

## บทที่ 2

### บทพรรณเอกสาร

#### หนอนตายหยาก

Kingdom: Plantae

Order: Pandanales

Family: Stemonaceae

Genus: *Stemona*

*Stemona curtisii* (Hook.) f. (ปาจารย์, 2551)

ชื่อท้องถิ่น หนอนตายหยาก กะเพียด รากลิง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นเหนือดินเลื้อยพัน สูงถึง 5 เมตร ลำต้นเกลี้ยง ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสั้น รากสะสมอาหารรูปกระสวยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร ยาว 10-60 เซนติเมตร เกิดเป็นกระจุก ใบเดี่ยว การเรียงใบแบบตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่หรือไข่กว้าง ขนาดกว้าง 4.5-12.5 เซนติเมตร ยาว 9-18 เซนติเมตร ฐานใบรูปหัวใจ ปลายใบยาวเรียวแหลม ขอบใบเรียบ เส้นใบเจริญออกจากฐานใบ 13-17 เส้น ก้านใบยาว 4-12 เซนติเมตร โคนก้านใบโป่งพอง ช่อดอกออกที่ซอกใบ ก้านช่อดอกยาว 1-11 เซนติเมตร ใบประดับเรียวแหลม ยาว 1-2 เซนติเมตร ดอกมีกลีบรวม 4 กลีบ เรียง 2 ชั้น กลีบรวมรูปใบหอกยาว ขนาดกว้าง 0.5-0.6 เซนติเมตร ยาว 2.0 - 2.7 เซนติเมตร ด้านนอกสีแดงเข้ม มีลายเส้นสีเขียวยาวตั้งแต่โคนกลีบรวมถึงปลาย 9 -15 เส้น ด้านในสีแดงเข้ม เกสรเพศผู้ 4 อัน สีแดงเข้ม บางครั้งพบปลายสีเหลือง ขนาดกว้างประมาณ 0.3 เซนติเมตร ยาว 1.8-2.5 เซนติเมตร ก้านอับเรณูมีฐานติดกัน อับเรณูยาว 1.2-1.5 เซนติเมตร สันแบ่งพู อับเรณูเรียบ สูง 0.1 เซนติเมตร ยาว 1.5-2.2 เซนติเมตร ไม่มีรยางค์ของพูอับเรณู รังไข่ ขนาดกว้าง 0.3 เซนติเมตร ยาว 0.4 เซนติเมตร ยอดเกสรเพศเมียไม่เด่นชัด และไม่มีก้านผลสีเขียว รูปไข่ยาว ปลายแหลม ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร เมล็ดสีแดงเข้ม รูปทรงรี ปลายแหลม มีสันนูนตามความยาวของเมล็ด ฐานล้อมรอบด้วยปุยหุ้มเมล็ด จำนวน 5-11 เมล็ดต่อผล

สภาพทางนิเวศวิทยา พบทั่วไปในภาคใต้ กระจายพันธุ์ในพื้นที่เปิดโล่งของป่าดิบ ข้างลำธาร ป่าชายหาด ภูเขาหินปูน สวนยางพารา ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 200-600 เมตร

***Stemona aphylla* Craib (เต็ม, 2523)**

ชื่อท้องถิ่น หนอนตายหายาก

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นเหนือดินไม่เลื้อย สูง 20-30 เซนติเมตร ลำต้นเกลี้ยง ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสั้น รากสะสมอาหารรูปกระสวย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 10-20 เซนติเมตร เกิดเป็นกระจุก ใบเดี่ยว การเรียงใบแบบตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่หรือไข่กว้าง ขนาดกว้าง 5-10 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร ฐานใบรูปหัวใจ ปลายใบแหลม ก้านใบยาว 4-12 เซนติเมตร โคนก้านใบโป่งพอง ช่อดอกออกที่ซอกใบ ก้านช่อดอกยาว 5-10 เซนติเมตร ใบประดับเรียวยาวแหลม ยาว 1-2 เซนติเมตร ดอกมีกลีบรวม 4 กลีบ เรียง 2 ชั้น กลีบรวมรูปใบหอกยาว ขนาดกว้าง 0.5-0.6 เซนติเมตร ยาว 2.0-2.7 เซนติเมตร ด้านนอกสีแดงเข้ม มีลายเส้นสีเขียวยาวตั้งแต่โคนกลีบรวมถึงปลาย 9-15 เส้น ด้านในสีแดงเข้ม เกสรเพศผู้ 4 อัน สีแดงเข้ม บางครั้งพบปลายสีเหลือง ขนาดกว้างประมาณ 0.3 เซนติเมตร ยาว 1.8-2.5 เซนติเมตร ก้านอับเรณูมีฐานติดกัน อับเรณูยาว 1.2-1.5 เซนติเมตร สันแบ่งพูอับเรณูเรียบ สูง 0.1 เซนติเมตร ยาว 1.5-2.2 เซนติเมตร ไม่มีรยางค์ของพูอับเรณู รังไข่ ขนาดกว้าง 0.3 เซนติเมตร ยาว 0.4 เซนติเมตร ยอดเกสรเพศเมียไม่เด่นชัดและไม่มีก้าน ผลสีเขียว รูปไข่ยาว ปลายแหลม ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร เมล็ด สีแดงเข้ม รูปทรงรี ปลายแหลม มีสันนูนตามความยาวของเมล็ด ฐานล้อมรอบด้วยปุยหุ้มเมล็ด จำนวน 5-10 เมล็ดต่อผล

สภาพทางนิเวศวิทยา พบทั่วไปในภาคเหนือ กระจายพันธุ์ในพื้นที่ป่าเต็งรัง ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 500-800 เมตร

***Stemona* sp.**

หนอนตายหายากชนิดนี้ยังไม่ผ่านการจัดจำแนกมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้ ลักษณะลำต้นเลื้อยสูง โดยจะเลื้อยสูงขึ้นไปตามต้นไม้ใหญ่สูง 1-3 เมตร ใบกว้างประมาณ 6.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ใบมีรูปร่างคล้ายรูปหัวใจ การเรียงใบแบบตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่หรือไข่กว้าง ขนาดกว้าง 5-10 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร ฐานใบรูปหัวใจ ปลายใบแหลม ก้านใบยาว 4-12 เซนติเมตร โคนก้านใบโป่งพอง การออกดอกเกิดขึ้นเมื่อต้นที่แตกออกมาใหม่มีการเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่ง และเมื่อออกดอกแล้วต้นยังสามารถเจริญเติบโตทางความสูงต่อไปได้อีก แต่จะไม่พบการออกดอกอีก พบดอกจำนวน 1 ดอกบริเวณซอกใบ ดอกมีสีเขียวอมเหลือง ก้านเกสรตัวผู้มีสีเขียวอมเหลืองยาวเกือบเท่าความยาวดอก ก้านเกสรตัวผู้แต่ละอันชูขึ้นไปในแนวเดียวกัน และแยกกันบริเวณปลายโดยโค้งงอเข้าหาศูนย์กลางไม่พบการติดผล มีระบบรากเป็นรากฝอยมีขนาดยาวมาก สภาพทางนิเวศวิทยา พบในภาคเหนือ เช่น จังหวัดลำปาง กระจายพันธุ์ในพื้นที่ ป่าไผ่ ป่า

ดิบแห้ง ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 500 -800 เมตร

### สารประกอบในหนอนตายหายาก

สารประกอบที่พบอยู่ในหนอนตายหายากพันธุ์ต่างๆ ได้แก่

#### *S. aphylla*

stemofoline, (2*S*)-hydroxystemofoline, (11*Z*)-1',2'-didehydrostemofoline, stemaphylline, stemaphylline-*N*-oxide และ stilbostemin R (Mungkornasawakul *et al.*, 2009)

#### *S. burkillii*

stemofoline, 2'-hydroxystemofoline, 11(*S*),12(*R*) – dihydrostemofoline, Stemoburkilline และ 11(*S*),12(*S*)-dihydrostemofoline (Mungkornasawakul *et al.*, 2004a), dehydro- $\alpha$ -tocopherol (Brem *et al.*, 2004)

#### *S. cf. pierrei*

stemanthrene A-C, stilbostemin B, D,E และ G, 4-methylpinosylvin, dihydronosylvin, pinosylvin, protostemonine และ stemonine (Kosteckia *et al.*, 2004)

#### *S. chochinensis*

cochinchistemonine (Lin *et al.*, 2007), stemokerrin (Shuying *et al.*, 2006)

#### *S. collinsae*

6-deoxyclitoriacetal (Khorphueng *et al.*, 2006) 16,17-didehydro-16(*E*)-stemofoline (Jiwajinda *et al.*, 2001) isostemoline, neotuberostemonine และ bisdehydroneotuberostemine (Pham *et al.*, 2002) stemofurans A-K, dihydrostilben, stilbostemin A, C, E และ F, pinosylvin 4'-methylpinosylvin, dihydrostilben, stilbostemin B, D และ dihydrophenanthrene (Pacher *et al.*, 2002) dehydro- $\delta$ -tocopherol และ dehydro- $\beta$ -tocopherol (Brem *et al.*, 2004)

#### *S. curtisii*

stemocurtisine และ pyrido[1,2-*a*]azapine stemocurtisinol (Mungkornasawakul *et al.*, 2004b) dehydro- $\gamma$ -tocopherol, dehydro-  $\alpha$  -tocopherol (Brem *et al.*, 2004)

#### *S. japonica*

stemonine, neostemonine, bisdehydroneostemonine, protostemonine, didehydrotostemonine, isoprotostemonine, stemospironine, stemonidine, stemonamine, isostemonamine, stemonamide, isostemonamide, maistemonine (protostemotinine), neostemodiol (stemodiol), semofoline

(Pilli และ Oliveira, 2000) dihydrostilbenes, stilbostemins P–R, dihydrophenanthrene, stemanthrene, bibenzyls, 3,5-dihydroxy-20-methoxy bibenzyl, 3,3'-dihydroxy-2,5'-dimethoxy, 3,5,2'-trihydroxy-4-methyl bibenzyl (Zhang *et al.*, 2008)

***S. mairei***

protostemonine, maistemonine (protostemotinine), oxymaistemonine (Pilli และ Oliveira, 2000) maistemonine (Shuying *et al.*, 2006)

***S. parviflora***

parvistemoline, parvistemonine, didehydroparvistemonine, stemofoline, oxystemofoline, methoxystemofoline, parvistemoninine, parvistemoninol, parvistemoamide (Pilli และ Oliveira, 2000) Parvistemins A–D (Yang *et al.*, 2007) parvineostemonine (Ke *et al.*, 2003) dihydrostilben, stilbostemin J–L, dihydrophenanthrene, stemanthrene, 3,5-dihydroxy-4-methylbibenzyl และ 3,5-dihydroxy-2'-methoxy-4-methylbibenzyl (Yang *et al.*, 2006)

***S. sessilifolia***

tuberostemonine, tuberostemonine A, stemoninine, protostemotinine (maistemonine) (Pilli และ Oliveira, 2000) sessilistemonamine D (Wang *et al.*, 2007) sessilifolimides E, F, G และ H (Hitotsuyanagi *et al.*, 2007) sessilifoliamine A, sessilifoliamide J (Hitotsuyanagi *et al.*, 2008) protostemotinine (Cong *et al.*, 1995) dihydrosilben, stilbostemin H และ I, stemanthrene E, dihydrophenathrene, stilbostemin B,D,G, stemanthrene A และ C, stilbenoids (Yang *et al.*, 2007) stemospironine (Shuying *et al.*, 2006) stilbostemin M,–O, tocopherol, 6-methoxy-3,4-dehydro- $\delta$ -tocopherol, (3,5-dihydroxy-2'-methoxybibenzyl, 3,5-dihydroxy bibenzyl,  $\beta$ -tocopherol, และ  $\gamma$ -tocopherol (Zhang *et al.*, 2007) sessilifoliamide A–D, 2-oxostemine, stemoninoamide, tuberostemonone และ neotuberostemonol (Kakuta *et al.*, 2003)

***Stemona* sp.**

protostemonine, stemoninine (Pilli และ Oliveira, 2000) (2*R*)-hydroxystemofoline, (3*R*)-stemofolenol, (3*S*)-stemofolenol, 1,2'-didehydrostemofoline-*N*-oxide, methylstemofoline, stemofolinoside, (2*S*)-hydroxystemofoline, (11*Z*)-1,2'-didehydrostemofoline และ (11*E*)-1,2'-didehydrostemofoline (Sastraraji *et al.*, 2005)

### ***S. tuberosa***

stenine, tuberostemonine, tuberostemonol, didehydrotuberostemonine, bisdehydroneo tuberostemonine, neotuberostemonine, oxotuberostemonine, stemoamide, tuberostemoamide (stemoninoamide), tuberostemospironine, stemotinine, isostemotinine, tuberostemonone, tuberostemoninol (Pilli และ Oliveira, 2000) tuberostemospironine, 6  $\alpha$ -hydroxycroomine (Jiang *et al.*, 2006) stenine, tuberostemonine, oxotuberostemonine และ tuberostemonin L-G (Goldstein *et al.*, 1996) neotuberostemonol (Jiang *et al.*, 2002) tubercrooline, 10-hydrocroomine, dehydrocroomine, tuberostemoline, tridehydrotuberostemonine, 9  $\alpha$ -bisdehydrotuberostemonine (Lin *et al.*, 2008) 3,5-dihydroxy-4-methylbibenzyl, 3,5-dihydroxy-2'-methoxy-4-methylbibenzyl และ 3-hydroxy-2',5'-dimethoxy-2-methylbibenzyl (Zhao *et al.*, 1995) protostemonine (Shuying *et al.*, 2006) dihydrostilbenes, stilbestemins N-Y, phenanthraquinone, stemanthraquinone (Lin *et al.*, 2008)

### **สรรพคุณของหนอนตายหยาก**

บุญธนีสร์ (2494) รายงานว่า ยาชงสกัดหนอนตายหยากด้วยอีเทอร์จะได้ปริมาณแอลคาลอยด์สูง มีฤทธิ์ฆ่าพยาธิไส้เดือนได้มากกว่ายาชงสกัดด้วยแอลกอฮอล์และยาชงสกัดด้วยแอลกอฮอล์สามารถฆ่าหนอนได้ดีเมื่อหนอนกินเข้าไป เพราะยานี้ทำให้หนอนมีเมือกและเข้าไปมีผลต่อระบบประสาท แล้วทำให้หนอนตายในที่สุด

สุทธพันธ์ (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรหนอนตายหยากเพื่อควบคุมปริมาณการเกิดหนอนแมลงวันในมูลไก่ โดยใช้รากหนอนตายหยากอบแห้งบดละเอียดผสมเพิ่มในสูตรอาหารไก่ที่ระดับต่าง ๆ พบว่าจำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอนแมลงวันที่เพาะจากมูลไก่ที่กินอาหารสูตรดังกล่าวนี้มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด

เลาจนา และ ประคอง (2520) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัด *Stemona curtisii* (Hook.f.) ต่อหนอนแมลงวัน พบว่า สารสกัดมีผลทำให้ตัวหนอนตายหรือทำให้ตัวหนอนมีสีเขียวคล้ำจนถึงน้ำตาลดำ ตัวหนอนที่รอดตายจะเจริญเป็นดักแด้ได้ แต่ดักแด้จะมีลักษณะผิดปกติ คือ ผนังปล้องของดักแด้จะโป่งนูนออก ดักแด้มีขนาดเล็ก หักงอจนผิดปกติ ดักแด้ดังกล่าวนี้จะไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้

ประคอง (2520) รายงานว่า สารสกัดหนอนตายหยาจะไม่มีฤทธิ์แบบสัมผัสตาย (contact poisoning) ต่อยุงลาย แต่มีผลต่อลูกน้ำยุงลาย โดยจะมีผลทำให้การปิดเปิดของปากท่อหายใจ (abdominal spiracles) และปลายสุดของท่อหายใจ (siphon) ไม่เป็นจังหวะ จึงทำให้ลูกน้ำยุงลายหายใจไม่ได้และตายในที่สุด

กวินหาญ (2539) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากหนอนตายหยาต่อหนอนกระทุ้ม พบว่า สารสกัดจากรากหนอนตายหยาที่ระดับความเข้มข้น % (w / v) มีประสิทธิภาพต่อการกำจัดหนอนกระทุ้มในวัยที่ 2, 3 และ 4 ได้ดี

กระเกด (2540) ได้ศึกษาผลของ 6-deoxyclitriacetal ซึ่งเป็นสาร retinoids ที่สกัดได้จาก รากหนอนตายหยาต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบจากอวัยวะต่าง ๆ หนูทดลอง พบว่า 6-deoxyclitriacetal 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถลดการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบของมดลูกหนูขาวทั้งที่เกิดขึ้นเองหรือเกิดจากการกระตุ้นด้วย serotonin และ norepinephrine แบบความเข้มข้นสะสม และยังสามารถลดการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดแดงใหญ่ของหนูขาวจากการกระตุ้นด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์แบบความเข้มข้นสะสม นอกจากนี้ยังสามารถมีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบลำไส้เล็กส่วน ileum ของหนูตะเภา เมื่อมีการกระตุ้นด้วย acetylcholine จากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า 6-deoxyclitriacetal มีฤทธิ์ยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบจากอวัยวะต่างๆและกลไกของการยับยั้งการหดตัวนี้เป็นแบบไม่เฉพาะเจาะจง

วาสนา (2544) ทำการศึกษาสารสกัดจากหนอนตายหยาที่มีฤทธิ์ต่อการฆ่าแมลง พบว่า สารสกัดจากรากของหนอนตายหยาที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และ 70 % เมทานอล เมื่อนำมาทดสอบความเป็นพิษโดยวิธี feeding leaf disc กับหนอนกระทุ้มวัย 2 ใช้วิธี residual film กับด้วงงวงข้าวโพดตัวเต็มวัยอายุ 5 วัน และใช้วิธี ฉีดพ่นไอน้ำ กับลูกน้ำยุงลายวัย 3 พบว่า สารสกัดหยาบด้วยไดคลอโรมีเทนจากรากของหนอนตายหยาแสดงความเป็นพิษสูงต่อหนอนกระทุ้ม โดยมียัตราการตายที่ระดับความเข้มข้น 40,000 ppm เป็น 44 % ส่วนสารสกัดหยาบด้วย 70 % เมทานอล แสดงความเป็นพิษสูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 50,000 ppm กับด้วงงวงข้าวโพดโดยมียัตราการตาย 48 %

สุรัตน์วดี และคณะ (มปป.) ได้ศึกษาสาร dehydrostemofolin แอคคาลอยด์ตัวใหม่ที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง ใน *Stemona collinsae* พบว่า สาร SC-1, SC-2 และ SC-3 สามารถฆ่าหนอนใยผักได้มากกว่า 50 %

นภัสวรรณ และจันทร์เพ็ญ (มปป.) ได้ศึกษาการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โรคพืช โดยใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรบนเขาน้ำช้าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้คัดเลือกพืชสมุนไพรที่พบเป็นส่วนใหญ่บนเขาน้ำช้าง ได้แก่ มะนาวผี กระเบา กลัก ผักหวานป่า และหนอนตายหยาก พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด จะถูกสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเอทานอล ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัด 2 วิธี คือการสกัดร้อนและสกัดเย็น จากนั้นจึงนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบกับเชื้อโรคพืช 2 ชนิด คือ *Fusarium oxysporum* และ *Xanthomonas campestris* โดยวิธี disc diffusion ผลการทดลองพบว่า สารสกัดร้อนและสารสกัดเย็นด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ของกระเบากลัก และผักหวานป่า สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้งสองได้ผลดีขณะที่สารสกัดร้อนและสารสกัดเย็นด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดของมะนาวผี และหนอนตายหยาก สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเฉพาะของเชื้อ *Xanthomonas campestris* ได้ดี ส่วนเชื้อ *Fusarium oxysporum* สามารถถูกยับยั้งได้ด้วยสารสกัดร้อนและสารสกัดเย็นด้วยเอทานอลเท่านั้น

กฤตชญา (2547) ได้ศึกษาสมบัติและความคงฤทธิ์ของสารสกัดจากเมล็ดสารภีและรากหนอนตายหยากในการกำจัดแมลงศัตรูพืชตระกูลกะหล่ำ พบว่า สารสกัดจากสารภีทั้ง 2 สูตร สามารถฆ่าด้วงหมัดผักได้ 100 % ในชั่วโมงที่ 4 ส่วนสารสกัดหนอนตายหยากสามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนได้ 100 % ในชั่วโมงที่ 2, 4, 6 และ 10

สุกานดา (2551) ได้ศึกษาประสิทธิภาพพืชท้องถิ่นบางชนิดในการกำจัดเห็บ พบว่า สารสกัดจากเมล็ดสารภีและจากรากหนอนตายหยากแสดงประสิทธิภาพสูงสุดโดยให้ค่า  $IC_{50}$  ต่ำกว่า 50 % แสดงประสิทธิภาพสูงกว่า (2, 4-xylyliminomethyl amine) ซึ่งมีค่า  $IC_{50}$  ที่ 0.75 % ตามด้วยสารสกัดจาก ส้มสายน้ำผึ้ง ขมิ้นชัน และมะแขว่นซึ่งมีค่า  $IC_{50}$  2.39, 13.24 และ 17.71 % ตามลำดับ

Brem et al. (2002) ได้ทำการศึกษาสารสกัดจาก *Stemona collinsae* และ *Stemona tuberosa* สามารถฆ่า *Spodoptera littoralis* โดยพบสาร dihydrostemofoline โดยมีค่า  $LC_{50}$  ที่ 1.01 และ Stemofoline ที่ 0.59 %

วุฒิกรณ (2539) ได้ศึกษาการสกัดหนอนตายหยากที่มีผลต่อแมลงศัตรูของผักคะน้า เปรียบเทียบกับยาฆ่าแมลง mevinphos และชุดควบคุมน้ำ พบว่าหนอนตายหยากที่สกัดด้วย 95 % ethanol ณ อุณหภูมิห้อง และหนอนตายหยากที่สกัดด้วยน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอน และด้วงผักคื่นหี้อย่างดี โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับยาฆ่าแมลง mevinphos แต่ให้ผลดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ครุณลักษณ์ (2544) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากหนอนตายหยา (*Stemona tuberosa* Lour.) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) และหนอนกระทุ้ผัก (*Spodoptera litura* F.) ในห้องปฏิบัติการ โดยการศึกษาผลของสารสกัดจากรากของหนอนตายหยาแต่ละสายพันธุ์ เพื่อเปรียบเทียบหาพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกำจัดหนอน โดยวิธีสกัดด้วยน้ำ แห่ล้างกิน จากนั้นเปรียบเทียบกับยาฆ่าแมลง Karate และชุดควบคุม (น้ำ) จากการทดลองพบว่า *Stemona curtisii* มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดพบว่า ด้วยความเข้มข้นที่เท่ากับหนอนตายหยาที่สกัดด้วย 95% ethanol ในรูปสารสกัดหยาบ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำแบบแห่ล้างกินเมื่อทดสอบด้วยวิธี leaf dipping โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับยาฆ่าแมลง Karate

สุภาณี และคณะ (นปป.) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหนอนตายหยาต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) หนอนกระทุ้ผัก (*Spodoptera litura* Hubner.) และด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* F.) ในห้องปฏิบัติการพบว่า สารสกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพสูงในลักษณะสัมผัสตายโดยมีค่า  $LC_{50}$  ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 535, 2,313 และ 2,108 ppm ตามลำดับ การศึกษาผลการยับยั้งการกินอาหาร ซึ่งทดสอบกับ หนอนใยผัก และหนอนกระทุ้ผัก พบว่า สารสกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน ค่า  $EC_{50}$  ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 129.22 และ 701.11 ppm ตามลำดับ

ขจรศักดิ์ (2538) ได้ศึกษาสารสกัดจากสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืช อันได้แก่ *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus niger* และเชื้อราสาเหตุโรคผิวหนัง อันได้แก่ *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes* และ *T. rubrum* โดยนำผงสมุนไพรบดแห้งมาผสมในอาหาร potato dextrose agar ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าหนอนตายหยาที่มีประสิทธิภาพต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืชและโรคผิวหนังรองลงมาจากการใช้สารสกัดจากกานพลูและว่านน้ำ

Akanitapichat et al. (2005) ทำการศึกษาสารสกัด *Stemona collinsae* ที่สกัดจาก dichloromethane -methanol (DCM-MeOH, 1:1), 95% ethanol และน้ำ พบว่า สารสกัด DCM-MeOH มีฤทธิ์ยับยั้งไวรัสริม type 1 และ 2 ได้ร้อยละ 50 ส่วนสารสกัดจากเอทานอลและน้ำ ยับยั้งไวรัสริม ความเข้มข้นสูงถึง 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดทั้งสามชนิดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตต่อเซลล์มะเร็ง KB และ MCF-7

Lin et al. (2008) ซึ่งทำการศึกษาสาร stibostemin N-Y และ stemanthraquinone ที่สกัดจาก *Stemona tuberosa* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. pumilus*, *C. neoformans* และ *K. pneumoniae* โดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้น 12.5-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

Mungkornasawakul *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษา stemofoline, (2*S*)-hydroxystemofoline, (11*Z*)-1',2'-didehydrostemofoline, stemaphylline, stemaphylline-*N*-oxide และ stilbostemin R ที่สกัดจาก *S. aphylla* สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli*, *S. aureus*, *Ps. auruginosa* และ *C. albicans* โดยมีค่า MIC ในช่วง 62.5-125 µg/mL,

Yang *et al.* (2006) ได้ศึกษาสาร stilbostemin J-L, stemanthrene F, 3,5-dihydroxy-4-methylbibenzyl และ 3,5-dihydroxy-2-methoxy-4-methylbibenzyl ที่สกัดจาก *Stemona japonica* พบว่า สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *S. epidermids*, *E. coli* และ *C. albicans* โดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้นที่ 12.5-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

Zhang *et al.* (2008) ทำการศึกษาสาร stilbostemin P-R, semanthrene G, 3,5-dihydroxy-2'-methoxybibenzyl, 3,3'-dihydroxy-2,5'-dimethoxybibenzyl และ 3,5,2'-trihydroxy-4-methylbibenzyl ที่สกัดจาก *Stemona japonica* พบว่า สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *S. epidermids*, *E. coli* และ *C. albicans* โดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้นที่ 12.5-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

Zhang *et al.* (2007) ทำการศึกษาสาร bibenzyls, stilbostemin M ,Z, O, tocopherol, 6-methoxy-3,4-dehydro-δ-tocopherol, 3,5-dihydroxy-2'-methoxybibenzyl, 3,5-dihydroxy bibenzyl, β -tocopherol, และ γ-tocopherol ที่สกัดจาก *Stemona sessilifolia* พบว่า สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus*, *S. epidermids*, *E. coli* และ *C. albicans* โดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้นที่ 12.5-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

#### แอลคาลอยด์ (Alkaloids) (กฤษณา, 2529)

แอลคาลอยด์ แปลว่า Alkali-like มีผู้ให้คำจำกัดความของแอลคาลอยด์ไว้หลายอย่างโดยเริ่มจากปี 1819 เกสซกรชื่อ Meissner เป็นผู้ตั้งชื่อแอลคาลอยด์ขึ้น โดยใช้เรียกกลุ่มสารมีฤทธิ์เป็นด่าง มีไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุล และสามารถแยกได้จากพืช และในปี 1896 Mayer ได้ให้คำจำกัดความของแอลคาลอยด์ว่าเป็นสารที่พบในพืชมักมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาที่เด่นชัดเป็นสารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และมักมีออกซิเจนร่วมด้วยซึ่งปัจจุบันพบแอลคาลอยด์เป็นกลุ่มสารที่พบมากในพืชชั้นสูง พบบ้างในพืชชั้นต่ำ ในสัตว์ และในจุลินทรีย์ เป็นกลุ่มสารที่นำมาใช้มากเพื่อเป็นยารักษาโรคและมีจำนวนไม่น้อยที่เป็นสารพิษ ปัจจุบันพบแอลคาลอยด์ต่างๆ มากกว่า 5,000 แอลคาลอยด์ส่วนใหญ่พบในพืชชั้นสูง โดยเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่และพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเล็กน้อย

### คุณสมบัติของแอลคาลอยด์ (วันดี, 2534)

ตามปกติในโมเลกุลของแอลคาลอยด์จะพบไนโตรเจนอยู่ 1 โมเลกุล แต่อาจจะพบมากกว่าหนึ่งกว่าก็ได้ คุณสมบัติของแอลคาลอยด์อาจจะรวบรวมได้ดังนี้

1. แอลคาลอยด์มักมีรสขม เช่น ควินิน ( quinine) เป็นสารที่มีรสขมมากที่สุดชนิดหนึ่งที่พบในธรรมชาติ
2. แอลคาลอยด์ส่วนใหญ่จะเป็นผลึกไม่มีสี ยกเว้นชนิดที่มี conjugated double bond เช่น berberine ที่มีสีเหลือง นอกจากนี้แอลคาลอยด์บางตัวมีออกซิเจนอยู่ในโมเลกุลอาจจะพบเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ เช่น nicotin, coniine เป็นต้น
3. แอลคาลอยด์สามารถรวมตัวกับทั้งกรดอินทรีย์ และกรดอนินทรีย์อยู่ในรูปกรดเกลือในธรรมชาติ มักพบอยู่ในรูปกรดเกลือของกรดอินทรีย์
4. แอลคาลอยด์ในรูปอิสระ (free base) จะไม่ละลายน้ำหรือละลายได้เพียงเล็กน้อย แต่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม อีเทอร์ ส่วนเกลือของแอลคาลอยด์จะมีคุณสมบัติในการละลาย ตรงข้ามกับ free base คือสามารถละลายได้ดีภายในน้ำ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ยกเว้นเกลือของแอลคาลอยด์ที่เป็นด่างอ่อนบางชนิด ซึ่งจะสามารถละลายได้ในคลอโรฟอร์มแต่ไม่ละลายในอีเทอร์
5. แอลคาลอยด์ส่วนใหญ่จะสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่มีโลหะหนัก เช่น โปรท ทอง แพลตตินัม และแคดเมียม เป็นต้น ได้เกลือซึ่งมักจะไม่ละลายน้ำ จึงสามารถใช้น้ำยาที่มีโลหะหนักเหล่านี้ในการตรวจหาแอลคาลอยด์

### หน้าที่ของแอลคาลอยด์ (วันดี, 2534)

หน้าที่แอลคาลอยด์ในพืชยังไม่ทราบแน่ชัด มีผู้สันนิษฐานว่าแอลคาลอยด์อาจทำหน้าที่บางอย่างในพืชดังนี้

1. ช่วยป้องกันพืชจากสัตว์และแมลงต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากแอลคาลอยด์ส่วนใหญ่มีรสขม และมีพิษ
2. เป็นแหล่งไนโตรเจนในพืชเพื่อใช้สร้างโปรตีน
3. ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หรือการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด
4. เป็นสารที่ได้จากการทำลายพืชซึ่งเกิดในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช

### วิธีการเรียกชื่อแอลคาลอยด์ (วันดี, 2534)

การเรียกชื่อแอลคาลอยด์ที่นิยมกันมี 3 วิธี

1. เรียกตามชื่อพืชที่พบแอลคาลอยด์นั้นเป็นครั้งแรก เช่น cocaine ได้จากพืช *Erythroxylon coca*, atropine จาก *Atropa belladonna*
2. เรียกชื่อตามคุณสมบัติทางเภสัชวิทยา เช่น emetine มาจากภาษากรีกว่า emetikos แปลว่า ทำให้อาเจียน narcotine มาจากภาษากรีกว่า nakoo แปลว่า ทำให้ชา morphine มาจากภาษาเยอรมันว่า morphin ซึ่งเป็นชื่อของเทพเจ้าแห่งความฝัน
3. เรียกชื่อตามนักวิทยาศาสตร์ เช่น spegazzinine ได้จากนักพฤกษศาสตร์ที่ตั้งชื่อพืชพบแอลคาลอยด์ชนิดนี้ ได้แก่ *Aspidosperma Chakensis Spegazzini*

### ประเภทของแอลคาลอยด์ (วันดี, 2534)

การจัดแบ่งกลุ่มแอลคาลอยด์อาจจะทำได้ 4 วิธีคือ

1. แบ่งตาม taxonomic system เป็นการแบ่งกลุ่มของแอลคาลอยด์ตามกลุ่มของพืชที่มีแอลคาลอยด์นั้นๆ เช่น cinchona alkaloids และ solanum alkaloids เป็นต้น
2. แบ่งตาม therapeutic system เป็นการแบ่งตามคุณสมบัติทางเภสัชวิทยา เช่น mydriatic alkaloids ได้แก่ atropine, hyoscine ส่วน miotic alkaloids ได้แก่ pilocarpine, physostigmine และ hypotensive alkaloids ได้แก่ reserpine และ proptoveratrine
3. แบ่งตาม biogenetic system เป็นการแบ่งตามชนิดของสารตั้งต้นของแอลคาลอยด์ สามารถแบ่งแอลคาลอยด์ได้เป็น 3 กลุ่ม
  - ก. Protoalkaloids เป็นแอลคาลอยด์ที่มีสารตั้งต้นมาจากกรดอะมิโนหรืออนุพันธ์ของกรดอะมิโน แต่แอลคาลอยด์เหล่านี้จะมีไนโตรเจนอยู่นอก ring เช่น colchicine
  - ข. Truealkaloids เป็นแอลคาลอยด์ที่มีชีวสังเคราะห์มาจากกรดอะมิโน หรืออนุพันธ์ของกรดอะมิโนและมีไนโตรเจนอยู่ใน heterocyclic ring ตัวอย่างเช่น morphine, caffeine
  - ค. Pseudo alkaloids เป็นสารที่มีชีวสังเคราะห์มาจากสารจำพวก terpene และ steroid ตัวอย่างเช่น  $\beta$ -skatanthine, aconitine และ solanidine
4. แบ่งตาม chemical system เป็นการแบ่งกลุ่มตามสูตร โครงสร้างทางเคมี วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด อาจแบ่งแอลคาลอยด์ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ
  - ก. Non – heterocyclic alkaloid หรือ alkaloidal amine ได้แก่ แอลคาลอยด์ที่มีไนโตรเจนอยู่นอก ring เช่น ephedrine, mescaline และ colchicine เป็นต้น
  - ข. Heterocyclic alkaloid เป็นแอลคาลอยด์ที่มีไนโตรเจนอยู่ใน ring ซึ่งอาจแบ่งเป็นกลุ่ม

ย่อยตามสูตรโครงสร้างพื้นฐานได้ดังนี้

1. กลุ่ม pyrrole และ pyrrolidine ตัวอย่างเช่น hygrine, cuscohygrine และ stachydrine
2. กลุ่ม pyridine และ piperidine เช่น nicotine, anabasine, coniine และ ricinine
3. กลุ่ม pyrrolizidine เช่น senecionine
4. กลุ่ม tropane เช่น hyoscyne, hyoscyamine, cocaine และ dioscorine
5. กลุ่ม quinoline เช่น quinoline, quinine และ cinchonine
6. กลุ่ม isoquinoline เช่น papaverine, morphine, codeine และ berberine
7. กลุ่ม aporphine เช่น boldine
8. กลุ่ม nor-lupanine เช่น sparteine และ lupanine
9. กลุ่ม indole หรือ benzopyrrole เช่น reserpine, strychnine และ vinblastine
10. กลุ่ม imidazole หรือ glyoxaline เช่น pilocarpine และ ergothioneine
11. กลุ่ม purine เช่น caffeine, theobromine และ theophylline
12. กลุ่ม steroid เช่น solanidine และ conessine
13. กลุ่ม terpenoid เช่น actinidine และ aconitine

นอกจากนี้แอลคาลอยด์กลุ่มใหญ่ๆ ที่กล่าวมาแล้วยังมีแอลคาลอยด์ที่มีสูตรโครงสร้างดัดแปลงไปจากโครงสร้างหลักๆ ตามที่กล่าวมาแล้วอีกจำนวนมาก ถึงแม้ว่าการแบ่งหมวดหมู่แอลคาลอยด์ตามสูตรโครงสร้างทางเคมีจะนิยมใช้มากที่สุดก็ตาม แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการแบ่งด้วยเช่น ในการศึกษา chemotaxonomy การแบ่งกลุ่มแอลคาลอยด์ตาม taxonomic system น่าจะได้ประโยชน์มากกว่า เพราะอาจจะช่วยบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของสารกับกลไกการออกฤทธิ์

**ลักษณะสำคัญและสรรพคุณทางเภสัชกรรมของแอลคาลอยด์ (ตันติ, 2534)**

1. Non- heterocyclic alkaloids หรือ alkaloidal amines แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้มีในโตรเจนอะตอม อยู่นอก ring ส่วนใหญ่เป็นอนุพันธ์ของ phenylethylamine ซึ่งมีชีวสังเคราะห์มาจากกรดอะมิโน phenylalanine หรือ tyrosine ตัวอย่างกลุ่มแอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ เช่น ephedrine, mescaline, colchicine และ hordenine นอกจากนี้ alkaloidal amines บางชนิดเป็นอนุพันธ์ของ tryptamine ซึ่งมีชีวสังเคราะห์มาจาก tryptophan ตัวอย่างเช่น แอลคาลอยด์ gramine ซึ่งได้จาก *Hordeum vulgare*, psilocybin จากเห็ดพิษ *Psilocybe semperviva* และแอลคาลอยด์ bufotenine และ serotonin ซึ่งพบได้ในพืชและสัตว์บางชนิด แอลคาลอยด์กลุ่มนี้ที่นำมาใช้เป็นยาที่สำคัญได้แก่

1. Ephedrine ได้จากทั้งต้นของมั่วอั้ง หรือมาฮวง (*Ephedra equisetina* Bunge.) และได้จากใบหญ้าขัดใบป้อม (*Sida cordifolia* L.) ที่สกัดจากธรรมชาติจะเป็นชนิด D(-) ephedrine ส่วนที่ได้จากการสังเคราะห์จะเป็นชนิด D(+)ephedrine แอลคาลอยด์ชนิดนี้มีฤทธิ์เป็น adrenergic drug (bronchodilator) มีฤทธิ์ขยายหลอดลม จึงใช้เป็นยารักษาโรคหอบหืด และยังมีผลทำให้ม่านตาขยายตัวด้วย

2. Colchicine ได้จากส่วนเมล็ด และลำต้นใต้ดิน (corm) ของ *Colchicum autumnale* L. มีสภาพเป็นด่างอ่อนมาก แสดงฤทธิ์เป็นกลางต่อกระดาดลีสมีส เป็นสารที่ทำให้อยู่ในรูปเกลือได้ยาก สามารถจะสกัดด้วยทั้งกรดและด่าง ที่จัดเป็นแอลคาลอยด์เนื่องจากสามารถเกิดตะกอนกับน้ำยาทดสอบแอลคาลอยด์ ชนิดต่างๆ ได้

3. Mescaline เป็นแอลคาลอยด์ที่เป็นของเหลว อาจพบเป็นผลึกได้บ้างโดยมีจุดหลอมเหลวต่ำที่ 35- 36 องศาเซลเซียส ได้จาก peyote ซึ่งเป็นส่วนยอดของต้นกระบองเพชร (*Lophophora williamsii* Coulter.) มีฤทธิ์ทำให้เกิดอาการเคลิ้มฝัน นำมาใช้เป็นยาบำบัดทางจิต เคยใช้ในพิธีทางศาสนาของชาวอินเดียนแดง

## 2. Heterocyclic alkaloids ได้แก่

1. แอลคาลอยด์กลุ่ม pyrrole และ pyrroleidine ตัวอย่างแอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ได้แก่ hygrine และ cuscohygrine ซึ่งพบได้ในต้น *Duboisia*, stachydrine ได้จากต้น *Stachys tuberrifera* แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ส่วนมากไม่ได้นำมาในประโยชน์ในการรักษาโรค

2. แอลคาลอยด์กลุ่ม Pyridine และ piperidine แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสารพิษ พบทั้งในพืช เช่น พริกไทย ยาสูบ หมากสง และในสัตว์ เช่น ชะมดเขียง

### ก. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม Pyridine ได้แก่

Nicotine เป็นแอลคาลอยด์ที่เป็นของเหลวที่ได้จากใบยาสูบ (*Nicotiana tabacum* L. ) และใบ *Duboisia myoporoides* R.Br. เป็นพืชพื้นเมืองของออสเตรเลีย nicotine เป็นสารพิษออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทอัตโนมัติที่ sympathetic และ parasympathetic ganglia ทำให้กล้ามเนื้อเกิดอัมพาตได้ มักใช้เป็นยาฆ่าแมลง

Ricinine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากเมล็ด และใบของกะหล่ำ (*Ricinus communis* L.) เป็นสารพิษที่ทำให้เกิดอาเจียน คลื่นไส้ ความดันโลหิตต่ำ มีพิษต่อตับและไต ทำให้หยุดหายใจและตายได้

Arecoline เป็นอนุพันธ์ของกรด nicotinic เป็นแอลคาลอยด์ที่เป็นของเหลวที่ได้จาก

เมล็ดสุกหมากสง (*Areca catechu* L.) ใช้เป็นยาฆ่าพยาธิตัวกลม และพยาธิตัวแบนในม้า และสุนัข แต่ไม่นิยมใช้ในคน

Muscopryridine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากต่อมไกล้อวัยวะเพศของตัวผู้ ใช้เป็น fixative ในอุตสาหกรรมน้ำหอม

ข. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม piperidine ได้แก่

Piperine เป็นแอลคาลอยด์ที่พบในผลและเมล็ดพริกไทย (*Piper nigrum* L.) และคิปลี (*Piper longum* L.) ออกฤทธิ์กระตุ้นต่อมรับรส ทำให้กรดที่กระเพาะถูกหลั่งมากขึ้น จึงนิยมใช้แต่งรสบรันดี นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ และมีฤทธิ์ฆ่าแมลง

Coniine เป็นแอลคาลอยด์ที่เป็นของเหลว ไม่มีสีเป็นอนุพันธ์ของ 2-propylpiperidine เมื่อถูกแสงสีจะดำขึ้น ได้จากผลดิบที่โตเต็มที่ของ *Conium maculatum* ซึ่งมีชื่อเรียกทั่วไปว่า poison hemlock ในสมัยก่อน แอลคาลอยด์นี้ใช้เป็นยาพิษ เคยใช้เป็นยาแก้ปวดเกร็ง (antispasmodic) ในปัจจุบันไม่ใช้แล้ว เพราะมีพิษสูง

Pelletierine เป็นแอลคาลอยด์เหลว ได้จากเปลือกกรากของต้นทับทิม สมัยก่อนใช้เป็นยาล้างพยาธิในสุนัข ปัจจุบันไม่ใช้แล้วเพราะมีพิษสูง

Lobeline เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากทั้งต้น และเมล็ดของพระจันทร์ครึ่งซีก เป็นอนุพันธ์ของ 2,6 -dialkylpiperidine สมัยก่อนเคยใช้เป็นยาขับเสมหะ และยาช่วยกระตุ้นระบบหายใจ

### 3. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม pyrrolizidine

แอลคาลอยด์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่ไม่มีประโยชน์ในทางยา

### 4. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม Tropane

Tropane เป็นแอลคาลอยด์ที่มีความสำคัญมากกลุ่มหนึ่ง แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้หลายชนิดได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์เป็นยารักษาโรค เช่น ยาขยายม่านตา ยาชาเฉพาะที่ ยารักษาแผลในกระเพาะและลำไส้ ส่วนใหญ่แอลคาลอยด์เหล่านี้จะได้จากพืชในวงศ์ Solanaceae และ Erythroxylaceae แอลคาลอยด์ที่สำคัญได้แก่

Atropine และ Hyoscyamine แอลคาลอยด์ทั้งสองชนิดมีสูตรโครงสร้างที่เหมือนกัน ต่างกันที่ความสามารถในการเบนแสง polar light, hyoscyamine เป็น l-isomer ส่วน atropine เป็น dl-isomer (racemic form) ในธรรมชาติพบ hyoscyamine เป็นส่วนใหญ่ ส่วน atropine มักเกิดขึ้นในระหว่างการสกัดแอลคาลอยด์จากพืช hyoscyamine มีชีวิตสังเคราะห์จาก atropine กับ tropic acid ส่วน atropine เกิดจาก atropine กับ atropic acid แอลคาลอยด์ทั้งสองชนิดนี้ มีฤทธิ์ขยายม่านตา

Hyoscine มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า scopolamine เป็นเอสเทอร์ของ tropic acid กับ scopine ได้จากใบ *Duboisia* spp. โดยเฉพาะลูกผสมระหว่าง *Duboisia myoporoides* และ *D. leichhardtii* ซึ่งมีแอลคาลอยด์นี้สูง 1-2 % นอกจากนี้ยังพบได้ในใบตำโลง (*Datura metel*) ทั้งแอลคาลอยด์ hyoscine, hyoscyamine และ atropine จัดเป็น parasympatholytic agent ออกฤทธิ์ขยายม่านตา ลดการหลั่งของน้ำลาย และ secretion อื่นๆ ในระบบทางเดินอาหารและระบบหายใจ ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบ ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในทางยาอย่างกว้างขวาง

Cocaine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากใบโคคา (*Erythroxylon coca*) ซึ่งเป็นต้นไม้พื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ cocaine เป็นเอสเทอร์ของกรด benzoic กับ methyl ecgonine มีคุณสมบัติเป็น strong tertiary base เมื่อถูกย่อยจะได้กรด benzoic, ecgonine และ methanol กรด benzoic และ methanol จะรวมกันเป็น methyl benzoate ซึ่งมีกลิ่นเฉพาะตัวซึ่งใช้ตรวจสอบ cocaine ได้ cocaine เป็นยาเสพติดที่ชนิดแรกที่ได้จากธรรมชาติ แต่เนื่องจากมีฤทธิ์ทำให้เกิดอาการประสาทหลอนและอาการคลื่นผื่นตัว ใช้นานๆอาจเป็นสิ่งเสพติดได้ ปัจจุบันจึงใช้เป็นยาเฉพาะที่

Dioscorine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากหัวกลอย (*Dioscoria hispida* Dennst.) เป็นสารพิษ เมื่อรับประทานจะทำให้เกิดอาการปวดแสบปวดร้อนในลำคอ อาเจียนอย่างรุนแรง ทำให้ร่างกายขาดน้ำ

#### 5. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม Quinoline

แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้มีทั้งที่มีสูตรโครงสร้างง่าย ๆ ไปจนถึงชนิดที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนส่วนมากจะพบในพืชวงศ์ Rubiaceae และ Rutaceae ส่วนที่เป็น quinoline nucleus มีชีวสังเคราะห์มาจากกรดอะมิโน tryptophan แอลคาลอยด์หลายตัวในกลุ่มนี้ใช้เป็นยารักษาโรคมานานแล้ว เช่น ควินิน (quinine) ซึ่งได้จากเปลือกชิงโคนา ใช้เป็นยารักษาไข้มาลาเรีย quinidine ใช้เป็นยารักษาโรคหัวใจ และ แอลคาลอยด์บางชนิดมีฤทธิ์ด้านมะเร็ง

#### 6. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม isoquinoline

Isoquinoline เป็นแอลคาลอยด์กลุ่มใหญ่เป็นจำนวนมาก แอลคาลอยด์หลายชนิดในกลุ่มนี้นำมาใช้เป็นยารักษาโรค เช่น morphine และ codeine จากฝิ่นใช้เป็นยาระงับปวด emetine จากราก Ipecac ใช้รักษาโรคบิด แอลคาลอยด์บางชนิดจาก curare ซึ่งมีฤทธิ์ผ่อนคลายกล้ามเนื้อลายใช้ในการผ่าตัด และมีแอลคาลอยด์อีกหลายชนิดที่มีรายงานว่าสามารถต้านมะเร็ง Isoquinoline อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามโครงสร้างได้หลายกลุ่ม เช่นกลุ่ม hydrophenanthrene มีโครงสร้างพื้นฐานเป็น reduced phenanthrene เช่น morphine และ codeine กลุ่ม benzyloisoquinoline เช่น papaverine กลุ่ม berberine เช่น berberi กลุ่ม phthalideisoquinoline เช่น narcotine และ hydrastine กลุ่ม emtane เช่น emetame แอลคาลอยด์ในกลุ่มที่สำคัญที่นำมาใช้ประโยชน์ทางยา คือ

Morphine และ codeine เป็นแอลคาลอยด์ที่สำคัญที่พบในยางที่กรีดจากผลของต้นฝิ่น โดยมีโครงสร้างเป็น hydrophenthrene ทั้ง morphine และ codeine ใช้เป็นยาระงับปวดได้ผลดีมากแต่ข้อเสียคือทำให้เกิดการเสพติดได้ มักใช้ระงับปวดในการผ่าตัดต่างๆ โดย morphine จะออกฤทธิ์แรงกว่า codeine แต่ codeine จะทำให้เกิดการติดยากกว่า morphine ดังนั้นจึงมีการใช้ codeine เป็นยาแก้ปวดอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ codeine มีคุณสมบัติระงับอาการไอ โดยจะออกฤทธิ์กด cough center ในสมอง จึงนิยมใช้เป็นส่วนประกอบในยาแก้ไอ

Narcotine อาจเรียกว่า noscapine จัดอยู่ในกลุ่มย่อย phthalideisoquinoline ได้จากยางผลฝิ่น ในธรรมชาติพบในรูปอิสระ แอลคาลอยด์ชนิดนี้ไม่ทำให้เสพติด ใช้ประโยชน์เป็นยาแก้ไอ โดยออกฤทธิ์กด cough reflex โดยตรง

Papaverine เป็นแอลคาลอยด์ในกลุ่ม benzyloisoquinoline ได้จากยางผลฝิ่นมีฤทธิ์ผ่อนคลายกล้ามเนื้อเรียบใช้ป้องกัน cardiac arrhythmia และอาการอื่นๆ ที่มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ

Emertine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากเปลือกรากของ Ipecac (*Cephaelis ipecacuanha* และ *C. acuminata*) ใช้รักษาโรคบิดมีตัว (amoebic dysentery)

d-Tubocurarine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จาก *Chondodendron tomentosum* โดยมีโครงสร้างเป็นพวก bisisoquinoline เป็นสารพิษที่ใช้ในการทำยาพิษอาบลูกศร ซึ่งนิยมใช้ในพวกอินเดียนในอเมริกาใต้ มีพิษต่อกล้ามเนื้อลายเป็นแอลคาลอยด์ชนิดเดียวจาก curare ที่ใช้ในทางยาอยู่ในปัจจุบันใช้ในการผ่าตัดเพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อคลายตัว และมีประโยชน์ในการป้องกัน และควบคุมการชักที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่น โรคบาดทะยัก ชักเพราะฤทธิ์ strychnine

#### 7. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม Aporphine

มีแอลคาลอยด์ไม่น้อยกว่า 50 ชนิดที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็น aporphine แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้นำมาใช้เป็นยา ตัวอย่างในแอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ได้แก่ boldine พบใน *Peumus boldus* และ corytuberine พบได้ในยางของผลฝิ่น

#### 8. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม nor-lupinane

แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้มีโครงสร้างพื้นฐานเป็น quinolizidine ส่วนใหญ่เป็นสารพิษไม่ใช้ ประโยชน์ทางยา ตัวอย่างแอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ได้แก่ sparteine และ lupanine

#### 9. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม indole หรือ benzopyrrole

Indole เป็นแอลคาลอยด์ที่สำคัญมากกลุ่มหนึ่ง พบเป็นจำนวนมาก มีตั้งแต่แอลคาลอยด์ที่มีสูตรโครงสร้างง่ายๆ มักจะมีชีวสังเคราะห์มาจากกรดอะมิโน tryptophan หรือ tryptamine ตัวอย่าง แอลคาลอยด์ที่สำคัญๆ ในกลุ่มนี้ได้แก่

Rauwolfia alkaloids ซึ่งได้จากรากของต้นกระยอ้ม (*Rauwolfia serpentina*) แอลคาลอยด์ในรากกระยอ้มนี้ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม

Quaternary anhydronium bases เป็นแอลคาลอยด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างแก่ เช่น serpentin, serpentinin และ alstonine

Tertiary indoline bases เป็นอนุพันธ์ของ indoline มีฤทธิ์เป็นด่างปานกลาง ได้แก่ ajmaline และ rauwolfine

Weakly basic indole bases มีฤทธิ์เป็นด่างอ่อน เป็นแอลคาลอยด์ที่ให้ประโยชน์ในทางยาโดยออกฤทธิ์เป็นยาลดความดัน ได้แก่ reserpine และ rescinnamine นอกจากนี้ reserpine ใช้เป็นยาระงับประสาท

Ergot alkaloids ได้จากส่วน dried sclerotium หรือ resting body ของเชื้อรา ergot (*Claviceps purpurea*) ซึ่งเชื้อราชนิดนี้ขึ้นอยู่บนต้นข้าวไรย์ แอลคาลอยด์ใน ergot มีหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ergonovine (ergometrine), ergotamine และ ergotoxine แอลคาลอยด์ทั้งหมดมีฤทธิ์ทำให้มดลูกบีบตัวจึงช่วยเร่งการคลอดบุตร

Catharanthus alkaloids เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากทั้งต้นของแพงพวยฝรั่ง (*Catharanthus roseus* N. Don.) แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้มีมากมาย ที่สำคัญและใช้เป็นยารักษาโรคมะเร็งอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ vinblastine และ vincristine โดย vinblastine จะให้ผลดีในการรักษาโรค Hodgkin's และ lymphomas ต่างๆ ส่วน vincristine ให้ผลดีมากในการรักษามะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemias) ในเด็ก นอกจากนี้ยังพบว่า แอลคาลอยด์ vinleurosine และ vinrosidine จากต้นแพงพวยฝรั่ง สามารถลดการขยายตัวของเซลล์เนื้องอกได้เช่นกัน แต่ยังไม่ได้นำมาใช้เป็นยา

Physostigma alkaloid เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากเมล็ดแก่ของ *Physostigma venenosum* แอลคาลอยด์ที่สำคัญ ได้แก่ Physostigmine เป็นแอลคาลอยด์ที่ไม่คงตัว เมื่อถูกอากาศจะ oxidize จะเป็นสารสีแดง เรียกว่า rubreserine จึงต้องเก็บแอลคาลอยด์นี้ไม่ให้ถูกอากาศและแสง Physostigmine ใช้ประโยชน์เป็น ophthalmic cholinergic ในการรักษาต้อหิน และยังแก้ฤทธิ์ของ atropine

Nux-vomica alkaloid เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากเมล็ดสะลงใจ (*Strychnos nux-vomica*) *Strychnos* spp. ประกอบด้วยแอลคาลอยด์ที่สำคัญคือ strychnine และ brucine ถ้ารับประทาน strychnine มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการชัก เป็นยาที่มีพิษอย่างแรง ปัจจุบันใช้เป็นยาเบื่อหนู (rodenticide) ส่วน brucine มีพิษน้อยกว่า strychnine ในด้านอุตสาหกรรมใช้เป็น alcohol denaturant

#### 10. แอลคาลอยด์ กลุ่มimidazole

Imidazole เป็นแอลคาลอยด์กลุ่มเล็ก ๆ ที่มีการกระจายตัวแคบ ตัวอย่างของแอลคาลอยด์ ในกลุ่มนี้ได้แก่ pilocarpine และ pilosine แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ที่ใช้ประโยชน์เป็นยาได้แก่ pilocarpine และ pilocarpine เป็นแอลคาลอยด์ที่มีโครงสร้างเป็น lactone จึงไม่คงตัวในด่าง ในด่างแก่จะถูกลดสaponify ได้เป็น pilocarpic acid ส่วนในด่างอ่อนจะถูก epimerise ได้เป็น isopilocarpine ดังนั้นสมุนไพรที่มี pilocarpine เป็นองค์ประกอบสำคัญ เมื่อเก็บไว้นาน 1 ปี จะมี activity ลดลงครึ่งเดียว หากเก็บไว้นานเกินกว่า 2 ปี จะไม่มี activity เลย ทั้งนี้เพราะ pilocarpine ถูกเปลี่ยนเป็น isopilocarpine ซึ่งไม่มีฤทธิ์ pilocarpine เป็น cholinergic drug มีฤทธิ์ตรงข้ามกับ atropine คือทำให้ม่านตาหรี เพิ่มการหลั่งของน้ำลาย และเหงื่อ ดังนั้น pilocarpine เป็นยารักษาโรคต้อหิน ยาแก้พิษ atropine และยาขับเหงื่อในบางกรณี

#### 11. แอลคาลอยด์ กลุ่มpurine

เป็นแอลคาลอยด์กลุ่มเล็ก ๆ แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้มีความสำคัญทางยา จะเป็นอนุพันธ์ของ 2,6-dioxypurine (xanthine) แอลคาลอยด์ที่สำคัญได้แก่ caffeine, theobromine, theophylline

Caffeine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากใบเลี้ยงของต้นอ่อนของต้น โกโก้ (*Coffea arabica* Linn.) และได้จากใบชา (*Camellia sinensis*) caffeine มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทส่วนกลาง ทำให้ร่างกายตื่นตัว กล้ามเนื้อทำงานได้ดีขึ้น

Theobromine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากเมล็ดสุกของโกโก้ (*Theobroma cacao* Linn.) theobromine ไม่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทส่วนกลาง แต่มีฤทธิ์ขับปัสสาวะได้ดี และมีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจ ขยายหลอดเลือด มักใช้เป็นยาขับปัสสาวะในคนไข้ที่หัวใจบวม

Theophylline เป็น isomer ของ theobromine ได้จากใบชา มีฤทธิ์ขับปัสสาวะดีกว่า caffeine และมีฤทธิ์คลายกล้ามเนื้อเรียบ ดีกว่า theobromine มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทเล็กน้อย

#### 12. แอลคาลอยด์ในกลุ่มsteroid

เป็นแอลคาลอยด์ที่เฉพาะส่วนของไนโตรเจนอะตอมเท่านั้นได้มาจากกรดอะมิโน แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้อาจจัดเป็น pseudoalkaloid โครงสร้างพื้นฐานแอลคาลอยด์จำพวกนี้ประกอบด้วย cyclopentanoperhydrophenanthrene ring แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เช่น กลุ่ม C27 ได้แก่ solanum alkaloids เช่น solanidine เป็นแอลคาลอยด์ที่พบในต้นมันฝรั่ง (*Solanum tuberosum*) เป็นแอลคาลอยด์ที่มีพิษ มีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง และ tritium alkaloids เช่น protoveratrine เป็นแอลคาลอยด์ที่ได้จากรากและเหง้าของ *Veratrum album* และ *Veratrum viride* (American hellebore) ใช้เป็นยาลดความดัน และกลุ่ม C21 ได้แก่ conessine ซึ่งพบในโมกหลวง (*Holarrhena antidysenterica*)

### 13. แอลคาลอยด์ในกลุ่ม terpenoids

Terpenoids เป็นสารที่เกิดจากการจับกันของ isoprenoid (หรือ iso-pentane) unit ในลักษณะต่างๆ เช่น อาจจะจับกันเป็น ring form ทั้งนี้แล้วแต่ functional group และ degree of unsaturation สาร terpenoids อาจพบในลักษณะ monoterpenoids (C-10), sesquiterpenoids (C-15), diterpenoids (C-20) หรือ triterpenoids (C-30) แอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่จะพบเป็น diterpene alkaloid ซึ่งพบใน *Aconitum* และ *Delphinium* ตัวอย่างแอลคาลอยด์ในกลุ่มนี้ได้แก่ conitine ซึ่งพบในเหง้าของ aconite หรือ monkshood (*Aconitum napellus* L.) เป็นแอลคาลอยด์ที่มีพิษสูง ออกฤทธิ์กระตุ้นประสาทส่วนปลาย และส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการชาที่ปลายประสาทรับความรู้สึก และทำให้เกิดอัมพาตได้ ในทางการแพทย์ใช้ประโยชน์ในการรักษาปลายประสาทอักเสบ (neuralgia)

#### ความคงตัวของแอลคาลอยด์ต่อความร้อน แสง และตัวทำละลายชนิดต่างๆ (กฤษณา, 2529)

แอลคาลอยด์อิสระไวต่อการสลายตัวโดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาพยา เนื่องจากมีความเป็นด่างอยู่ ความร้อนที่สูงกว่า 70° C และแสงสว่างทำให้แอลคาลอยด์สลายตัวได้ง่าย ในระหว่างกระบวนการสกัด แยกและทำให้บริสุทธิ์ควรพยายามหลีกเลี่ยงสภาวะดังกล่าว ถ้าต้องการเก็บสารสกัดเอาไว้ควรอยู่ในรูปสารสกัดแห้ง คือระเหยตัวทำละลายออกจนหมด และเก็บในภาชนะกันแสง และที่อุณหภูมิต่ำๆ แอลคาลอยด์บางชนิด ไม่คงตัวเมื่ออยู่ในสภาพน้ำยา ซึ่งอาจทำให้ไม่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ดังนั้นการเก็บรักษาแอลคาลอยด์ควรคำนึงถึงการคงตัวของแอลคาลอยด์

#### การสกัด การแยก และการทำให้แอลคาลอยด์ให้บริสุทธิ์ (กฤษณา, 2529)

แอลคาลอยด์จากแหล่งที่มาทางธรรมชาติส่วนมากก็มีปริมาณน้อย เป้าหมายที่สำคัญในการแยกสารสกัดแอลคาลอยด์ ให้ได้แอลคาลอยด์ที่แท้จริงโดยปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการแยกสกัด และทำให้บริสุทธิ์ ดังนั้นในการแยกสกัดแอลคาลอยด์จะต้องเลือก วิธีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณสูงสุด แอลคาลอยด์ที่มีอยู่ในพืชมักอยู่ในรูปของเกลือที่เกิดจากกรดอินทรีย์ที่มี อยู่ในพืช และกรดอินทรีย์กับสารผสมของสารประกอบที่ละลายน้ำ เช่น กัม (gums) โปรตีน เกลือ อินนินทรีย์ แทนนิน ไชมัน และ เรซิน (resins) ดังนั้นการสกัดแอลคาลอยด์มักจะมีสารประกอบที่ไม่ใช่แอลคาลอยด์ (non-alkaloidal compounds) เหล่านี้ออกไป นอกจากนี้ยังพบว่า ในพืชแต่ละชนิดมักจะมีแอลคาลอยด์มากกว่าหนึ่งชนิด ซึ่งมักจะมีโครงสร้างของโมเลกุลคล้ายกัน ดังนั้นจึงมีขั้นตอนในการ สกัดแอลคาลอยด์หลายขั้นตอนเพื่อให้ได้แอลคาลอยด์บริสุทธิ์

วิธีการสกัดแอลคาลอยด์จากพืชโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ โดยการนำสมุนไพรที่ต้องการศึกษาแช่ทิ้งไว้ หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้มาระเหยตัวทำละลายออกให้หมดจนได้สารสกัด แบบหยاب แล้วจึงแยกสารเอาสารประกอบที่ไม่ใช่แอลคาลอยด์ออกโดยการทำ acid-base partition เริ่มด้วย partition สารสกัดด้วยกรดเจือจางหลาย ๆ ครั้งเพื่อเปลี่ยนแอลคาลอยด์อิสระให้เป็นเกลือซึ่งละลายในชั้นน้ำ แยกชั้น acidic aqueous solution ออกมาแล้วทำให้เป็นด่างอ่อนซึ่งเกลือของแอลคาลอยด์จะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นแอลคาลอยด์อิสระ แล partition ด้วยตัวทำละลายหลายๆ ครั้งจนได้แอลคาลอยด์อยู่ในชั้นตัวทำละลายอินทรีย์ ถ้าต้องการให้แอลคาลอยด์บริสุทธิ์แต่ละชนิดก็จะต้องนำไปแยกในขั้นต่อไป

การแยกแอลคาลอยด์สารประกอบที่ไม่ใช่แอลคาลอยด์โดยใช้ silica gel หรือ aluminum oxide column วิธีการนี้ คือนำสารสกัดแอลคาลอยด์มาทำให้เป็นด่าง มาผ่าน column ดังกล่าวซึ่งจะดูดซับสารประกอบที่ไม่ใช่แอลคาลอยด์เอาไว้ ในกรณีที่ต้องการกำจัดไขมัน และ เรซิน ที่ติดมาในสารสกัดแอลคาลอยด์ให้ผ่านสารสกัดใน column ที่มี phosphoric acid-containing silica gel แอลคาลอยด์จะถูกจับใน column ในสภาพของเกลือ ในขณะที่พวกสารประกอบอื่น ๆ จะถูกออกไปจาก column หลังจากนั้นทำให้เป็นด่าง และชะแอลคาลอยด์ออกจาก column โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์

โครมาโตกราฟี (chromatography) เป็นวิธีการสุดท้าย จะเลือกทำในขั้นตอนสุดท้ายแต่ก็ได้ผลดีกับแอลคาลอยด์ทุกประเภทและไม่จำกัดปริมาณ เริ่มแรกที่จะต้อง chromatographic system ที่เหมาะสมสำหรับแอลคาลอยด์ที่ต้องการซึ่งมักจะลอง TLC (thin layer chromatography) หรือ PC (paper chromatography) แล้วจึงค่อยขยายเป็น preparative TLC หรือ column chromatography) หลังจากแยกได้แอลคาลอยด์แต่ละชนิดโดยใช้วิธี chromatography แล้ว มักจะตามด้วยการตกผลึกเพื่อให้แน่ใจว่าได้แอลคาลอยด์บริสุทธิ์จริงๆ

Adsorbents ที่นิยมมากที่สุดใน TLC analysis ของแอลคาลอยด์ ได้แก่ silica gel รองลงมาคือ aluminium oxide นอกจากนี้อาจใช้ kieselguhr, cellulose, magnesium oxide, calcium carbonate และ polyamide บางชนิด

Mobile phase หรือ solvent system ที่ใช้ในการแยกแอลคาลอยด์โดย chromatography สามารถเลือกได้มากมายโดยมากมักจะเป็นของผสมของตัวทำละลายที่ใช้บ่อยๆ นอกจากนี้ก็อาจเติม ammonia, diethylamine, triethylamine และ tetraethylamine) เพื่อลดการเกิด tailing

การตรวจสอบแอลคาลอยด์บน chromatogram นิยมใช้น้ำยาฉีดพ่นดราเจนดอร์ฟ (Dragendorff) และโปแตสเซียมไอโอไดด์แพลตินิก (potassium iodoplatinate)