บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันฮอร์โมนเพศ เป็นที่ต้องการอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการแพทย์ เช่น ได้มีการนำเอาฮอร์โมนเพศมา รักษาคนไข้หญิงที่รังไข่ไม่ทำงาน (gonadal dysgenesis) คนไข้ที่เป็น Turner's syndrome หรือคนไข้ที่ประจำเดือนหมด เมื่อฉีดฮอร์โมนเอสโตรเจนก่อนให้ LH-RH (luteininzine hormone-releasing hormone) จะทำให้ LH หลั่งออกมามากกว่า FSH (follicle-stimulating hormone) เหมือนคนปกติ (ยุทธนา, 2528) ทางด้านการวิจัยได้มีการนำเอาฮอร์โมนเพศทั้งเอสโตรเจนและเทสโตสเตอโรนมาใช้ในการศึกษาพฤติกรรมสัตว์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความต้องการฮอร์โมนเพศของโลกมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่การผลิตฮอร์โมนเพศดังกล่าวยังมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณความต้องการ เนื่องจากปัญหาที่สำคัญที่สุดคือ ต้นทุนในการผลิตฮอร์โมนเพศโดยวิธีการสังเคราะห์ทางเคมีต้องใช้ต้นทุนที่สูงมาก ปัจจุบันมีนักวิจัยจำนวนมากพยายามผลิตฮอร์โมนเพศจากธรรมชาติ เช่น จากถั่ว (soja-bean), กลอย (yam) และจากมะเขือชนิดต่าง ๆ (Solanum sp.) โดยสารที่ได้จากพืชนี้จัดเป็น secondary products ที่อยู่ในรูป alkaloids หรือ steroids Khanna และ Monot (1976) พบว่าการเติม cholesterol (สารตั้งต้นของการผลิตสาร solasodine ในพืช) ด้วยปริมาณต่าง ๆ กันลงในอาหารสังเคราะห์เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้มีการผลิตสาร solasodine มากขึ้นในแคลลัสของพืชตระกูล Solanum

ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกพืชที่อยู่ในวงศ์มะเขือ 2 ชนิด คือ S. laci-niatum และ S. torvum ทั้งนี้เนื่องจาก S. laciniatum เป็นมะเขือชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตสาร steroid-alkaloid คือ solasodine (สารพื้นฐานในการผลิตฮอร์-โมนเพศ) ในปริมาณมากที่สุด คือ พบถึง 4.4 % ต่อน้ำหนักแห้ง (อ้างโดย Jatisatienr, 1984) แต่ไม่ใช่พืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ส่วน S. torvum เป็นมะเขือที่ขึ้นได้ในประเทศไทย แต่ตามธรรมชาติผลิตสาร solasodine ได้ในปริมาณที่น้อยจึงได้ทำการศึกษาผลของ cholesterol ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญของแคลลัส และการผลิตสาร solasodine ของแคลลัส นอกจากนี้ยังศึกษาถึงความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่างของ modified M.S.(1962) เปรียบเทียบกับ modified S.H. (1972) ต่อการเจริญและการผลิตสาร solasodine ของแคลลัส เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงและขยายแคลลัสของ Solanum เพื่อให้มีการสร้างสาร solasodine ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทบทวนเอกสาร

S. laciniatum และ S. torvum จัดเป็นพืชในตระกูล Solanaceae ซึ่งอยู่ในสกุล Solanum พบมากกว่า 2,000 ชนิด แต่ละชนิดจะแตกต่างกันมากทั้งทางด้านสัณฐานวิทยา และสารที่ผลิตอยู่ภายในพืช

S. laciniatum Ait. (Baylis, 1962)

ชื่อสามัญ : Kangaroo-apple

นิเวศน์วิสัย : ไม้พุ่ม เป็นไม้เนื้ออ่อน อายุสั้น

ใบ : ใบเดี่ยว, ขอบใบหยักเป็น lobe สีเขียวเข้ม, ใบไม่มีขน

ลำต้น : สูงประมาณ 1.7-3 ม สีภายนอกลำต้นมีสีม่วง ผิวลำต้นเรียบ ไม่มีขนและหนาม

ช่อดอก : แบบ raceme ช่อหนึ่งมีประมาณ 15 ดอก แต่จะติดเป็นผลประมาณ 7-8 ดอก

ดอก : สีม่วงอมฟ้า

กลีบเลี้ยง : มี 5 กลีบ

กลีบดอก : มี 5 กลีบ เป็น lobe กลีบดอกอ่อนบาง

เกสรตัวผู้ : มี 5 อับละอองเรณูสีเหลือง โอบล้อมยอดเกสรตัวเมียเอาไว้

เกสรตัวเมีย : มี 1 style รังไข่แบบ superior มี 2 carpel 2 locule

ผล : รูปไข่ (ovoid) แบบ berry ขนาดของผล 2.5-3.5 ซม. ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีเหลือง ผลสุกมีสีส้ม ผิวบางมากเห็นเมล็ดอยู่ภายใน

เมล็ด : มีขนาด 0.2-0.25 ซม. 1 ผลมีประมาณ 100 เมล็ด

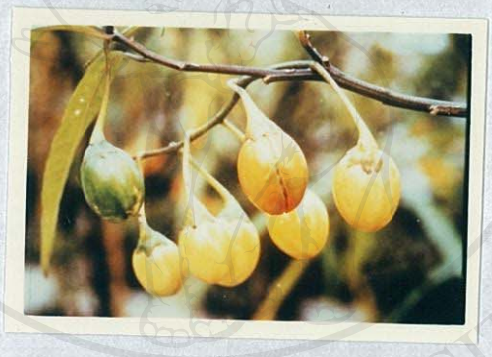
เป็นพืชที่มีต้นกำเนิดในแถบประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ปัจจุบันสามารถปลูกได้ในประเทศเยอรมัน ฮังการี เชคโกสโลวาเกีย อียิปต์ อิสราเอล เวียดนาม อินเดีย และจีน สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีการนำมาปลูกอย่างถาวร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเจริญของ S. laciniatum ปลูกได้ดีในดินร่วน โดยเฉพาะดินทรายที่มีการระบายน้ำและอากาศดี จะทำให้แตกกิ่งเล็กใบและผลมากมาย อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับเพาะเลี้ยงอยู่ในช่วง 15-17 °ซ (Baylis, 1966)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก



ข

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะกิ่ง ใบ ดอก และผลของ S. laciniatum
ก. แสดงลักษณะกิ่ง ใบ และดอกของ S. laciniatum
ข. แสดงลักษณะผลของ S. laciniatum

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

S. torvum Sw. (Howkes, Lester และ Skelding, 1979)
ชื่อสามัญ : มะเขือพวง มะแคว้ง egg plant (small)
นิเวศน์วิสัย : ไม้พุ่ม เป็นไม้เนื้ออ่อน

ใบ : ใบเดี่ยว ขอบใบหยักเป็นคลื่น ถึงเป็น lobed ใบมีลักษณะอวบ คล้ายขนกำมะหยี่ บริเวณผิวใบและก้านใบจะเป็นขน (softly sellate)

ลำต้น : สูงประมาณ 3 ม มีหนาม และมีขน

ช่อดอก : cyme ดอกมีสีขาว รูปดอกแบบ rotate

กลีบเลี้ยง : มี 5 กลีบ แบบ presistent

กลีบดอก : มี 5 กลีบเป็น lobe คล้ายรูปสามเหลี่ยม (lobes triangular)

เกสรตัวผู้ : มี 5 อับละอองเรณูสีเหลือง โอบล้อมยอดเกสรตัวเมียไว้

เกสรตัวเมีย : มี 1 style รังไข่แบบ superior 2 carpel 2 locule

ผล : กลม (globose) แบบ berry ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่จัดมีสีเหลืองปนส้ม ขนาดของผล 1 ซม.

เมล็ด : มีขนาด 0.2-0.25 ซม. 1 ผล มีเมล็ดมากมาย

เป็นพืชที่ขึ้นได้ดีทั่วไปทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะจะขึ้นได้ดีในดินร่วน อุณหภูมิที่พอเหมาะประมาณ 25-30 °ซ สามารถทนทาน และอยู่ในพื้นที่ชื้นหรือแห้งแล้งได้ดี สำหรับในประเทศไทยจะออกดอกผลตลอดปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก

ข

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะกิ่ง ใบ ดอก และผลของ S. torvum

ก. แสดงลักษณะใบ และดอกของ S. torvum

ข. แสดงลักษณะกิ่ง และผลของ S. torvum

ความสำคัญด้านสมุนไพรและอาหาร S. laciniatum

อาหาร : ไม่นิยมใช้เป็นอาหารเพราะมีสาร solasodine ซึ่งเป็น steroid-alkaloid อยู่ในปริมาณสูงถ้ารับประทานมากอาจก่อให้เกิดอันตราย

สมุนไพร : นำมาสกัดสาร solasodine ซึ่งเป็นสารสำคัญในการผลิตฮอร์โมนเพศชนิดต่าง ๆ

S. torvum (สมพร, 2521)

อาหาร : เนื่องจากมีปริมาณสาร solasodine อยู่ในปริมาณน้อยมาก สามารถนำมารับประทานได้โดยใช้ประกอบอาหาร

สมุนไพร : ขับเสมหะ ขับปัสสาวะ ช่วยย่อยอาหาร ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน แก้เท้าแตกเป็นแผล

S. laciniatum และ S. torvum เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก โดยเฉพาะ S. laciniatum มีการปลูกเพื่อที่จะนำมาสกัดสาร solasodine แต่ในการปลูก S. laciniatum นั้นมีปัญหาต่าง ๆ มากมายโดยเฉพาะในเรื่องโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรีย โดยพบว่าโรคที่มักเกิดกับต้น S. laciniatum คือ cucumber mosaic virus ทำให้ใบมีลักษณะแคบ เล็กไม่ติดผล โรค potato late blight อย่างอ่อนที่เกิดจาก Phytophthora infestants และโรค powdery mildew ที่เกิดจาก Erysiphe polygoni (Baylis, 1966) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอ่อน (larvae) ของแมลงก็เป็นศัตรูที่สำคัญอีกพวกหนึ่งด้วย ด้วยสาเหตุเหล่านี้ทำให้การเพาะเลี้ยง S. laciniatum ในสภาพแวดล้อมภายนอกปกติค่อนข้างลำบากมาก เพราะไม่สามารถควบคุมโรคต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสีย เช่น ทำให้ปริมาณ solasodine ที่มีอยู่ในพืชลดน้อยลงได้ ส่วน S. torvum ถึงแม้ว่าจะเป็นพืชที่ทนความแห้งแล้งและโรคต่าง ๆ ได้ดี แต่ก็พบว่าในแต่ละท้องที่จะมีต้น S. torvum ขึ้นกระจายทั่วไปแต่ไม่หนาแน่น นอกจากนี้ปัญหาเรื่องโรคต่าง ๆ ก็มีอยู่บ้าง นอกจากนี้ในสภาพภายนอกปกติ S. torvum จะผลิตสาร solasodine ในปริมาณที่น้อยมากด้วยเหตุผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหล่านี้ เทคนิคทางการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงมีความสำคัญมาก เพราะสามารถที่จะควบคุมไม่ให้เกิดโรคต่าง ๆ และยังสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จะทำให้พืชทั้ง 2 ชนิดมีการผลิตสาร solasodine ในปริมาณที่มากได้ Khanna และ Monot (1976) พบว่าเมื่อเติม cholesterol 700 มก./ล ลงใน medium M.S. (1962) สามารถทำให้แคลลัสของ S. xanthocarpum ผลิตสาร solasodine ได้เพิ่มมากขึ้น

คำนูณ (2524) กล่าวว่าแคลลัส (callus) คือ กลุ่มเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma cell) ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นราก หรือลำต้น อาจจะอยู่กันหลวม ๆ หรือเกาะกันแน่น มีหลายสี เช่น สีขาว เหลือง ม่วง แดงหรือเขียว โดยขึ้นกับรงควัตถุต่าง ๆ ภายใน จากแคลลัสสามารถทำให้เจริญกลายเป็นต้นหรือรากได้ โดยการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนความเข้มข้นของออกซิน และไซโตไคนินให้เหมาะสม

แคลลัสแต่ละชิ้นมีลักษณะทางสัณฐาน อัตราการเจริญ และพื้นผิวไม่เหมือนกัน เช่น แคลลัสบางชนิดอยู่กันหลวม ๆ แยกออกจากกันได้ง่ายเรียก friable callus บางชนิดเกาะกันแน่นแยกจากกันได้ยากเรียก compact callus แคลลัสบางอย่างเจริญในอาหารเหลวได้ดีกว่าบนอาหารวุ้น พืชชนิดเดียวกันอาจมีแคลลัสเป็นทั้งชนิดเซลล์แตกตัวออกจากกันได้ง่าย และบางชนิดแตกตัวยาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้เลี้ยง และสถานะของเนื้อเยื่อนั้น (Thomas และ Davey, 1975)

ในการเพาะเลี้ยงแคลลัสเพื่อที่จะนำมาสกัดเอาสาร secondary products นั้น สามารถทำได้โดยไม่มีสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ภายนอกมารบกวน เช่น ดิน ฟ้า อากาศ ฤดูกาล ศัตรูพืช ฯลฯ ฉะนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อการผลิตสารชีวเคมี (secondary product) Nickell (1980) กล่าวว่ามีความเป็นไปได้ 3 ประการคือ

1. ได้สารชนิดเดียวกับสารในพืชที่ขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งอาจมีมากกว่าหรือน้อยกว่าก็ได้ เช่น ยอบ้าน (Morinda citrifolia) ปกติจะผลิตสารใน corticle cell และสะสมไว้ในเซลเปลือกของรากสารที่ผลิตคือ alkaloids anthraquinones เมื่อนำรากมาสกัดสารเปรียบเทียบกับสารที่สกัดได้จาก cell culture พบว่า cell culture สามารถผลิตสารนี้ได้มากเป็น 20 เท่าที่ได้จากรากต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง แต่ถ้าเปรียบเทียบกับหน่วยจำนวนเซลจะมีมากกว่า 2-3 เท่า (Zenk และคณะ, 1975) ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานนี้ได้สอดคล้องกับผลงานอื่น ๆ มากมายเช่น suspension culture ของ Coleus blumei จะสะสม rosmari acid ได้มากซึ่งเป็น 15 เท่าของที่พบในสภาพปกติ (อ้างโดยพิมพ์ใจ, 2528) แต่ Sethi และ Larew (1974) ได้รายงานว่าในสภาพปกติ Medicago sativa สามารถผลิตสาร alkaloid choline ได้มาก แต่เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงให้เกิดแคลลัส และนำมาสกัดจะผลิตสารได้ลดลง 10 เท่า

2. ไม่มีการผลิตสารในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ Li และคณะ (1970) อ้างโดย Staba (1980) พบว่าเมื่อนำเอามาเพาะเลี้ยงให้เกิดแคลลัส และนำไปสกัดหาสาร phenolic ซึ่งจะสร้างในสภาพธรรมชาติ ปรากฏว่าแคลลัสของไม่มีการผลิตสาร phenolic

3. มีการผลิตสารซึ่งในสภาพธรรมชาติไม่มีการผลิต Carew และ Krueger (1977) พบว่าเมื่อมีการเติม phosphate ลงใน medium ที่เลี้ยงแคลลัสของ Catharanthus roseus จะทำให้แคลลัสผลิตสาร indole compound ขึ้น

ความคิดริเริ่มในการผลิตสารชีวเคมี (secondary products) จากระบบการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้นเริ่มในปี ค.ศ.1950-1955 และในปี ค.ศ.1956 หลังจาก Routein และ Nickell ได้จดลิขสิทธิ์ในการผลิตสารหลายตัวจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ความก้าวหน้าทางด้านนี้ก็มีมากขึ้นสามารถจัดกลุ่มของสาร secondary product ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชต่าง ๆ ได้ดังนี้ (ดัดแปลงจากตาราง Reinest และ Bajaj, 1977)

กลุ่มของสาร secondary products	ชนิดของพืช
Cinnamic acid and their derivatives	Nicotiana
	Linum
	Haplopappus
	Solanum
Benzoic acids	Linum

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มของสาร secondary products	ชนิดของพืช
Coumarins	Nicotiana
	Ruta
Flavones and flavonols	Petroselinum
	Glycine
	Citrus
	Crotalaria
Chalcones and deoxyflavones	Phaseolus
	Glycine
	Haplopappus
	Nicotiana
Steroidal alkaloids	Lycopersicum
	Solanum
Carotenoids	Ruta
	Paul's Scarlet Rase
Unusual fatty acids and related compounds	Malva
	Hydnocarpus
	Crambe
	Ruta
	Nicotiana
Coumestanes and coumarino-chromas	Peteroselinum
	Pisum
Anthocyanins	Haplopappus
	Linum
	Dimosphotheca

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มของสาร secondary products	ชนิดของพืช
Tannins and tannin precursors	Camellia
	Paul's Scarlet Rose
Anthraquinones	Digitalis
	Morinda
	Cassia
	Plumbaga
Sesquiterpenes	Lindera
	Andrographis
Trans, trans and cis, trans farnesols	Andrographis
Sterols and triterpenes	Nicotiana
	Dioscorea
	Withania
	Tylophora
	Helianthus

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

secondary products ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนใหญ่จะได้มาจากแคลลัส โดยได้จากแคลลัสถึง 80 %

ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้มีผลต่อการเจริญและการผลิต secondary products มีดังนี้

1. ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาทดลอง

การผลิต secondary products โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีปัจจัยเกี่ยวข้องหลายอย่าง แม้ว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชจะสามารถนำมาชักนำให้เกิดการเจริญ และเปลี่ยนแปลงก็ตาม (Gamborg, 1975) การเลือกชิ้นส่วนให้ถูกต้องยังเป็นตัวกำหนดการสร้างสาร secondary products ด้วย (Staba, 1980)

2. อาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อ

Mizukami และคณะ (1977) อ้างโดย Staba (1980) แสดงให้เห็นว่าแคลลัสของ Lithospermum erythorhizom จะสร้าง shikonin ได้มากขึ้น ถ้าเพิ่มปริมาณไนโตรเจนใน medium จาก 67 ถึง 104 mM ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Staba (1980) ที่พบว่าสาร glutamine ที่สร้างโดย suspension culture ของ Symphytum officinale จะสร้างได้มากสุดเมื่อใส่ NH_4NO_3 4.95 ก/ล และ KNO_3 5.7 ก/ล

นอกจากนี้ Dobberstein และ Staba (1969) พบว่าถ้าใช้ K^+ 49-748 มก./ล มีผลต่อการเจริญของแคลลัส Ipomoea, Rivea และ Argyreia การผลิต alkaloids ในอาหารที่มี K^+ สูงจะมีการเจริญและการผลิต alkaloids มากกว่าในอาหารที่มี K^+ ต่ำกว่า

ส่วน Carew และ Krueger (1977) พบว่าเมื่อเพิ่ม phosphate ลงใน medium จะทำให้ Catharanthus roseus suspension ผลิตสาร indole compounds มาก นอกจากนี้ Zenk และคณะ (1975) พบว่าเมื่อเพิ่ม phosphate ลงในอาหารที่เลี้ยง 5 ก/ล จะทำให้ Morinda citrifolia ผลิตสาร anthraquinonus มากขึ้น 50 %

ในทำนองเดียวกัน Zenk และคณะ, 1975 พบว่าในพืช Morinda citrifolia เมื่อใส่แคลเซียมลงไปในอาหารจะมีผลต่อการเจริญ และการผลิตรงควัตถุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ Staba (1980) พบว่าการเจริญของแคลลัส และการผลิตสาร shikonin จะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ Fe^{++} 0.1-0.2 mM และจะผลิตสารลดลงเมื่อใส่ Fe^{++} 1 mM Ojima และคณะ (1977) อ้างโดย Staba (1980) พบว่า Ruta graveolens suspension culture ต้องการ manganese, zinc, copper และ molybdenum ในการเจริญของแคลลัส ส่วน Zenk และคณะ (1975) ได้รายงานว่า ถ้าเอา KI และธาตุอาหารรองพวก Mn, B, Zn, Mo, Cu, I และ Co ออกจาก medium สำหรับเลี้ยง Morinda citrifolia จะทำให้ผลิตสาร anthraquinone ลดลง 30 %

นอกจากธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิตสารในเนื้อเยื่อแล้ว ยังพบว่าปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสจะมีผลต่อการผลิตสาร ที่ได้จากขบวนการ metabolism ของเนื้อเยื่อ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Davies (1972) และ Westcott และคณะ (1977) อ้างโดย Staba (1980) ซึ่งรายงานว่า ผลของความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสจะมีต่อการผลิตสาร polyphenols เมื่อเพิ่มน้ำตาลซูโครสจาก 2 % เป็น 4 % ใน Rosa sp. และใน A. pseudoplatanus

Nikosyan และ Fedorava (1981) พบว่าแคลลัสที่ได้จากใบและลำต้นของ S. laciniatum จะเจริญได้ดีบน medium M.S. ที่มี NAA หรือ 2,4-D 1-2 มก./ล

นอกจากสารเคมีดังกล่าวจะมีผลต่อการผลิตสารในแคลลัสแล้ว สภาพทางกายภาพที่ใช้เลี้ยงยังมีผลด้วย เช่น Kutney และคณะ (1981) อ้างโดยจุฬาลักษณ์ (2528) พบว่า แพงพวยฝรั่งสายพันธุ์ PRL No.954 มีการสังเคราะห์ aspidosperma type alkaloid ได้มากถึง 3.3 มก./ก น้ำหนักแห้ง เมื่อปรับ pH เป็น 7.0 แต่ถ้า pH ต่ำลงเป็น 5.0 จะผลิตสารได้เพียง 1.7 มก./ก น้ำหนักแห้ง ปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารคือ แสงและอุณหภูมิ Kuznetsova และคณะ (1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าแคลลัสของ S. laciniatum จะเจริญในที่มีแสงแตกต่างกันไป โดยพบว่าปริมาณสาร solasodine จะพบมากสุด เมื่ออยู่ในแสงสีฟ้าเมื่อเลี้ยงบน medium ที่มี gibberillin-like substance และปริมาณ solasodine จะลดลงเมื่ออยู่ในแสงสีแดง ส่วน Murty (1976) พบว่าความเข้มของแสงจะมีผลต่อน้ำหนักแห้งที่อยู่ใน S. laciniatum และความเข้มของแสงที่ต่ำกว่า 1600 lx จะทำให้ steroids glycoalkaloid ที่อยู่ใน S. laciniatum ลดน้อยลง Mann และคณะ (1980) พบว่าต้นพืชที่ได้จากการเลี้ยง S. laciniatum ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 25 °ซ จะมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด ยิ่งอุณหภูมิสูงกว่านี้น้ำหนักแห้งจะมีปริมาณน้อยลง

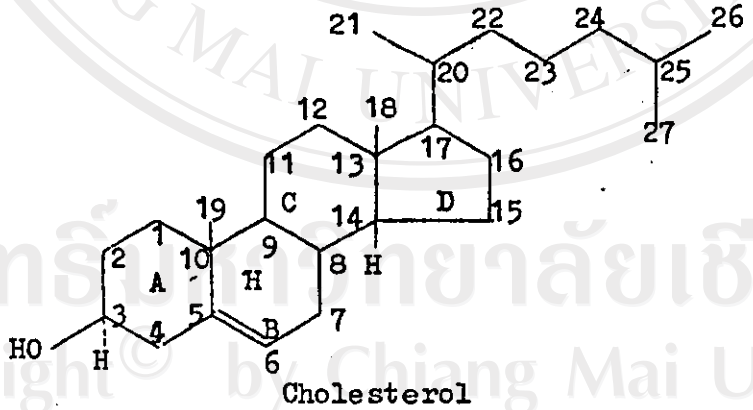
สารตั้งต้น (Precursor)

โดยปกติทั่วไปแล้วการสร้างสารสังเคราะห์พวก secondary products ของพืชนั้น พืชจะต้องมีการนำสารที่เป็นสารตั้งต้นมาใช้ในกระบวนการ metabolite แล้วจึงค่อยมีการเปลี่ยนเป็น secondary products เพื่อให้มีหน้าที่เป็น reserve meterials (บุญโชติ, 2526) ดังนั้นในการที่จะนำเอาเนื้อเยื่อพืชหรือชิ้นส่วนของพืชมาเพาะเลี้ยง เพื่อจะให้ผลิตสาร secondary products นั้นบางครั้งจะต้องมีการเติมสารที่เป็นสารตั้งต้น ซึ่ง Kurz และ Constabel (1979) ได้กล่าวว่าในการสังเคราะห์สารและการสะสมสารบางชนิดในเนื้อเยื่อพืช หรือชิ้นส่วนของพืช บางครั้งจำเป็นต้องเติมสารตั้งต้น เพื่อให้มีการสังเคราะห์ และการสะสมกันได้ดีขึ้น เช่น ในการเพาะเลี้ยงแพงพวยผลัง สายพันธุ์ 916 พบว่า ถ้าเติม 3',4'-dehydrovinllastin ลงในอาหารเหลวที่ใช้เพาะเลี้ยงจะสามารถผลิต alkaloid พวก leurosine และ catharine ได้ ในขณะที่ไม่เติม 3',4'-dehydrovinllastin จะไม่สามารถสังเคราะห์สารทั้ง 2 ชนิดได้ (Kuteney และคณะ, 1981 อ้างโดยจุฬาลักษณ์, 2528) หรือในการเติม 4-hydroxy-2-quinolone ลงในอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง Ruta graveolens จะช่วยให้มีการสังเคราะห์ alkaloid dictaminine เพิ่มขึ้นจาก 0.0001 % เป็น 0.1-0.2 % ของน้ำหนักแห้ง (Stock และคณะ, 1973 อ้างโดย Kurz และ Constabe,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1979) จากรายงานต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าสารตั้งต้นนั้น มีความสำคัญที่จะช่วยทำให้เนื้อเยื่อของพืชมีการผลิตและสะสมสารได้มากขึ้น Khanna และ Manot (1976) ได้ทำการเลี้ยงแคลลัสของ S. xanthocarpum บนอาหารสังเคราะห์ สูตร M.S. (1962) ที่เติม cholesterol ที่มีความเข้มข้น 100 300 500 700 และ 900 มก./ล โดยเลี้ยงเป็นระยะเวลานาน 2 4 และ 6 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า medium ที่เติม cholesterol 70 มก./ล ที่เลี้ยงนาน 6 สัปดาห์ จะเพิ่มปริมาณสาร Solasodine มากที่สุดคือ ประมาณ 0.068 % ของน้ำหนักแห้ง

คอลเลสเตอรอล (cholesterol)(cholest-5-en-3 β-ol ; cholesterin) (วีระยุทธ์, 2522, Windholz และคณะ, 1983) จัดเป็นไขมัน (lipids) ในกลุ่มของ miscellaneous lipid มีน้ำหนักโมเลกุล 836.64 มีคาร์บอน = 83.87 % ไฮโดรเจน = 11.99 % และออกซิเจน = 4.14 % มีสูตรโมเลกุล คือ $C_{27}H_{45}OH$ มีจุดเดือด 149°C เป็นผลึกสีขาว และมีสูตรโครงสร้างดังนี้



Cholesterol

Ring A, B, C และ D ประกอบกันเป็น hydrogenated 1,2-cyclopentenophenanthrene system มี methyl group joined กับ nucleus ที่ตำแหน่งที่ C_{10} และ C_{13} และมี side chain (eight-carbon side chain)

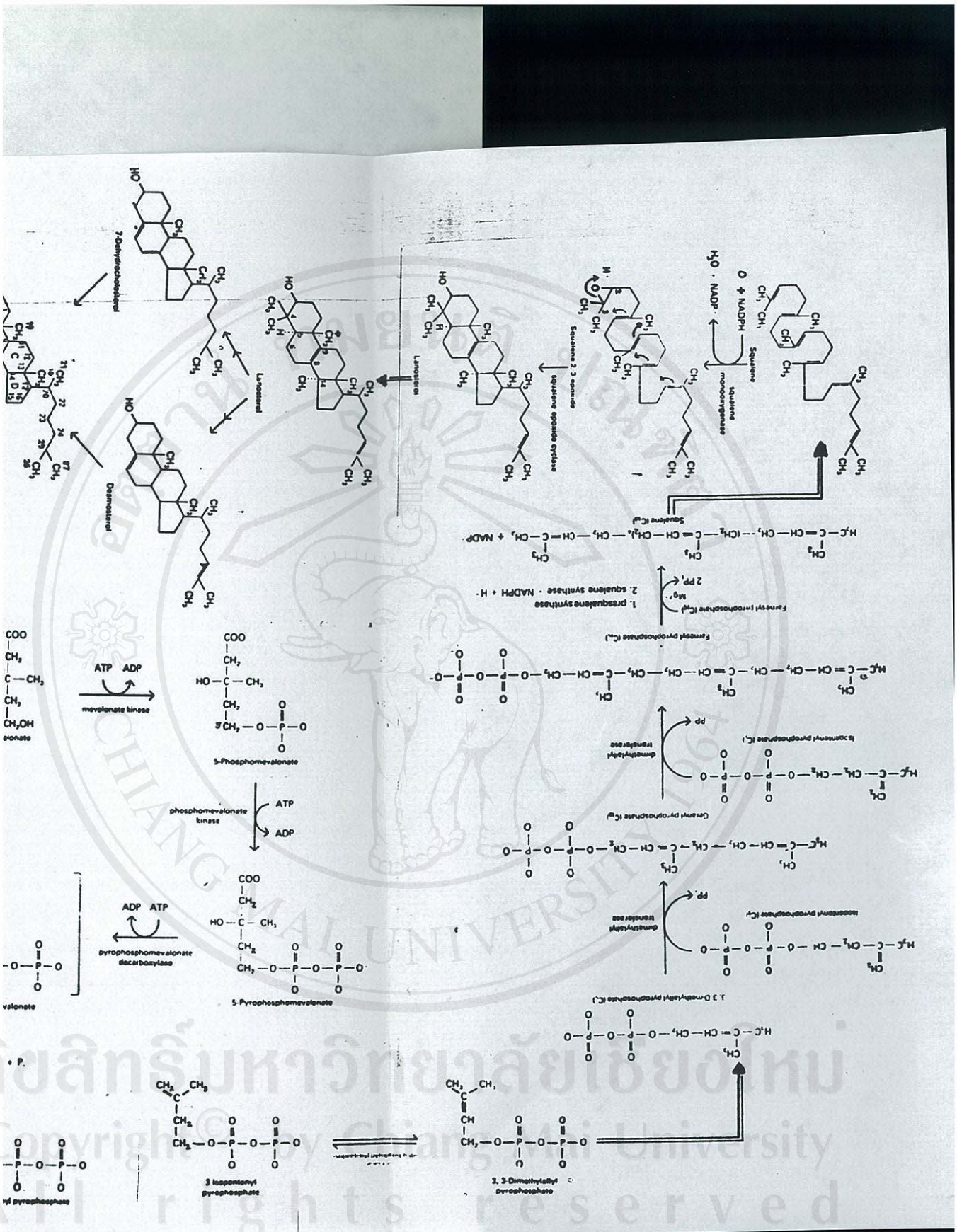
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

joined ที่ C_{17} สำหรับ secondary hydroxyl group อยู่ที่ C_3 และมี double bone ระหว่าง C_5-C_6 จากสูตรโครงสร้างของ cholesterol จะเห็นว่าเป็นแบบ β-configuration (OH group ที่ C_3 อยู่ในทิศทางเดียวกับ CH_3 group ที่ C_{10})

Cholesterol เป็นสารประกอบพวกสเตอรอล (sterol) ที่พบในสัตว์ชั้นสูง และยังพบในพืชอีกด้วย สำหรับในสัตว์นั้นจะพบอยู่ในเซลล์ทุกเซลล์โดยเฉพาะเนื้อเยื่อสมอง ไขสันหลัง เนื้อเยื่อพลาสมา เนื้อเยื่อของไมโตรคอนเดรีย และในไขมันหรือน้ำมันของสัตว์ cholesterol จากอวัยวะของสัตว์จะประกอบไปด้วย cholestanol (dehydrocholesterol)

Cholesterol นั้นมีการสังเคราะห์มาจาก acetate ซึ่งเกิดในร่างกายของสัตว์และในพืช ชีวสังเคราะห์ของโคเรสสตอรอล (biosynthesis of cholesterol) ได้แสดงไว้ในแผนภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



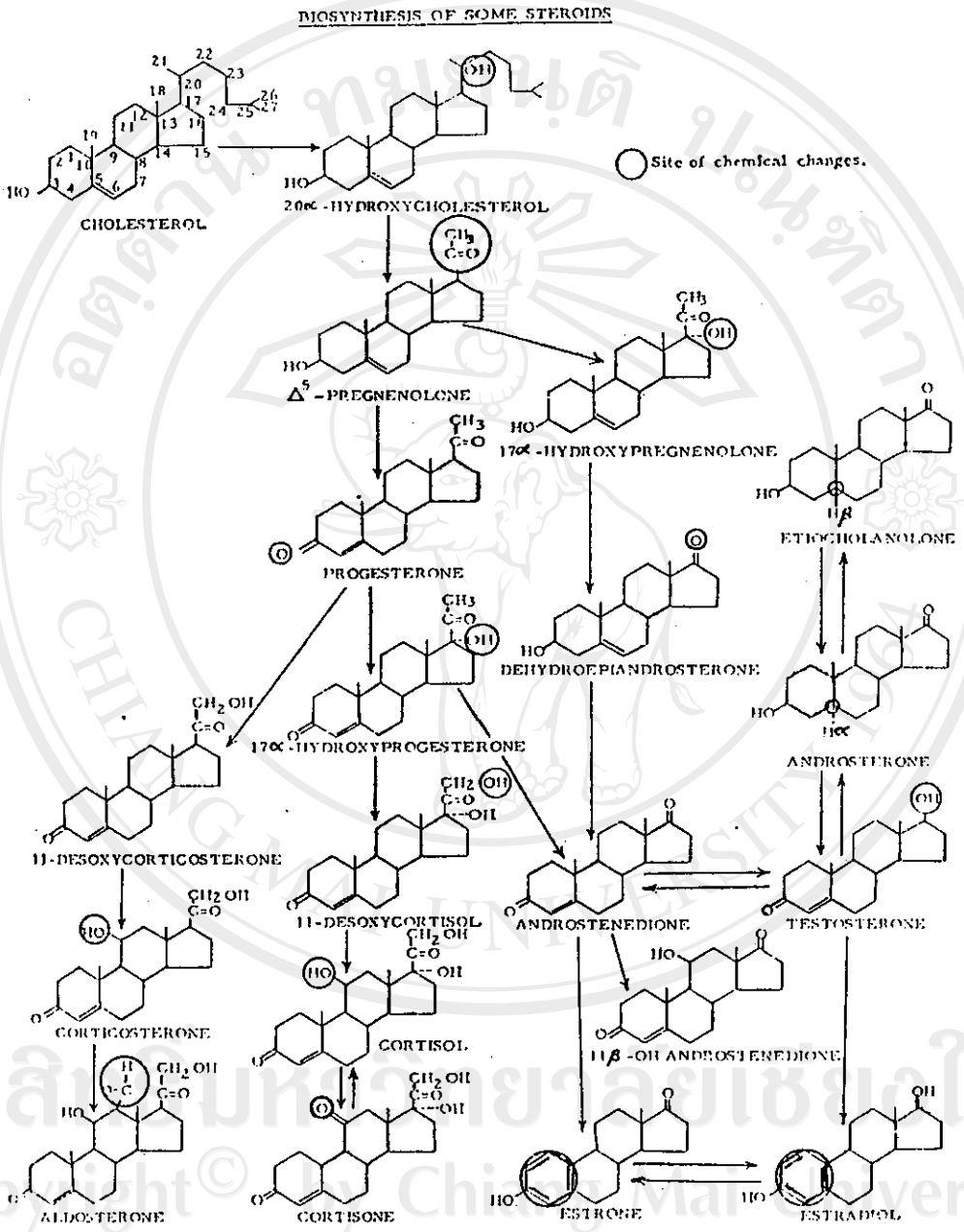
(1979)

olesterol จาก acetate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับในการสังเคราะห์ฮอร์โมนเพศต่าง ๆ ในสัตว์ สารตั้งต้นที่จะเป็นตัวเปลี่ยนแปลงให้กลายเป็นฮอร์โมนเพศ คือ cholesterol โดยที่ cholesterol จะถูกเปลี่ยนแปลงมาตามกระบวนต่าง ๆ ผลสุดท้ายจึงได้มาเป็นฮอร์โมนเพศ ดังภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



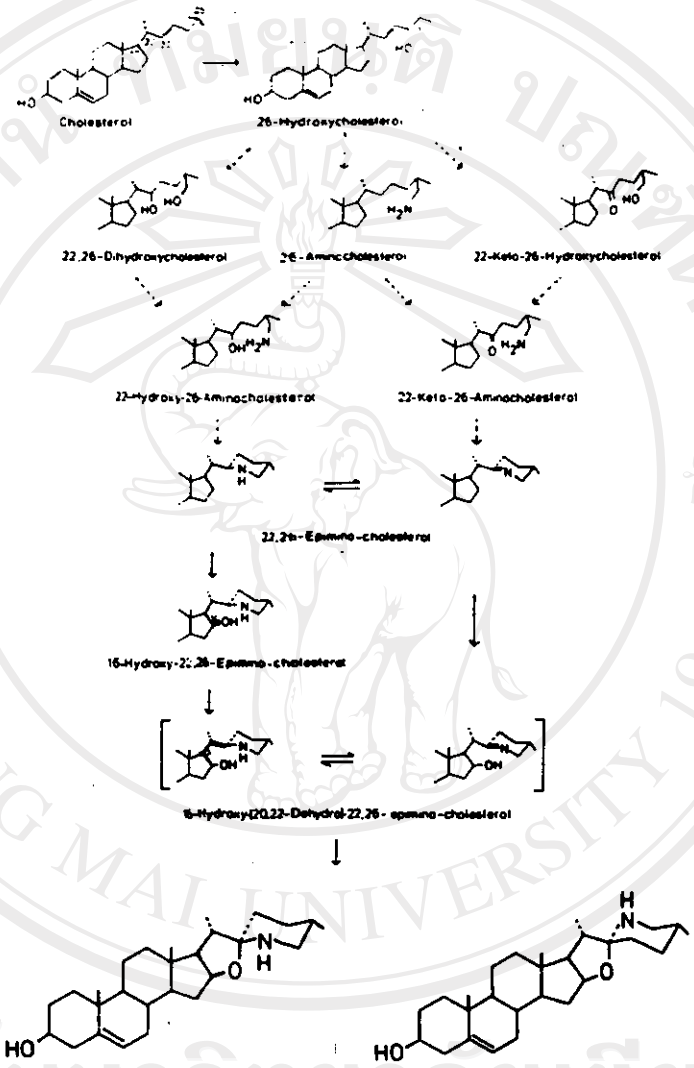
ที่มา : Austin และ Short (1972)

ภาพที่ 4 แสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงจาก cholesterol จนผลสุดท้ายได้เป็น ฮอร์โมนเพศ (sex hormone)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับในพืชเมื่อมีการสังเคราะห์ cholesterol จาก acetate แล้ว cholesterol ที่สังเคราะห์ได้ก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสารต่าง ๆ solasodine และ tomatidenol ซึ่งเป็น steroidalkaloid ก็เป็นสารพวกหนึ่งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ cholesterol ตามกระบวนต่าง ๆ ดังแผนภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ที่มา : Tschesche และ Spindler (1978)

ภาพที่ 5 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงจาก cholesterol มาเป็นสาร solasodine และ tomatidenol

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากแผนภาพแสดงให้เห็นว่า cholesterol มีผลต่อการสังเคราะห์สาร solasodine ในพืช แต่โดยปกติพืชจะมีการสังเคราะห์ cholesterol น้อยมาก ทำให้ปริมาณสาร solasodine ในพืชมีจำนวนไม่มาก

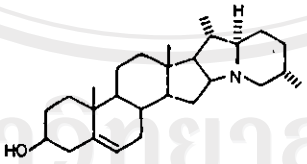
ปัจจุบันบริษัทญี่ปุ่นชื่อ Mitsubishi Chemical Industries ได้ประสบผลสำเร็จในการใช้ cholesterol ผลิต steroid hormone เหตุที่เลือก cholesterol เป็นวัตถุดิบเพราะ (อ้างโดยวีระยุทธ์, 2522)

1. cholesterol เป็นสารที่ stable
2. มีปริมาณมากสำหรับป้อนโรงงาน
3. ราคาถูกเมื่อเทียบกับราคาของ diosgenine และ hecogenine ที่สกัดได้จากพืช Dioscorea tokoro

Steroid alkaloid ที่พบในสกุล Solanum

steroid-alkaloids ที่พบได้ในสกุล Solanum แบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามโครงสร้างได้ดังนี้ (Hawker และคณะ, 1979)

1. Hexacyclic teriary bases อยู่รวมกับ indolizidine moiety เรียกว่า solanidanes (solanidine I) เช่น พบใน S. tuberosum



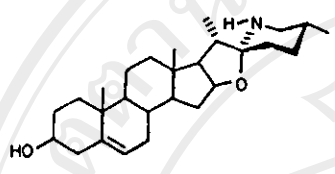
I

2. Spirosolanes แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

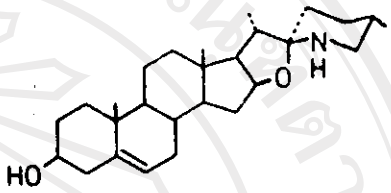
2.1 solasodine (II) มี 25 R series เช่น พบใน S. khasianum, S. laciniatum

2.2 tomatidenol (XI) มี 25 S series เช่น พบใน S. dulcamara

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

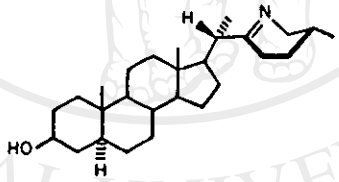


II



Tomatidenol

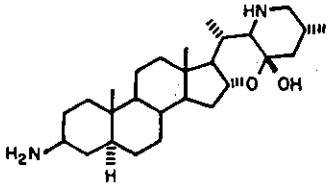
3. 22,26-epiminocholestanes ได้แก่ solacongestidine (III) เช่น พบใน Veratrum album, S. congestiflorum



III

III

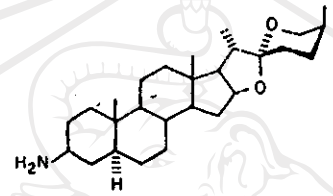
4. Alkaloids ที่ประกอบด้วย α-epiminocyclohemiketal moiety ได้แก่ solanocapsine IV เช่น พบใน S. capsicastrum



IV

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. 3-aminospirostanes ได้แก่ jurubidine V ซึ่งเป็นแบบที่หนึ่งของ nitrogenous steroidal sapogenins (spirostanes) กับ spiroketal moiety เช่น พบใน S. panicutatum



V

Howker และคณะ (1979) พบว่า steroid-alkaloids สามารถที่สกัดได้จากพืชมากกว่า 300 spp. ในวงศ์ของ Solanaceae และ Liliaceae โดยเฉพาะพบมากในสกุล Solanum

Weiler และคณะ (1980) รายงานว่าจากการสำรวจทาง Taxonomic survey จะพบ solasodine ในสกุลของ Solanum ประมาณ 250 ชนิด ตัวอย่างของ Solanum sp. ที่มีการผลิตสาร solasodine ในส่วนต่าง ๆ ของพืชแสดงไว้ในตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างพืชในสกุล Solanum ที่มีการผลิตสาร solasodine ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช

Subgenus, section, and species	Alkaloid assay % Leaf	Stem	Fruit
Subgenus *Archaesolanum*			
Section Archaesolanum			
S. aviculare Forst. f.	0.3–3.1	0.2–1.3	0.8–3.5
S. capsiciforme Domin (Baylis)	0.4–1.1	0.1–0.2	0.6
S. laciniatum Ait.	1.0	0.1	3.5
S. linearifolium Her.	0.5	0.1	0.6
S. simile F. Muell.	0.5–2.5	0.1–0.6	0.1–1.6
S. symonii Eichler	0.6, 0.8	0.1, 0.2	0.6
S. vescum F. Muell.	0.3	trace	0.6
Subgenus *Solanum*			
Section Solanum			
S. americanum Mill. (≡ *nodiflorum*)	0	0	0.1
S. nigrum	trace	0	0.4
S. opacum A. Br. and Bouche	0	0	0.4
Section Leiodendra			
S. callium C. T. White ex R. J. Henderson (*S. aff. superficiens*)	1.2–3.1	0.4–1.3	0.6–3.8
Subgenus *Leptostemonum*			
Section Gracilliflorum			
S. amblymerum Dun.	0.2	0.1	0.1
S. chenopodinum F. Muell.	trace	0	0.1
S. densevestitum F. Muell.	trace	0	—
S. discolor R. Br.	0.3	0.2	0.1 (g)
S. ferocissimum Lindl.	0	0	0.1 (r) 0.1 (g)
S. nemophilum F. Muell.	0	0	—
S. parvifolium R. Br.	trace	0	—
S. semiarmatum F. Muell.	0	0	0
S. stelligerum Sm.	0	0	trace
Not examined *S. defensum*, *S. yirrkalensis* Symon (ms)			
Section Brevantherum			
S. erianthum D. Don	0.1	0.1	0.8
Section Campanulatum			
S. campanulatum R. Br.	0	0	0.7
Section Irenosolanum			
S. viride R. Br.	0.2	trace	1.0 (g) 0.3 (r)
Section Pugiunculiferum			
S. pugiunculiferum C. T. White	0.2	trace	1.5 (seed) 1.2
Section Micracanthum			
S. dimorphospinum C. T. White	0.5–0.7	0.1–0.2	0.1–0.2
S. hamulosum C. T. White	0	0	0
Section Oliganthes, related groups			
S. karsensis Symon	0.1	0.1	trace
S. oligacanthum F. Muell.	0.3	0.1	—
S. sturtianum F. Muell.	0	0	trace
S. dunallianum Gaud.	0.3–1.0	—	0.2
S. tetrandrum R. Br.	0	0	—
Section Melongena, Andromonoecious group			
S. chippendalei Symon (ms)	0	0	0.2
S. clarkiae Symon (ms)	0	0	trace
S. diversiflorum F. Muell.	0	0	1.5 (g)
S. eburneum Symon	0	0	0.1–0.4 (r) 0 (g), 0.1 (r)
S. melanospermum F. Muell.	0	0	0.3
S. oedipus Symon	0	0	trace
S. phlomoides Benth.	0	0	0.9 (r)
S. aff. phlomoides Symon (ms)	trace	—	—
Not examined *S. heteropodium* Symon (ms)			
Section Melongena, Androdioecious group			
S. asymmetriphyllum Specht	0	0	0.6 (g)
S. cunninghamii Benth.	0	0	0.5 (g)
S. dioicum W. V. Fitz.	0	0	0.3 (r) 1.5 (g)
S. leopoldensis Symon	0	0	0.8 (r)
S. petraeum Symon (ms)	0	0	—
S. tudununggae	0	0	0.6 (g)
S. sp. (new) (Kalumburu)	0	0	...
Not examined *S. carduiforme*, *S. cataphractum*, *S. vansittarte*			

ที่มา : Hawkers และคณะ (1979)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในตารางที่ 1 สามารถแบ่งแกลุ่มของพืชสกุล Solanum ที่มีการผลิตสาร solasodine ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้เป็น 3 subgenus คือ

subgenus Archaesolanum เป็นกลุ่มที่มีการผลิตสารตามส่วนต่าง ๆ ในปริมาณมากที่สุด
subgenus Laptosiemonum เป็นกลุ่มที่มีการผลิตสารตามส่วนต่าง ๆ ในปริมาณน้อย
subgenus Solanum เป็นกลุ่มที่มีการผลิตสารตามส่วนต่าง ๆ ในปริมาณน้อยสุด โดยพบแต่ในผล ส่วนลำต้นและใบไม่พบ

สารที่พบใน S. laciniatum

สารสำคัญที่สุดที่พบใน S. laciniatum คือ solasodine (25-R)-22 N-spirol-5-en-3 β -ol (I) เป็น steroidalkaloid ของกลุ่ม spirosolanole นอกจากนี้ ใน S. laciniatum ยังพบสาร diasgenin (25-D)-spirost-5-en- 3 β-ol (II) เป็น steroid sapogenin ของกลุ่ม spirostanole มีนักวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนมากมาย ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับสารทั้ง 2 ในพืช S. laciniatum

Saleh (1974) เป็นคนแรกที่ค้นพบว่านอกจากสารดังกล่าวแล้ว ในใบ และลำต้นของ S. laciniatum ยังผลิตสาร Chlorogenin (25-D)-5-spirostane-3 -6-diol (III) ในปริมาณสูงอีกด้วย

Kuhn และ Low (1952) พบว่าทั้ง solasodine และ diasginin ต่างก็มีความสำคัญในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตฮอร์โมนเพศ สารทั้ง 2 ชนิด มีโครงสร้างต่างกันตรง NH (ใน solasodine) และ O (ใน diasgenin) ที่ ring F

เนื่องจากสูตรโครงสร้างของ solasodine ประกอบด้วยคาร์บอน 17 อะตอม เรียงอยู่ในรูป cyclopentanoperhydraphenanthrene ทำให้มีคุณสมบัติเป็น steroid และมีอะตอมของไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุลดังกล่าว ทำให้สาร solasodine จัดอยู่ในพวก steroidalkaloid

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

solasodine เป็นสาร aglycoside คือ ไม่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ ในธรรมชาติจะไม่พบสาร solasodine อยู่ในพืช แต่จะพบในรูป glycoside

Glycoside ของ solasodine ที่พบใน S. laciniatum คือ solasonin และ solamargin สารทั้งสองแตกต่างกันตรงส่วนประกอบที่เป็นน้ำตาล โดย solasonin จะประกอบด้วยน้ำตาล D-glucose D-galactose และ L-rhamnose อย่างละ 1 โมเลกุล ส่วน solamargin ประกอบด้วย L-rhamnose 2 โมเลกุล และ D-glucose 1 โมเลกุล ดังแสดงในรูป

นอกจาก solasodine ในรากของ S. laciniatum ยังพบสาร solaradinin solaradixin และ solasalanin (Bite, 1969)

ในรูปของน้ำตาลอิสระพบ raffinose glucose saccharose และ fructose ในใบ และผลของ S. laciniatum (Moursi และ Ahmed, 1973)

ปริมาณสาร Steroid-alkaloids ที่พบใน S. laciniatum

ปริมาณสาร steroid-alkaloids ที่พบในส่วนต่าง ๆ ของพืช S. laciniatum (Bernath และ Foldesi (1972) อ้างถึง Bodoloi (1976) ; Bradley และคณะ (1978) ; Hawkes (1979) ; Jatisatienr (1980) และ Weiler และคณะ 1980 ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ steroid-alkaloid ที่สำคัญที่พบในปริมาณต่าง ๆ ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช S. laciniatum เป็น % น้ำหนักแห้ง

สเตอรอยด์-อัลคาลอยด์	ลำต้น	ใบ	ผล	เมล็ด
Total-Glycoside		1.90-6.10		
Solamargin		1.20-4.70	6.80	
Solasonin		0.70-1.50	4.98	
Solasodin	0.10-0.60	0.10-4.40	0.10-3.50	1.16

ที่มา : Jatisatienr (1984)

นอกจากนี้ยังมีรายงานต่าง ๆ อีกมากที่ได้กล่าวถึงปริมาณสาร steroid-alkaloids และสาร steroid ชนิดต่าง ๆ ที่พบในพืช S. laciniatum เช่น Saleh (1974) รายงานว่า ในใบและลำต้นของ S. laciniatum ที่เจริญในประเทศอียิปต์ จะพบ steroid-alkaloids solasodine diosgenin และ chlorogenin นอกจากนี้ Ahmed, Hammoda และ Rizk (1977) พบว่า steroid และ steroid-alkaloids ที่พบใน S. laciniatum มีพวก cholesterol, compesterol, stigmasterol, β-sitosterol และ steroids อื่น ๆ (เช่น ∝-spinasterol หรือ brassica-sterol) และพบพวก substance ที่คล้ายคลึงพวก lanasterol และ substance อื่น ๆ ที่ไม่ทราบ นอกจากนี้ยังพบ fatty acid พวก myristic, palmitic, stearic และ oleic ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Solasodine ที่พบใน S. laciniatum

สาร solasodine จะพบอยู่ในพืชวงศ์ Solanaceae มากที่สุดโดยเฉพาะในสกุลของ Solanum และชนิดที่พบปริมาณสาร solasodine สูงที่สุดคือ S. laciniatum (Hawkey และคณะ, 1979) โดยสามารถพบในทุกส่วนของพืช ซึ่งแต่ละส่วนของพืชจะมีปริมาณสารแตกต่างกัน ดังมีรายงานของ Karawya และคณะ (1975) พบว่า solasodine จะพบอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช S. laciniatum โดยค่าเฉลี่ยที่พบในเมล็ด ในผล ในใบ และในต้นเล็กเท่ากับ 1.66 1.04 0.8 และ 0.6 % ตามลำดับ Jatisatienr (1984) ศึกษาในพืช S. laciniatum พบสาร solasodine ในใบถึง 2.50 % นอกจากนี้ Lancaster และ Mann (1975) ยังพบอีกว่าในพืช S. laciniatum ในรากและลำต้นที่ยังเจริญไม่เต็มที่ จะมีการผลิตสาร solasodine ได้ในปริมาณมากกว่าที่เจริญเต็มที่แล้ว โดยพืชที่โตเต็มที่จะมีการผลิตสารลดลง และยังพบว่าในผลที่ยังไม่แก่เต็มที่จะมีสาร solasodine ในปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ ใบ ลำต้น และราก ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Shain และคณะ (1983) พบว่า glycoalkaloid ที่อยู่ในใบและผลที่กำลังเจริญเติบโตจะมีปริมาณสาร solasodine สูงกว่าพืชที่โตเต็มที่แล้ว Lancaster, Mann และ Blyth (1977) พบว่า S. laciniatum ที่ได้จากต้นที่ยังไม่แก่ ซึ่งปลูกในแปลงจะมี triglycosider, solasonine, solamagine, solasodine และ non-polar diglycoside ส่วนใน ต้นที่แก่แล้วจะพบ polar compound พวก tetraglycoside ในปริมาณมาก แต่จะพบ aglycon solasodine ในปริมาณต่ำกว่า ปริมาณสาร solasodine นอกจากขึ้นอยู่กับความแก่-อ่อนของพืช แล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วย

สาร solasodine นอกจากจะพบใน S. laciniatum ที่อยู่ในธรรมชาติแล้วยังสามารถที่จะนำเอาชิ้นส่วนของพืชเช่น ใบ ราก ลำต้น มาทำการเพาะเลี้ยงทางเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้เนื้อเยื่อที่นำมาเพาะเลี้ยงมีการผลิตสาร solasoline ได้เหมือนในธรรมชาติ ดังมีรายงานของ Khanna และคณะ (1977) พบว่าเมื่อนำพืช S. khasianum, S. laciniatum และ S. nigrum มาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ พืชทั้งสามสามารถผลิตสาร solasodine ได้ สาร solasodine ในแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นกล้า และส่วนของใบของพืช S. laciniatum มีปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0.01-0.05 % ของน้ำหนักแห้ง และแคลลัสที่อยู่ในที่มืดจะไม่มีการสร้างสาร solasodine ส่วนแคลลัสที่อยู่ในที่สว่างจะมีการเจริญและมีการผลิตสาร solasodine (Chandler และ Dodds, 1983) Nikosyan และ Fedorava (1981) พบว่าแคลลัสที่ได้จากใบ และลำต้น จากต้นกล้าของ S. laciniatum ที่เลี้ยงในอาหารสูตร M.S. (1960) ที่มีส่วนประกอบของ 2,4-D 1-2 มก./ล จะเจริญได้ดีและมีการผลิตสาร solasodine 0.062 % ของน้ำหนักแห้งของแคลลัส นอกจากสาร solasodine ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ S. laciniatum แล้วยังสามารถพบสาร steroid อื่น ๆ อีกเช่น แคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นกล้าของ S. laciniatum บนอาหารสูตร M.S. (1962) จะพบส่วนประกอบของ steroidal พวก cholesterol, β-sitosterol, lanosterol, squalene, diosginin และ steroid alkaloid พวก solasodine และพวกอนุพันธ์ที่มี rhamnose ประกอบอยู่และน้ำตาลอื่น ๆ ที่ไม่ทราบ (Hosada และ Yatazawa, 1979)

สาร Steroid-alkaloids ที่พบใน S. torvum

Dophe และคณะ (1975) รายงานว่าเมื่อนำ S. torvum มาสกัดจะพบ steroid และ steroid-alkaloids ดังนี้ จากลำต้นจะพบ solasodine 0.01 % ต่อน้ำหนักแห้ง จากผลจะพบ saponin torvogenine 0.07 % และ chlorogenine 1.3 % จากรากพบ neochlorogenine 0.3 % และจากใบพบ chlorogenine และ neochlorogenine ในปริมาณที่เท่ากันคือ 0.04 % นอกจากนี้ยังพบ carpesterol 0.04 % (Bhattacharya และคณะ 1980) Mythirayee และคณะ (1975) รายงานว่าเมื่อนำผลของ S. torvum มาสกัดจะพบ coffeic acid, chlorogenic acid, isochlorogenic acid และ neochlorogenic acid, carpesterol และ cholesterol

สำหรับทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการเอา S. torvum มาเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเพื่อให้มีการสร้างสาร solasodine

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

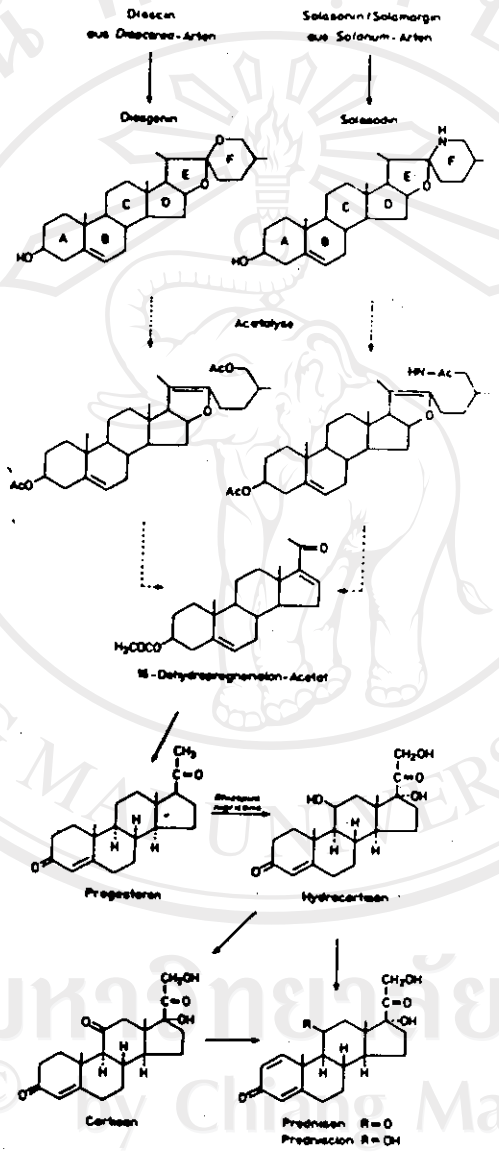
สาร Steroid-alkaloids ที่พบใน Solanum sp. ต่าง ๆ

Khanna และคณะ (1977) ได้รายงานว่า แคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ Solanum aviculare, S. xanthocarpum, S. nigrum S. khasianum และ S. acculeatusimum สามารถผลิตสาร diosgenin และ solasodine ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kokate และ Radwan (1978) ซึ่งพบว่าแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นกล้าของพืช S. khasianum ใน medium M.S. (1962) และสูตร B_5 สามารถผลิต steroidal glycoalkaloids 5.2 % ต่อน้ำหนักแห้งของแคลลัส และ somatic callus ที่ได้จากต้นกล้าเช่น ราก ใบ ลำต้นของพืช S. khasianum จะเจริญได้ดีบนอาหาร modified สูตร M.S. (1962) คือ สามารถผลิตสาร solasodine ได้มากสุดประมาณ 0.0671 % (Uddin และ Chaturvedi, 1979) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Aminuddin (1978) ที่พบว่าแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้าของพืช S. khasianum จะผลิตสาร solasodine รวมทั้งหมด 0.067 % สำหรับในพืช S. khasianum นอกจากในสภาพปลอดเชื้อจะผลิตสารได้แล้วในสภาพปกติก็สามารถผลิตสาร solasodine ได้เช่นกันดังมีรายงานของ Chandra และ Srivastava (1978) พบว่าในพืช Solanum khasianum และ S. avicular ในส่วนของลำต้น ใบ และผลจะมีการสังเคราะห์สาร solasodine โดยพบว่าผลที่สุกมีสีเหลืองจะมีการผลิตสาร solasodine สูงสุดคือ 16.4 มก./ก น้ำหนักสด นอกจากในพืช S. khasianum แล้วยังมีพืช Solanum อื่น ๆ อีกที่สามารถผลิตสาร solasodine ได้ แคลลัสที่ได้จาก S. xanthocarpum ที่เลี้ยงบน medium M.S.(1962) ที่เติมความเข้มข้น cholesterol 100 300 500 700 และ 900 มก./ล เป็นระยะเวลานาน 2 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่า medium ที่เติม cholesterol 700 มก./ล นาน 6 สัปดาห์ จะผลิต solasodine มากที่สุดคือ 0.068 % ของน้ำหนักแห้ง (Khanna และ Manot, 1976) สำหรับ Mazumdar (1984) พบว่าสาร solasodine, solasodiene และส่วนประกอบ steroidal-alkaloids อื่น ๆ ที่ไม่ทราบสามารถพบได้ในราก ใบ และลำต้นของ S. suratense โดยจะพบประมาณ 66-187 มก./100 มก. ของน้ำหนักแห้ง

ความสำคัญของสาร solasodine

1. สาร solasodine จะใช้เป็นสารพื้นฐานในการผลิตฮอร์โมนเพศ (sex hormone) ต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



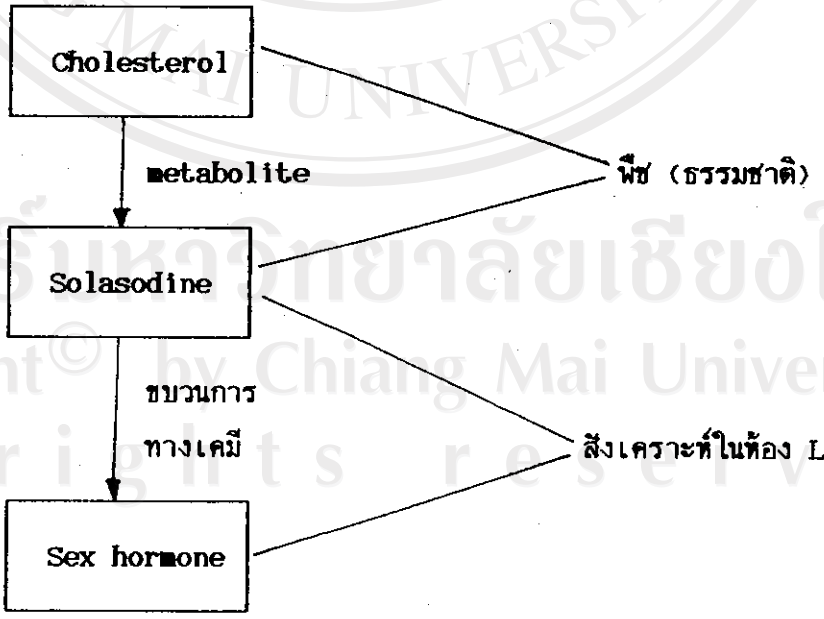
ที่มา : Schreiber, 1979 ; Tschesche, 1966 ; Wagner, 1980 อ้างโดย Jatisatienr (1984)

ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการเปลี่ยนจากสาร solasodine และ diosgenin ได้เป็นฮอร์โมนเพศ (sex hormone)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ใช้เป็นยาปฏิชีวนะในการยับยั้งพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้ ดังมีรายงานของ Batra และคณะ (1982) พบว่าใน in vitro test seed oils ของ S. xanthocarpum S. khasianum และ S. laciniatum มีผลต่อ Penicillium notatum, Alternaria solani, Aspergillus niger, Helminthosporium graminium และ fungi อื่น ๆ เนื่องจากใน seed oils มีสาร solasodine อยู่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Roychoudhury และ Basu (1983) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้ steroidal glycoalkaloid ที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของดอก และผลของพืช S. nigrum, S. khasianum และ S. laciniatum สามารถยับยั้งการเจริญของ tobacco mosaic virus และ sunnhemp rosettle virus ได้

ในขบวนการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่สารเริ่มต้นคือ cholesterol ซึ่งจะถูกขบวนการต่าง ๆ ในพืชสามารถเปลี่ยนให้เป็นสาร solasodine ได้ในสภาพธรรมชาติ หลังจากนั้นสาร solasodine ก็จะถูกนำมาเปลี่ยนแปลงต่อให้ได้เป็นฮอร์โมนเพศ (sex hormone) ต่าง ๆ โดยอาศัยขบวนการทางเคมี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved