำคัญ สารสกัด gynosaponin (200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สามารถลดระดับ Cholesterol, low-density lipoprotein (LDL) และ very low-density lipoprotein (VLDL) ในหนูตะเภา นอกจากนั้นยังเพิ่ม High-density lipoprotein (HDL) และอัตราส่วนของ HDL: LDL อีกด้วย (Chaina Phamamaceutical University, 1996) ในการทดลองของ Kimura *et al*. (1983) และ Guo and Wang (1993) โดยให้หนูกินอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลและไขมันมากเป็นเวลา 7 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงให้สาร Gynosaponin 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าระดับ Cholesterol และ Triglyceride ลดลง 32%, 34% ตามลำดับ และกลุ่มที่ได้รับ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถลดระดับระดับ Cholesterol และ Triglyceride ได้เท่ากับหนูปกติที่ไม่ได้รับอาหารที่มีไขมันและน้ำตาลสูง Gynosaponin ยังสามารถลดระดับ lipid peroxides ใน Blood serum และในตับได้อย่างมีนัยสำคัญ Chou *et al*. (2006) ศึกษาผลของ *Gynostemma pentaphyllum* ต่อผู้ที่มีไขมันสะสมในตับโดยไม่ได้เกิดจากการดื่มสุรา โดยศึกษาแบบ single-blind และวินิจฉัยโรคโดยใช้ Ultrasound scanning การทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยทั้ง 2 กลุ่มจะต้องควบคุมอาหาร หลังจากนั้นกลุ่ม Control จะได้รับยาที่ไม่มีผลทางยา เป็นเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4 เดือน ส่วนกลุ่มทดลองจะได้รับสารสกัดของ *G. pentaphyllum* 80 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 เดือน และยังต้องควบคุมอาหารตลอดการทดลอง โดยวัดค่า Body mass index (BMI), Biochemical และ Fatty liver โดยมี Base line ที่ 2 และ 6 เดือน จากการทดลอง หลังจากงดดื่มแอลกอฮอล์ 2 เดือน พบว่า BMI และ Biochemical ลดลงในทั้ง 2 กลุ่ม และในเดือนที่ 6 ค่า BMI, Triglyceride, Aspartate aminotranferase (AST), Alanine aminotranferase, Alkaline phosphatase, Insulin (ALP), insulin resistance index (HOMA-IR) and Fatty liver ของทั้งสองกลุ่มมีค่าลดลง สรุปได้ว่า *G. Pentaphyllum* มีผลต่อการรักษาผู้ที่มีไขมันสะสมในตับซึ่งเป็นไขมันที่ไม่ได้เกิดจากการดื่มสุรา

Megalli *et al*. (2005) ศึกษาการป้องกันการเกิด hyperlipidemia ในหนูขาวโดยให้หนูได้รับ P407 (Polpxamer 407 ทำให้เกิด hyperlipidemia ในหนู) 1 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งจะทำให้เกิด triglyceride (25 fold), total Cholesterol (6 fold), low-density lipoprotein (LDL, 7 fold), High-density lipoprotein (HDL, 1.6 fold) และ nitrite (8 fold) ในพลาสมา ทดสอบทั้งแบบเฉียบพลัน (4วัน) และเรื้อรัง (12วัน) พบว่าหนูกลุ่มที่ได้รับ P407 ร่วมกับจีเพนโนไซด์ (250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) มี triglyceride ลดลง 53% และ 85% ตามลำดับ total cholesterol ลดลง 10% และ 44% ตามลำดับ และ nitrite ประมาณ 80% ส่วน LDL และ HDL มีผลไม่แน่ชัด ซึ่งให้ผลคล้ายกับกลุ่มที่ได้รับ atorvastatin (75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นเวลา 4 วัน) ยกเว้น LDL ลดลง 17% ส่วน HDL เพิ่มขึ้น lipoprotein lipase 50% ถูกยับยั้งด้วย P407 20μM สารสกัดจากจีเพนโนไซด์ให้ผลตรงข้ามกับ P407 คือ มีผลเพิ่ม lipoprotein lipase โดยจีเพนโนไซด์ 2 fold เพิ่ม lipoprotein lipase ขึ้น 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

ผลต่อโรคเบาหวาน

โรคเบาหวาน คือภาวะที่ร่างกายมีปริมาณน้ำตาล ในเลือดสูงเกินปกติ พบได้ในทุกเพศทุกวัย แต่คนที่มีความเสี่ยงมากที่สุดคือ คนที่ มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป และคนที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย ผู้ที่มีร่างกายอ้วน จะมีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นโรคนี้ได้มาก เบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ สาเหตุของโรค คือ ตับอ่อน สร้างฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ ช่วยให้ร่างกายเผาผลาญอาหาร ได้น้อยหรือไม่ได้เลย จึงทำให้ร่างกายไม่สามารถนำน้ำตาลไปใช้ได้ จึงเกิดอาการคั่งของน้ำตาลในกระแสโลหิต และในอวัยวะต่างๆ และจะถูกร่างกายขับทิ้งในรูปของของเสียโดยอวัยวะ ที่เรียกว่า ไต โรคเบาหวานแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ที่มีอาการสาเหตุ ความรุนแรง และการรักษาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เบาหวานชนิดพึ่งพา อินซูลิน เป็นชนิดที่พบได้น้อย แต่มีความรุนแรงสูงและอันตรายมาก มักพบในเด็กและคนที่มีอายุต่ำกว่า 25 ปี และ อาจพบในคนสูงอายุได้บ้าง โดยที่ตับอ่อนของผู้ที่เป็นเบาหวานประเภทนี้จะสร้าง หรือผลิตอินซูลินได้น้อย หรือไม่ได้เลย เชื่อว่าเกิดจากร่างกายสร้างภูมิขึ้นมาต่อต้านและทำลายตับของตนเอง จนไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ เรียกว่า โรคภูมิแพ้ต่อตัวเอง ผู้ป่วยมีความจำเป็นต้องฉีด อินซูลินเข้าไปทดแทนในร่างกาย ตามที่แพทย์สั่งทุกวัน จึงจะสามารถเผาผลาญน้ำตาลได้ตามปกติ มิฉะนั้นร่างกายจะเผาผลาญไขมันจนทำให้ผอมอย่างรวดเร็ว และถ้าเป็นรุนแรง จะมีการคั่งของสารคีโตน(มีกลิ่นแรง) ซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากการเผาผลาญไขมัน สารนี้มีพิษต่อระบบประสาททำให้ผู้ป่วยหมดสติถึงตายได้

เบาหวานชนิดไม่พึ่งพา อินซูลิน เป็นชนิดที่พบเป็นส่วนใหญ่ ในคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป เป็นโรคที่ซับซ้อนซึ่งเชื่อว่าเกิดจากกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปผู้ป่วยจะมีภาวะการผิดปกติของกระบวนการเมตาบอริซึม และความบกพร่องในการหลั่งสารอินซูลิน เมื่อถูกกระตุ้นด้วยกลูโคสซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเบาหวาน เมื่อเกิดภาวะร่างกายไม่ตอบสนองต่ออินซูลินขึ้น ร่างกายก็จะพยายามปรับตัวเองเพื่อให้ระดับน้ำตาลในเลือด อยู่ในสภาวะปกติ โดยเพิ่มการหลั่งอินซูลินจากส่วนประกอบของตับอ่อนที่เรียกว่า B-cell ทำให้เกิดภาวะอินซูลินในเลือดสูง ในขณะเดียวกันภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ก็ยังเป็นสาเหตุของทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนขึ้น (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548; นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์, 2537)

การควบคุมภาวะน้ำตาลในเลือดสูงทำได้โดยต้องควบคุมอาหาร และออกกำลังกาย รวมทั้งใช้ยารักษาเบาหวานแต่ก็ยังมีข้อจำกัดเกิดอาการที่ไม่พึงประสงค์ สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2548) ได้ทำการศึกษาลดฤทธิ์น้ำตาลด้วยสารสกัดจากเจียวกู้หลานพบว่าสามารถลดได้ในห้องทดลอง จากรายงานของ Poomecome W (1999) ได้รายงานว่าสรรพคุณที่มีอยู่ในเจียวกู้หลานจะทำกระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งสารอินซูลิน และยับยั้งการดูดซึมกลูโคสในทางเดินอาหาร จากรายงานการศึกษา ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า เจียวกู้หลานจะกระตุ้น การหลั่งอินซูลินและยับยั้งการดูดซึมกลูโคสในทางเดินอาหาร เมื่อไม่นานมานี้ได้ค้นพบ Phanoside ซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จาก *Gynostemma pentaphyllum* มีฤทธิ์กระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งสารอินซูลินในหนูขาว เมื่อให้สารสกัดนี้ทางปากกับหนูในขนาด 40, 80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทำให้ระดับของอินซูลินในพลาสมาสูงขึ้นซึ่งช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (Norberg *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลต่อระบบความดันโลหิตและระบบการทำงานของหัวใจ

Gynostemma pentaphylla มีอิทธิพลต่อระบบการทำงานของหัวใจ (Purmova and Opeltel, 1995) โดยการศึกษาของ Circosta *et al*. (2004) ศึกษาสารสกัดด้วยน้ำจาก *Gynostemma pentaphylla* โดยฉีดเข้าเส้นเลือดใหญ่บริเวณคอของหนูตะเภาที่ถูกทำให้สลบ เปรียบเทียบกับจีเพนโนไซด์ (III, VIII) และ Verapamil ซึ่งเป็นยาต้านการทำงานของแคลเซียม ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจาก *Gynostemma* ในขนาด 2.5, 5 และ 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ผลในการป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดหัวใจหดเกร็งตัวเมื่อถูกกระตุ้นโดย pitressin และป้องกันการเต้นผิดปกติของหัวใจ ป้องกันความดันโลหิตสูง สารสกัดจาก *Gynostemma* ยังออกฤทธิ์ตรงข้ามกับยากระตุ้นหัวใจ ทำให้หัวใจห้องล่างเต้นเป็นปกติและทำให้หลอดเลือดหัวใจปรับตัวให้สูบฉีดได้ดีขึ้นโดยขึ้นกับขนาดของยาที่ใช้ด้วย

สารสกัดของเจียวกู้หลานซาโปนิน (crude saponin fraction) มีฤทธิ์ลดความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจของหนูขาว ที่สลับด้วยเพนโทบาบิบาล และจากการที่พบว่าสาร atropine หรือ chlorphennilamine สามารถต้านฤทธิ์ ในการลดความดัน โลหิตและลดอัตราการเต้นของหัวใจของสารสกัดลดลง ดังนั้นกลไกในการออกฤทธิ์จึงน่าจะเกี่ยวข้องกับ histaminic และ cholinergic mechanism (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548)

Tanner MA *et al*. (1999) ได้ศึกษาฤทธิ์ของเจียวกู้หลาน ในการขยายหลอดเลือด และกลไกการออกฤทธิ์ พบว่า สารสกัดจีเพนโนไซด์ จากเจียวกู้หลาน ขนาด 0.1-100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีฤทธิ์ในการขยายหลอดเลือดโคโรนารีในหลอดทดลอง และพบว่าสารสกัดจากเจียวกู้หลาน ทำให้การสร้าง nitric oxide ของเซลล์เพาะเลี้ยง bovine arotic endothelial เพิ่มขึ้นแบบ dose - dependent โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ จะเห็นได้ว่าสารสกัดจากเจียวกู้หลานมีฤทธิ์โดยตรงต่อการหลั่งสาร nitric oxide แต่ไม่มีผลต่อการสร้างสารกลุ่ม prostanoid

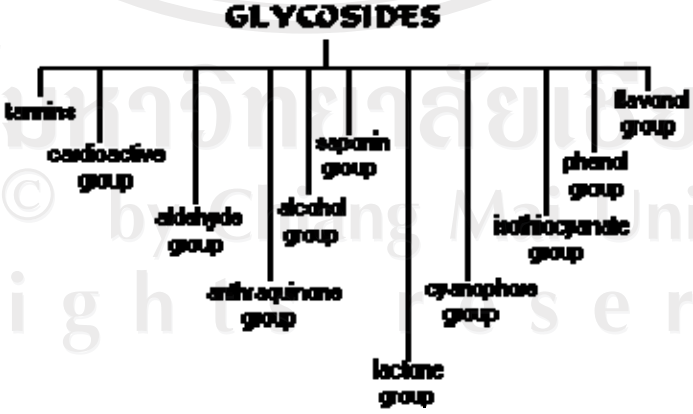
การทดสอบความเป็นพิษเรื้อรังโดย Attawish *et al*. (2004) ได้ทดสอบสารสกัดด้วยน้ำ จาก *Gynostemma pentaphyllum* ในหนูทดลอง เป็นเวลา 6 เดือน โดยกลุ่มควบคุมจะได้รับน้ำ 10 มิลลิกรัม/กรัม/วัน และกลุ่มทดลองได้รับสารสกัดจาก *G. pentaphyllum* โดยการกรอกทางปาก แบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ 6, 30, 150, 750 และ 750 มิลลิกรัม/กรัม/วัน เป็นเวลา 24 สัปดาห์ โดย 5 กลุ่มแรกจะได้รับการเจาะเลือดหลังจากอดอาหาร 18 ชั่วโมง และกลุ่มสุดท้ายจะได้รับการเจาะเลือด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากการการได้รับสารสกัด 14 วัน ผลการทดลองแสดงว่า สารสกัดจาก *G. Pentaphyllum* ไม่ก่อให้เกิดอาการผิดปกติในหนูที่ได้รับสารสกัด *G. pentaphyllum* อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สารสกัดจาก *G. pentaphyllum* ไม่เป็นพิษต่อหนูที่ได้รับสารสกัด เป็นเวลา 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญ

2.2 ซาโปนิน

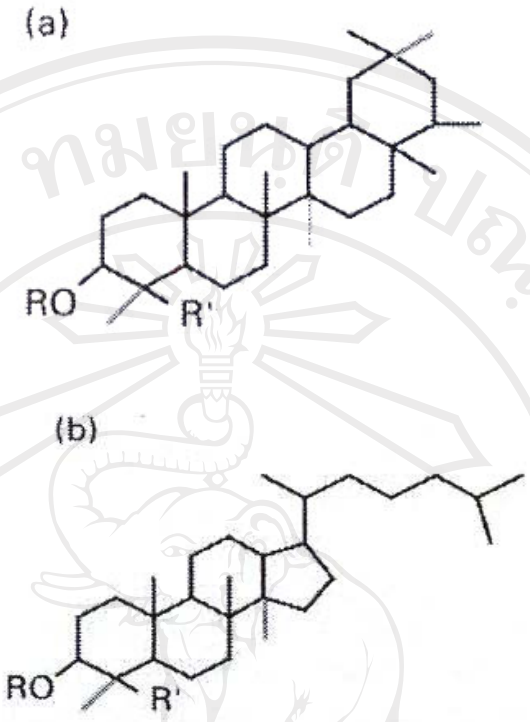
ซาโปนินเป็นสารกลุ่มไกลโคไซด์ที่มีมวลโมเลกุลสูง ไกลโคไซด์ หมายถึงกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจาก อะไกลโคน จับกับส่วนที่เป็นน้ำตาล หรืออนุพันธ์ของน้ำตาล ซึ่งเรียกว่า ไกลโคพาทโดยผ่านทางไกลโคไซด์ดิกบอนด์ส่วนของอะไกลโคล ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลจะเป็นกลุ่มสารที่มีโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน ดังนั้นฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารในกลุ่มนี้จึงหลากหลาย ส่วนที่เป็นน้ำตาลไม่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา แต่เป็นส่วนช่วยทำให้การละลายและการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายดีขึ้น ช่วยระบบกล้ามเนื้อหัวใจและระบบการไหลเวียนของโลหิต ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ซาโปนินส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นสาร Detergent ทำให้เกิดโฟมที่เสถียรในน้ำ มีรสขมและเป็นพิษในปลา คุณสมบัติอย่างอื่นของซาโปนินจะแตกต่างกันตามกลุ่มของพืช อย่างไรก็ตามซาโปนินเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง เพื่อความสะดวกในการเรียกจึงมักเรียกซาโปนินตามโครงสร้างของโมเลกุลที่ไม่มีส่วนประกอบของน้ำตาล หรืออาจเรียกว่า จีนิน หรือ สโปจีนิน ซึ่งสามารถแบ่งตามกลุ่มของจีนิน ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ คือ ไตรเทอร์ปีน สเตียรอยด์ และสเตียรอยด์ อัลคาลอยด์ (ภาพที่ 2.2) (Hostettmann and Marston, 1995; Glycoside, 2007)



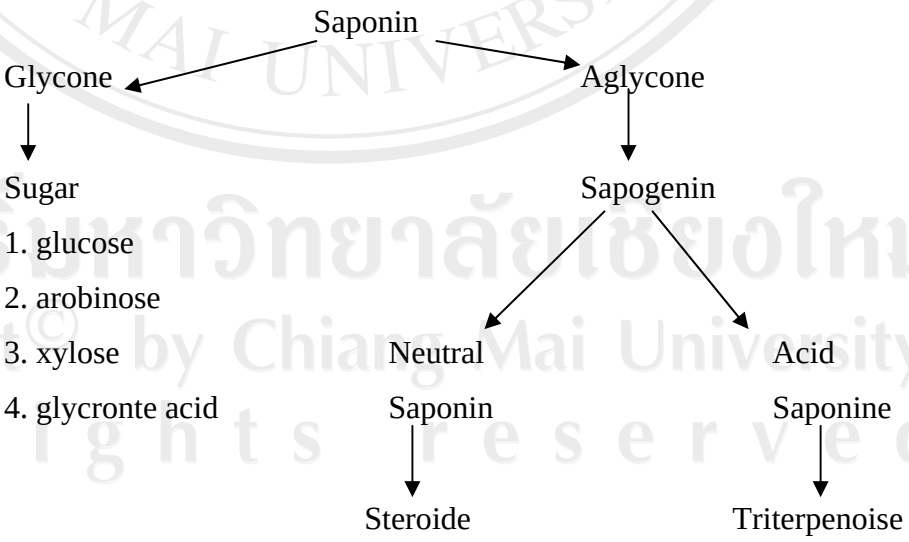
ภาพ 2.3 กลุ่มของไกลโคไซด์

(**ที่มา** : Glycosides, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



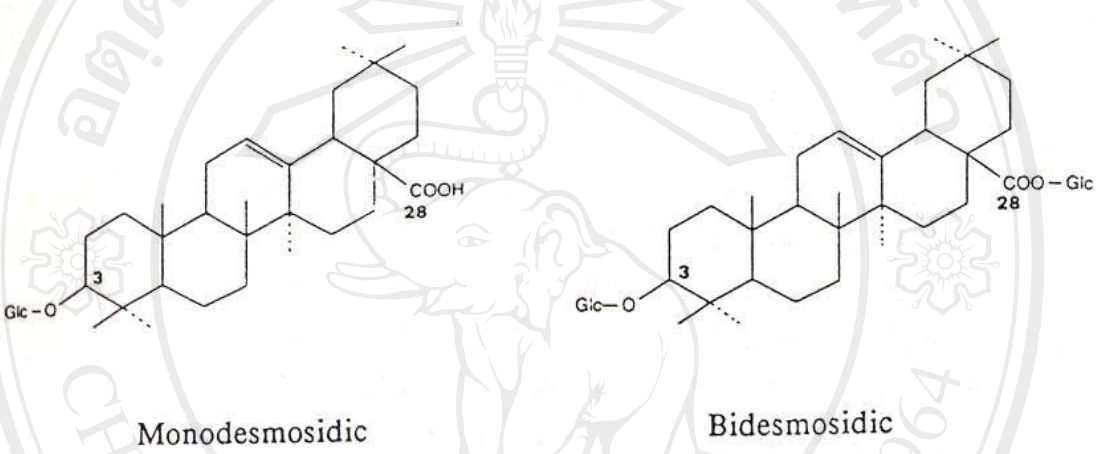
ภาพ 2.4 โครงสร้างของ (a) ไตรเทอร์ปีนซาโปนิน และ (b) สเตียรอลซาโปนิน
(**ที่มา** : Francis *et al*., 2002)



ภาพ 2.5 กลุ่มของซาโปนิน
(**ที่มา**: Glycosides, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซาโปนินส่วนใหญ่มีโครงสร้างคู่กับน้ำตาล 1 หรือ 2 โมเลกุล ถ้าในโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาล 1โมเลกุล จะเรียกว่า โมโนเดสโมไซดิกซาโปนิน ซึ่งโมเลกุลของน้ำตาลจะจับกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ไบเดสโมไซดิกซาโปนิน คือ มีน้ำตาล 2 โมเลกุลมาจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 และ 28 ไตรเดสโมไซดิกซาโปนินพบได้ยาก ส่วนใหญ่จะพบในรูป ไบเดสโมไซดิกซาโปนิน ซึ่ง สามารถเปลี่ยนรูปเป็นโมโนเดสโมไซดิกซาโปนิน โดยการถูกไฮโดรไลซิสที่ คาร์บอนตำแหน่งที่ 28

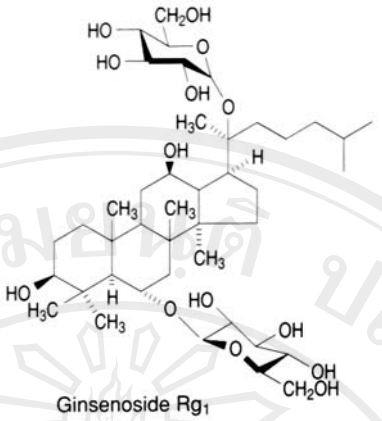


ภาพ 2.6 โมโนเดสโมไซดิก และ ไบเดสโมไซดิกซาโปนิน
(**ที่มา** : Hostettmann and Marston, 1995)

ชนิดของซาโปนินแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของอะไกลโคน

1. สเตรียรอยด์ซาโปนินมีโครงสร้างหลักคล้าย สเตรียรอยด์นิวเคลียส พบได้น้อยในธรรมชาติ มักพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น พืชในวงศ์ Dioscoraceae (genus *Dioscorea*), Amaryllidaceae (genus *Agave*), Lilliaceae (genus *Yucca* และ *Trillium*) ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปไกลโคลไซด์ (ในขณะที่จะพบไตรเทอร์ปีนซาโปนินในธรรมชาติทั้งที่เป็นไกลโคลไซด์และรูปอิสระ) โครงสร้างของสเตรียรอยด์ซาโปนินมีความสัมพันธ์กับสารจำพวก sex hormones, cortisone และ cardiac glycoside จึงมีการใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ steroid hormones ตัวอย่างของสเตรียรอยด์ซาโปนิน เช่น diosgenin พบใน *Dioscorea* spp., sarsaponin พบใน *Yucca* spp., sarmentogenin พบใน *Strophanthus* spp. และจินเซนโนไซด์ซึ่งพบในโสม

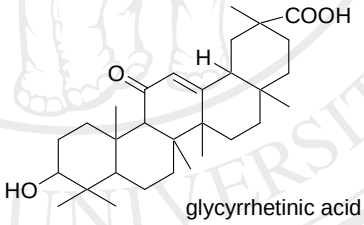
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.7 สเตรียรอยด์ซาโปนิน

(**ที่มา**: Glycosides, 2007)

2. ไตรเทอร์ปีนซาโปนินในธรรมชาติพบได้ทั้งที่เป็น ไกลโคไซด์และสโปจีนินอิสระ ส่วนมากพบในพืชใบเลี้ยงคู่ โดยเฉพาะวงศ์ Caryophyllaceae, Sapindaceae, Polygonaceae, Sapotaceae ตัวอย่างของ ไตรเทอร์ปีนอยด์ซาโปนินได้แก่ glycyrrhizic acid (glycyrrhetinic acid+ 2 glucuronic acid) พบในรากชะเอม (*Glycyrrhiza glaba*)



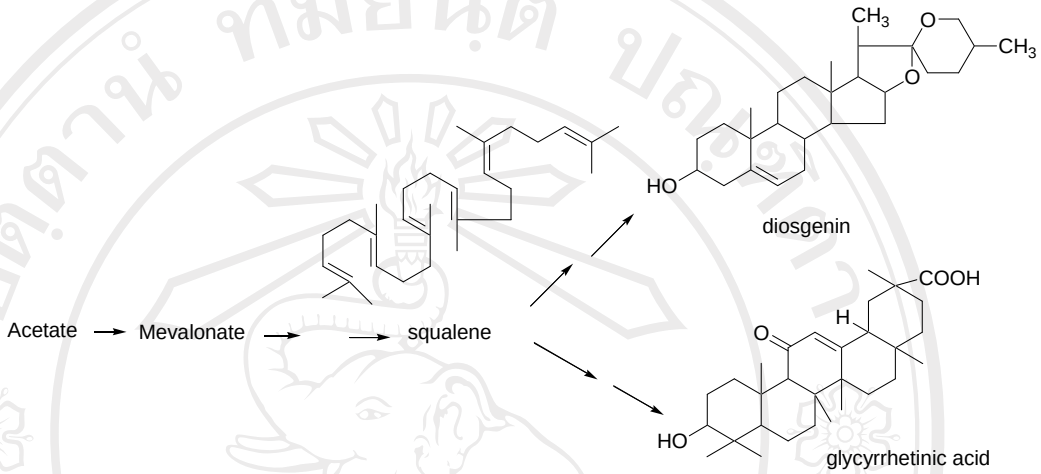
ภาพ 2.8 ไตรเทอร์ปีนซาโปนิน

(**ที่มา**: Glycosides, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชีวสังเคราะห์ของ saponin

ซาโปนินทั้งสองชนิดเกิดจากการจับกันแบบ head to tail ของ acetate unit ผ่าน mevalonic acid และ squalene



ภาพ 2.9 ชีวสังเคราะห์ซาโปนิน
(**ที่มา**: Glycosides, 2007)

คุณสมบัติของซาโปนิน

1. มีคุณสมบัติเป็น detergent เมื่ออยู่ในน้ำซาโปนินจะเกิดเป็น colloidal solution ซึ่งเมื่อเขย่าจะเกิดฟอง เนื่องจากส่วนอะไกลโคนเป็นสารโมเลกุลใหญ่มีจำนวน carbon 27 – 30 atom ทำให้ส่วนอะไกลโคลมีคุณสมบัติ lipophillic และมีส่วนของน้ำตาลซึ่งละลายน้ำได้ จึงมีคุณสมบัติ hydrophillic จากการที่ซาโปนินมีคุณสมบัติ lipophillic/hydrophillic อยู่ในโมเลกุล จึงมีความสามารถในการลดแรงตึงผิว และใช้ในการชะล้างได้

2. มีฤทธิ์ทำลายเม็ดเลือดแดง โดยทำให้เกิด hemolysis

ประโยชน์ของซาโปนิน

1. ใช้เป็นสารชะล้างแทนสบู่
2. คุณสมบัติที่เป็นฟองทำให้ใช้เป็นสารพ่นดับไฟได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เป็นพิษต่อปลา โดยทำให้เกิด paralysis ที่เหงือก จึงใช้เป็นสารเบื่อปลา ปลาที่เบื่อด้วยซาโปนินสามารถใช้เป็นอาหารได้ เพราะซาโปนินไม่ถูกดูดซึมในทางเดินอาหาร แต่ถ้ารับประทานเข้าไปมากๆ จะระคายเคืองต่อเมือกในลำไส้เล็ก ทำให้อาเจียนได้

4. ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สเตรียรอยด์

2.3 ไมโครเวฟ (Microwave)

กระบวนการสกัดด้วยไมโครเวฟนั้นถูกพัฒนาขึ้น จากสถาบันสิ่งแวดล้อมแคนนาดา (Kwon *et al*., 2003) ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้ไมโครเวฟในการสกัดกันอย่างแพร่หลาย เมื่อเร็วๆนี้มีการใช้ไมโครเวฟเพื่อสกัด taxans จาก *Taxus* biomass, sikosaponins จาก *Bupleurum falcacatum*, Camptothecin จาก *Nothapodytes foetida*, Ginsenoside จากโสม และการสกัดกรดไขมันจำเป็นจากลูกกระวาน การสกัดด้วยวิธีอื่นความร้อนสามารถแยก active conpound ออกจากเยื่อพืชได้ แต่มีข้อเสียคือ ใช้เวลาสกัดนานรวมทั้งใช้สารละลายจำนวนมาก ในบางครั้งยังมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยวิธีเหล่านั้น การสกัดด้วยไมโครเวฟมีข้อดีคือ ใช้เวลาและสารละลายในการสกัดน้อย มีอัตราการสกัดสูง (Chen *et al*., 2007) เนื่องจากคลื่นไมโครเวฟจะถูกส่งไปยังสารละลาย และ solid plant matrix น้ำที่อยู่ใน plant matrix ดูดซับพลังงานของไมโครเวฟจึงทำให้เซลล์แตก จากการได้รับความร้อนอย่างยิ่งยวด การสกัดด้วยวิธีนี้ จึงสามารถเพิ่ม recovery ของ nutraceutical ได้ (Kaufmann *et al*., 2001a) ประสิทธิภาพของไมโครเวฟ ยังขึ้นอยู่กับการเป็นฉนวนของสารละลายและ plant metrix ในทางการค้ามีการใช้ไมโครเวฟอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบปิดซึ่งจะสามารถควบคุมความดันและอุณหภูมิได้ และไมโครเวฟที่ใช้ภายใต้ความดันบรรยากาศ การสกัดภายใต้ระบบปิดจะทำให้เกิดการเดือดอย่างรุนแรง เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดสูง ความดันในระบบจะขึ้นอยู่กับปริมาณและจุดเดือดของสารละลาย (Wang, L. and Weller, C.L., 2006)

การเกิดความร้อนด้วยไมโครเวฟ (สายสนม ประดิฐดวง และคณะ, 2546)

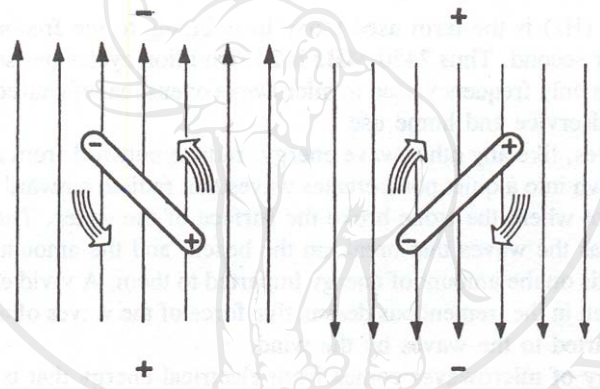
เมื่อคลื่นไมโครเวฟถูกดูดซับเข้าสู่ชิ้นอาหารจะเกิดความร้อนได้ในสองแบบร่วมกัน ได้แก่

1. Ionic Polarization เป็นการเกิดความร้อน เนื่องจากผลของการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายเมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้า แต่ละไอออนซึ่งมีประจุไฟฟ้าประจำตัวจะถูกกระตุ้นและเร่งให้มีการเคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดการเสียดสีกันขึ้นกับไอออนอื่นๆ และมีการเปลี่ยนพลังงานจลน์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาเป็นพลังงานความร้อน แล้วจึงกระจายความร้อนไปสู่ส่วนอื่นๆ ต่อไป การเกิดความร้อนแบบนี้เกิดได้ในของเหลวภายในเซลล์ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลาย

2. Dipole Rotation เป็นการเกิดความร้อนกับสารประกอบมีขั้ว (polar) ได้แก่ น้ำ ซึ่งในสภาพปกติสารประกอบนั้นจะเรียงตัวประจุบวกและลบอย่างไม่เป็นระเบียบ (random oriented) เมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้าประจุบวกและประจุลบของสารนั้นจะเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางเพื่อเรียงตัวอย่างมีระเบียบ การเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวกลับไปกลับมาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามระดับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟคือ 915–2,450 ล้านครั้งต่อ 1 วินาที ซึ่งผลของความเร็วในการหมุนตัวและการเสียดสีกันทำให้เกิดความร้อนขึ้น จากการหมุนตัวของสารประกอบมีประจุเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟแสดงดังภาพ 2.6



ภาพ 2.10 การหมุนตัวของสารประกอบมีประจุเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟ
(**ที่มา** : Robert V. Decareau, 1992)

ความร้อนที่เกิดจากทั้งสองรูปแบบดังกล่าวที่จุดซึ่งอาหารสัมผัสกับไมโครเวฟแล้ว จึงค่อยกระจายตัวออกไปยังส่วนอื่นเนื่องจากผลของการเดือดของน้ำโดยการนำความร้อนด้วย และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเกิดความร้อนจากสาเหตุต่างๆ ดังกล่าวนี้ ทำให้เกิดได้อย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีการหุงต้มโดยความร้อนแบบดั้งเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนอาหารโดยคลื่นไมโครเวฟ

ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนโดยคลื่นไมโครเวฟมี 8 ปัจจัย ดังนี้

1. ค่าความถี่

ความถี่ที่ใช้ในระบบไมโครเวฟมีอยู่ 2 ความถี่ ได้แก่ 915 หรือ 2,450 เมกกะเฮิร์ต ความถี่ที่ใช้จะมีผลต่อระดับความลึกในการเจาะเข้าไปในเนื้ออาหารของระบบไมโครเวฟ เพื่อให้เกิดความร้อนอย่างทั่วถึง โดยปกติค่าความถี่ต่ำ (915 เมกกะเฮิร์ต) จะสามารถให้ความร้อนได้ลึกกว่า นอกจากนี้ ค่าความถี่ยังมีผลต่อสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนพลังงานของอาหารแต่ละชนิดด้วย ซึ่งจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของอาหาร

2. ค่าความเข้มของสนามไฟฟ้า (กำลังไฟฟ้าของระบบไมโครเวฟ)

กำลังไฟฟ้าที่ใช้จะอยู่ในช่วง 5-100 กิโลวัตต์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้นจะช่วยเร่งการให้ความร้อนกับอาหาร ดังนั้นจึงนิยมปรับกำลังไฟฟ้าของระบบเพื่อควบคุมความเร็วในการทำให้อาหารร้อน อย่างไรก็ตามการเร่งความเร็วมากเกินไปอาจมีผลเสีย เช่น น้ำในอาหารไม่สามารถระบายออกได้ทันทำให้เกิดการเดือดขึ้นในเนื้ออาหาร และเมื่อมีปริมาณมากจนระเบิดออกมาทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ (วัชรินทร์ ปิยะรัตน์, 2531)

3. ค่าความชื้น

น้ำเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดการดูดซับพลังงาน ทำให้สามารถให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ อาหารที่มีปริมาณความชื้นสูงจะดูดซึมพลังงานไมโครเวฟได้ดีกว่าอาหารที่มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า ดังนั้นอาหารที่มีปริมาณความชื้นสูงจะร้อนได้เร็วกว่าอาหารที่มีปริมาณความชื้นต่ำ (วัชรินทร์ ปิยะรัตน์, 2531)

4. อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อระบบไมโครเวฟ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนพลังงานอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิดของอาหาร เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในระหว่างการทำให้อาหารร้อน พบว่าน้ำแข็งในการแช่แข็งมีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เนื่องจากความโปร่งใสของน้ำแข็งทำให้การดูดซึมความร้อนไม่ดีพอ เพื่อง่ายต่อการควบคุมจึงนิยม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ละลายน้ำแข็งให้อุณหภูมิที่ได้ต่ำกว่าจุดหลอมละลายเท่านั้น ส่วนอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารควรทราบหรือถูกกำหนดไว้เพื่อง่ายต่อการปรับกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสม สำหรับการระบุอุณหภูมิสุดท้ายที่ต้องการเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ (วัชรินทร์ ปิยะรัตน์, 2531) พบว่าถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารสูง อาหารจะสุกได้เร็วกว่าปกติ หรือเร็วกว่าอาหารที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นต่ำกว่า

5. ค่าการนำไฟฟ้า

ในการเกิดความร้อนด้วยระบบไมโครเวฟ เชื่อว่าเกิดจาก dipole rotation ของโมเลกุลในอาหาร ซึ่งสัมพันธ์กันกับค่าการนำไฟฟ้าของอาหารนั้นๆ ดังนั้นถ้าเราเพิ่มการนำไฟฟ้า เช่น การเติมเกลือให้กับอาหาร อาจช่วยเร่งการให้ความร้อนแก่อาหารนั้นได้ แต่ก็อาจมีผลต่อความสามารถในการเจาะลึกเข้าในเนื้ออาหารของคลื่นไมโครเวฟ และทำให้การให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอได้

6. ค่าการนำความร้อน

ค่าการนำความร้อนจะมีผลกับอาหารชิ้นใหญ่ โดยที่คลื่นไมโครเวฟไม่สามารถเจาะลึกพอที่จะทำให้จุดกึ่งกลางของอาหารร้อนสม่ำเสมอได้ หรือเมื่อต้องการใช้ระยะเวลาในการทำให้อาหารร้อนนาน ในกรณีที่ใช้เวลาน้อย ค่าการนำความร้อนจะไม่ค่อยมีผลมากนัก (วัชรินทร์ ปิยะรัตน์, 2531)

7. ค่าความร้อนจำเพาะ

กรณีที่อาหารนั้นๆ มีค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนพลังงานต่ำ ค่าความร้อนจำเพาะจะมีส่วนช่วยให้การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นไปด้วยดี การควบคุมค่าความร้อนจำเพาะเป็นเทคนิคหนึ่งในการให้ความร้อนกับอาหารที่มีหลายองค์ประกอบ โดยจัดสัดส่วนขององค์ประกอบให้มีค่าความร้อนจำเพาะใกล้เคียงกัน (วัชรินทร์ ปิยะรัตน์, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8. ปริมาณของอาหาร

ปริมาณของอาหารมีผลต่อเวลาในการแปรรูปอาหารโดยไมโครเวฟ ถ้าอาหารมีปริมาณมากจะต้องใช้เวลาในการแปรรูปมาก เพราะอาหารจะร้อนช้ากว่าปริมาณอาหารน้อย ซึ่งต่างจากวิธีดั้งเดิมคือ การใช้เตาอบแบบลมร้อนในการแปรรูปอาหารจะไม่ขึ้นกับปริมาณของอาหาร

ข้อดีของการให้ความร้อนด้วยระบบไมโครเวฟ

1. เพิ่มความสะดวก และเป็นแหล่งของความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง มีความยืดหยุ่นและควบคุมได้ง่าย เป็นการทำความร้อนที่รวดเร็วกว่าวิธีการทำความร้อนแบบดั้งเดิม

2. เป็นการทำความร้อนที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากอากาศที่อยู่รอบๆ และเตาไมโครเวฟไม่ถูกทำให้ร้อน อัตราส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าใช้ได้มากถึง 40-50% ในเตาไมโครเวฟที่ใช้คลื่นความถี่ 2,450 MHz

3. เนื่องจากไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนขึ้นจากภายในอาหาร ทำให้การกระจายของอุณหภูมิมีความสม่ำเสมอกว่า และไม่ทำให้เกิดความร้อนที่สูงเกินไปที่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ในทางตรงกันข้ามการดูดซับพลังงานไมโครเวฟซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้องค์ประกอบของอาหารบางอย่างร้อนขึ้นได้เร็วกว่าองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งการที่อุณหภูมิของอาหารมีความสูงต่ำไม่เท่ากัน ทำให้สามารถใช้คุณสมบัตินี้ในการทำความร้อนแก่อาหารที่มีความแตกต่างกันได้ในเวลาเดียวกันได้

ข้อเสียของการให้ความร้อนด้วยระบบไมโครเวฟ

1. เนื่องจากการดูดซับพลังงานไมโครเวฟของอาหารขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้าอาหารที่มีองค์ประกอบแตกต่างกันมาก จะมีรูปแบบของอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากเมื่อทำความร้อนโดยไมโครเวฟ อาหารที่เกิดความร้อนไม่สม่ำเสมอมีสาเหตุมาจากลักษณะเฉพาะตัวของอาหาร ขนาด และรูปร่าง ดังนั้นโอกาสในการเกิดความร้อนที่สูงเกินไปจึงมักเกิดขึ้นที่บริเวณมุมหรือขอบในขณะที่อาจจะเกิดความร้อนน้อยกว่าที่ต้องการ ในบริเวณใจกลางอาหารที่มีขนาดชิ้นใหญ่

2. ต้องการมาตรการรักษาความปลอดภัยที่แตกต่างไปจากการทำความร้อนโดยวิธีดั้งเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในการสกัด

Kwon *et al*. (2003) รายงานว่า ในการสกัดโสมซึ่งมีซาโปนินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญนั้น ได้นำไมโครเวฟมาใช้ในการสกัดโดยได้เปรียบเทียบกับวิธีการสกัดแบบ conventional ซึ่งเปรียบเทียบเวลา, ผลผลิต, คุณภาพ และสารสกัดธรรมชาติของจินเซนโนไซด์ ในการเปรียบเทียบ 2 วิธีนี้ได้กำหนดปัจจัยในการสกัด คือ สารละลาย, sample to solvent ratio, อุณหภูมิ ให้มีสภาวะเหมือนกัน โดยตั้งค่าการใช้งานของ microwave extractor ไว้ 300W และ emission frequency 2450 MHz ภายใต้ความดันบรรยากาศ โดยสกัดที่อุณหภูมิ 72.2 ^{0}C เป็นเวลา 30 วินาที (4x) ในขณะที่ conventional reflux ใช้ 75 ± 1 ^{0}C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (4x) โดยปริมาณผลผลิตทั้งหมด และ crude saponin content จะศึกษาโดย gravimetrically และ chromatographically (TLC, HPLC) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งผลบอกได้ว่าประสิทธิภาพในการสกัดสารประกอบของ MAP ที่เปรียบเทียบกับวิธี conventional นั้นไม่พบว่าเกิดการเสื่อมสลาย และสามารถลดเวลาในการสกัดได้จาก 12 ชั่วโมงเป็น 30 วินาที Kwon *et al*. (2005) รายงานว่า ลักษณะพิเศษของ Microwave assisted process (MAP^{TM}) ในการสกัด saikosaponins จากรากของ *Bupleurum falcatum* โดยมีลักษณะเป็น monitored ซึ่งใช้ในการทำนายและ optimized ผ่าน response surface methodology ซึ่งผลผลิตมากที่สุดของการสกัด คือ 27.3% เมื่อใช้กำลังของไมโครเวฟ เท่ากับ 102.1 W ความเข้มข้นของเอทานอลเป็น 54.3% และใช้เวลาในการสกัด 8.34 นาที โดยรูปแบบของการสกัด saikosaponins a, c, d มี response surface ที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะของกระบวนการในการสกัด สารสกัด saikosaponins ในปริมาณสูงสุดของ a, c, d ได้ถูกทำนายตามลำดับซึ่งเท่ากับ 4.54, 0.45 และ 7.31 มิลลิกรัม/กรัม ภายใต้สภาวะที่มีกำลังของไมโครเวฟ เท่ากับ 46.4, 40.7 และ 117.2 W ความเข้มข้นของเอทานอล เป็น 34.7, 47.1 และ 67.9% และใช้เวลาในการสกัด 8.0, 7.9 และ 3.4 นาที โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ทำนาย กับค่ามาตรฐานในการกำหนดสภาวะในการสกัดที่เหมาะสมนั้น ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ Kwon *et al*. (2003) ยังศึกษาผลของความเข้มข้นของเอทานอล ในการสกัด saponin จากโสมโดยใช้ไมโครเวฟซึ่งกำหนดกำลังของเครื่องต่างกัน particle size ของโสมที่เหมาะสม คือ 60 mesh และอัตราส่วนของ sample: solvent คือ 1: 10 (กรัม/มิลลิลิตร) ซึ่งความเข้มข้นของเอทานอลมีผลต่อผลผลิตของ total solids และ crud saponinโดยผลผลิตของ total solids ที่ได้สูงที่สุดนั้นใช้ความเข้มข้นของเอทานอล 45-65% และกำลังของเครื่อง 88 W ส่วนผลผลิตของ crud saponin ที่ได้สูงที่สุดนั้นใช้ความเข้มข้นของเอทานอล 60-75% และกำลังของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่อง 168 W ที่กำลังของเครื่อง 162 W จะได้ ผลผลิต: เวลา 60 วินาที สูงกว่า 88 W ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของเอทานอลมีผลต่อการสกัดซาโปนิน โดยการใช้พลังงานไมโครเวฟและระดับของกำลังงานที่ใช้จะถูกพิจารณาจากประสิทธิภาพในการสกัด

Shu *et al*. (2003) รายงานว่าสารสกัด ginsengnoside Rg1 และ Rb1 จากโสม สกัดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟ กำหนดตัวแปรในการทำ optimization คือ จำนวนสารละลาย เวลาที่ใช้ในการสกัด และ microwave power แล้วนำมาเปรียบเทียบปริมาณ ginsengnoside โดยใช้ high performance liquid chromatography (HPLC) UV visible detector ผลที่ได้คือ การสกัดโดยใช้ microwave power 150 W ร่วมกับความเข้มข้นของเอทานอล 70% ได้ จินเซนโนไซด์ Rg1 0.28% และสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 30% ได้ จินเซนโนไซด์Rb1 1.31% ซึ่งการสกัดด้วยไมโครเวฟให้ผลดีกว่าการสกัดด้วย Conventional method เป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยใช้สารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 70 ได้สารสกัดจินเซนโนไซด์Rg1 0.22% และ จินเซนโนไซด์Rb1 0.87%

Vongsangnak *et al*. (2003) การศึกษาการสกัด Notoginseng saponins ด้วยวิธีต่างๆ Conventional organic, Soxhlet, heatreflux, Ultrasound-assisted และ Microwave-assisted extraction พบว่า การสกัดด้วยไมโครเวฟ 6 นาที สามารถสกัดซาโปนินออกมา เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น (base on mg/100mg cells) ซึ่งใช้เวลา 2-14 ชั่วโมง การหาสภาวะที่เหมาะสมโดยกำหนดเวลาในการสกัด อุณหภูมิ ตัวอย่าง:สารละลาย (กรัม: มิลลิลิตร) และจำนวนซ้ำในการสกัด สภาวะที่เหมาะสม คือ ใช้เวลาในการสกัด 4 นาที อุณหภูมิ 50 ^{0}C (radiation power 125 W) และ 1: 150 ของตัวอย่าง: สารละลาย ผลผลิต ของ total saponin ที่ได้จากการสกัด *P. notoginseng* จะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการสกัด และการสกัดด้วยเครื่องไมโครเวฟ จะได้สารสกัดมากว่าวิธีอื่น

2.4 เทคนิคความดันสูงยิ่ง (High pressure)

การสกัดด้วยความดันสูงยิ่ง (Cold ultrahigh isostatic hydrosatatic pressure extraction) เป็นเทคนิคการสกัดแบบใหม่ ส่วนใหญ่แล้วนิยมใช้ความดันสูงยิ่งในอุตสาหกรรมเซรามิก กราไฟท์ การหลอมโลหะ การทำเม็ดพลาสติก รวมทั้งการใช้ในกระบวนการอาหาร เมื่อเร็วๆนี้ได้มีการใช้เทคนิคนี้ในการสกัดตัวยาในประเทศจีน ซึ่งขั้นตอนการให้ความดันคล้ายกับการให้ความดันในอาหาร โดยวัตถุดิบละลายในสารละลาย ที่อุณหภูมิห้อง นิยมใช้ความดันที่ 100-1,000 MPa ที่เวลาคงที่ ความดันจะถูกปล่อยออกมาอย่างรวดเร็ว การสกัดด้วยวิธีนี้มีข้อดี คือ ใช้เวลาน้อยแต่ให้ผลผลิตมากและมีสิ่งเจือปนน้อยรวมทั้งใช้พลังงานน้อย (Zhang *et al*., 2006; 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักการของกระบวนการความดันสูงยิ่ง (Smelt, 1998)

1. หลักการของ Le Chatelier กล่าวว่า ปริมาตรจะลดลงเมื่อมีการเพิ่มความดัน สำหรับความร้อนจะให้ผลตรงข้าม เพราะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2. ความดันเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดไม่มีแบบแผน ไม่ขึ้นกับขนาดและรูปร่างและรูปทรงของอาหาร

เครื่องมือและหลักการทำงานของเครื่องมือ

หลักการพื้นฐานของการใช้ความดันสูงยิ่งกับอาหารคือ การบีบอัดน้ำที่อยู่ล้อมรอบอาหาร ซึ่งการลดลงของปริมาตรของน้ำที่ความดันสูงยิ่งขึ้นถือว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซ เช่น น้ำจะมีปริมาตรลดลงประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ที่ 100 MPa 7 เปอร์เซ็นต์ ที่ 200 MPa 11.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 400 MPa ที่ 22 องศาเซลเซียส และน้ำจะเปลี่ยนเป็นของแข็งที่ความดันสูงยิ่งกว่า 100 MPa เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ย้อนกลับ ดังนั้นการประยุกต์ใช้ความดัน กับอาหารจึงมีประโยชน์มาก โดยอาจใช้ความดันไม่เกิน 200 MPa สำหรับผลที่ย้อนกลับได้ (วิไล รังสาดทอง, 2545)

การประยุกต์ใช้ความดันสูงยิ่ง ในการสกัด

Zhang *et al*. (2006) ได้รายงานว่า Ultrahigh pressure extraction (UPE) เป็นวิธีที่ใช้ในการสกัดโสมที่ความดันสูงยิ่ง โดยใช้ตัวทำละลายเป็น น้ำ, เอทานอล, เมทานอล และ เอ็น-บิวทานอล นำไปวิเคราะห์โดย HPLC ใช้ UV-Vis เป็น detector ผลการทดลองแสดงว่าเอทานอลมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยวิธี Soxhlet extraction, Heat reflux extraction, Ultrasound assisted extraction, Microwave assisted extraction และ SFE พบว่า UPE เป็นวิธีที่ให้ปริมาณสารสกัดสูงที่สุดและใช้เวลาในการสกัดสั้นที่สุด โดยได้สารสกัด 0.861% ในเวลา 2 นาที ส่วนวิธีการสกัด SFE และ Heat reflux extraction ได้ ผลผลิต 0.284% และ 0.661% ตามลำดับ ซึ่งการสกัดด้วย high pressure สามารถเพิ่มปริมาณ ผลผลิต ได้มี impurity น้อย และยังลดเวลาในการสกัดได้จากเวลาหลายชั่วโมงเหลือเพียง 2 นาที (Zhang *et al*., 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved