

Supplementary information

Structural diversity, evolutionary origin, and metabolic engineering of plant specialized benzyloisoquinoline alkaloids

Ya Tian^{a,b#}, Lingzhe Kong^{a,b#}, Qi Li^{a,b#}, Yifan Wang^{a,b}, Yongmiao Wang^{a,b}, Zhoujie An^{a,b}, Yuwei Ma^{a,b}, Lixia Tian^c, Baozhong Duan^d, Wei Sun^e, Ranran Gao^{f*}, Shilin Chen^{g*}, Zhichao Xu^{a,b*}

^a Key Laboratory of Saline-alkali Vegetation Ecology Restoration (Northeast Forestry University), Ministry of Education, Harbin 150040, China

^b College of Life Science, Northeast Forestry University, Harbin, 150040, China

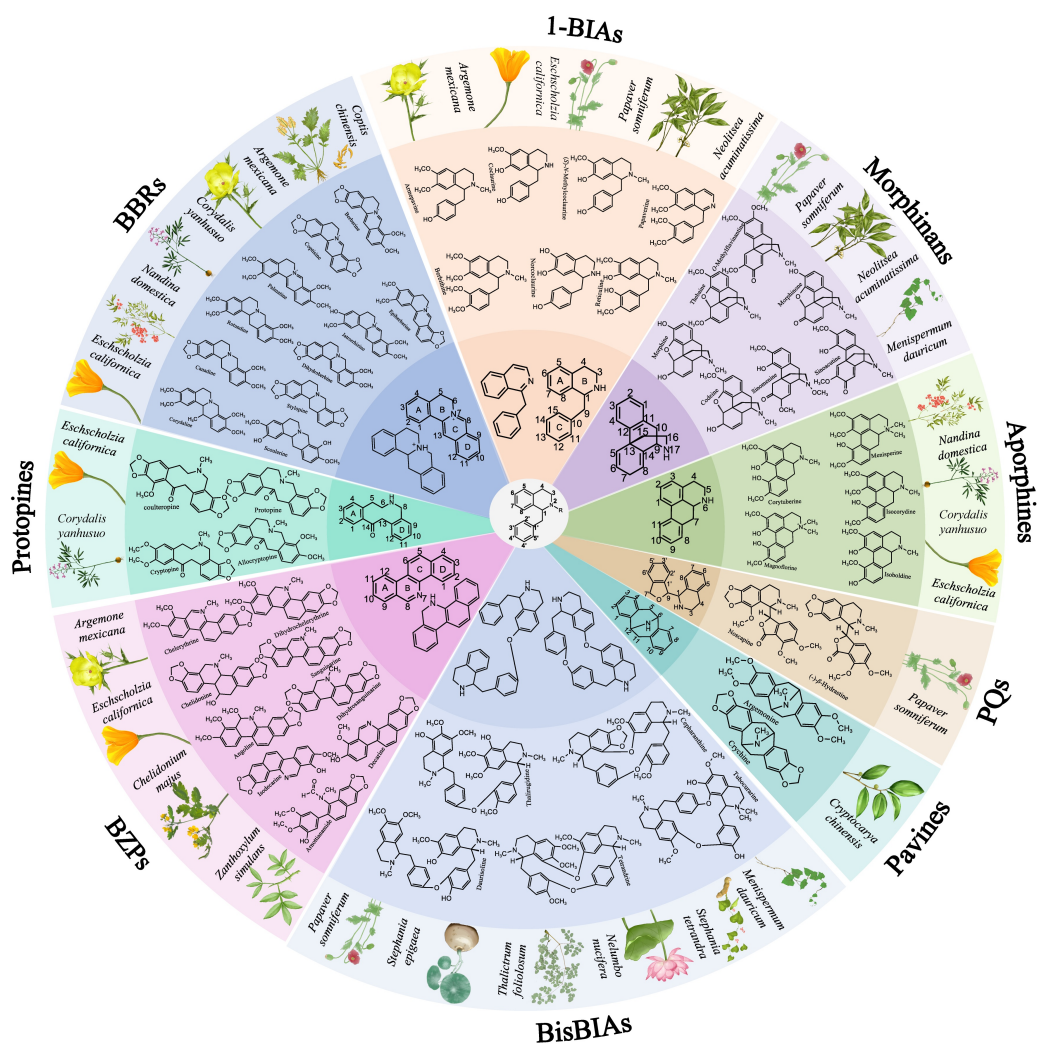
^c School of Pharmaceutical Sciences, Guizhou University, Guiyang, 550025, China

^d College of Pharmaceutical Science, Dali University, Dali 671003, China

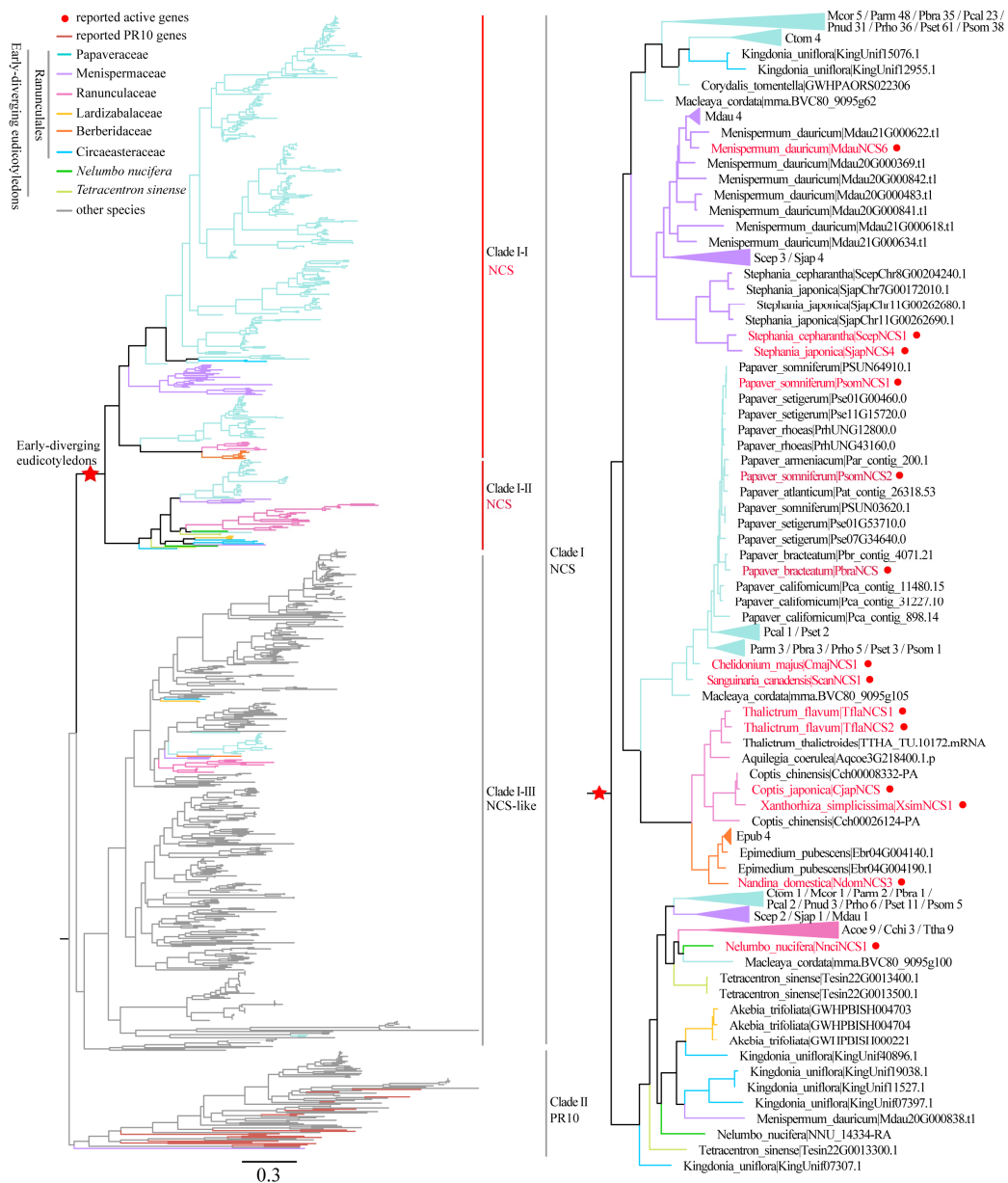
^e Key Laboratory of Beijing for Identification and Safety Evaluation of Chinese Medicine, Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

^f Artemisinin Research Center, Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing, 100700, China

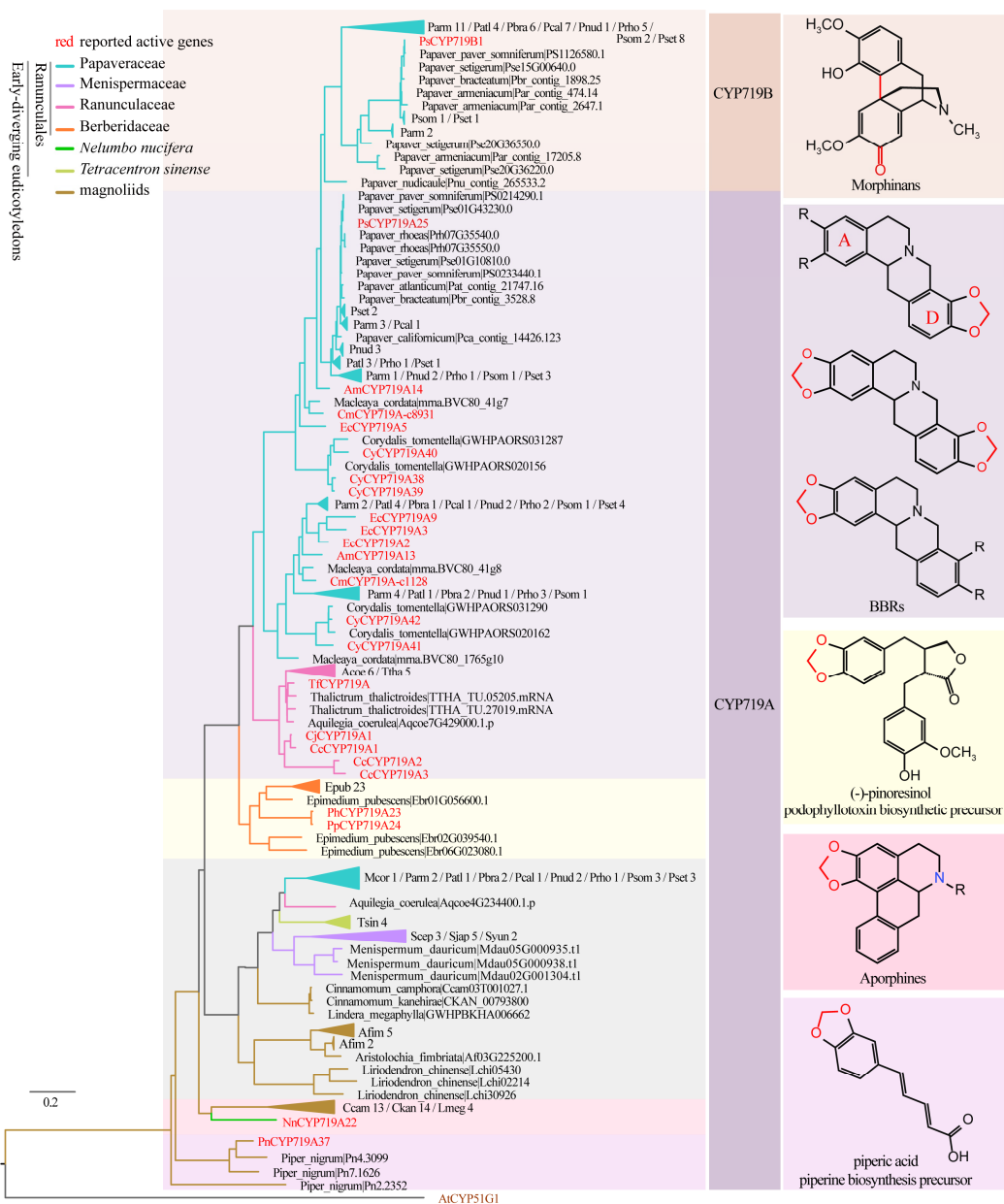
^g Institute of Herbgonomics, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China



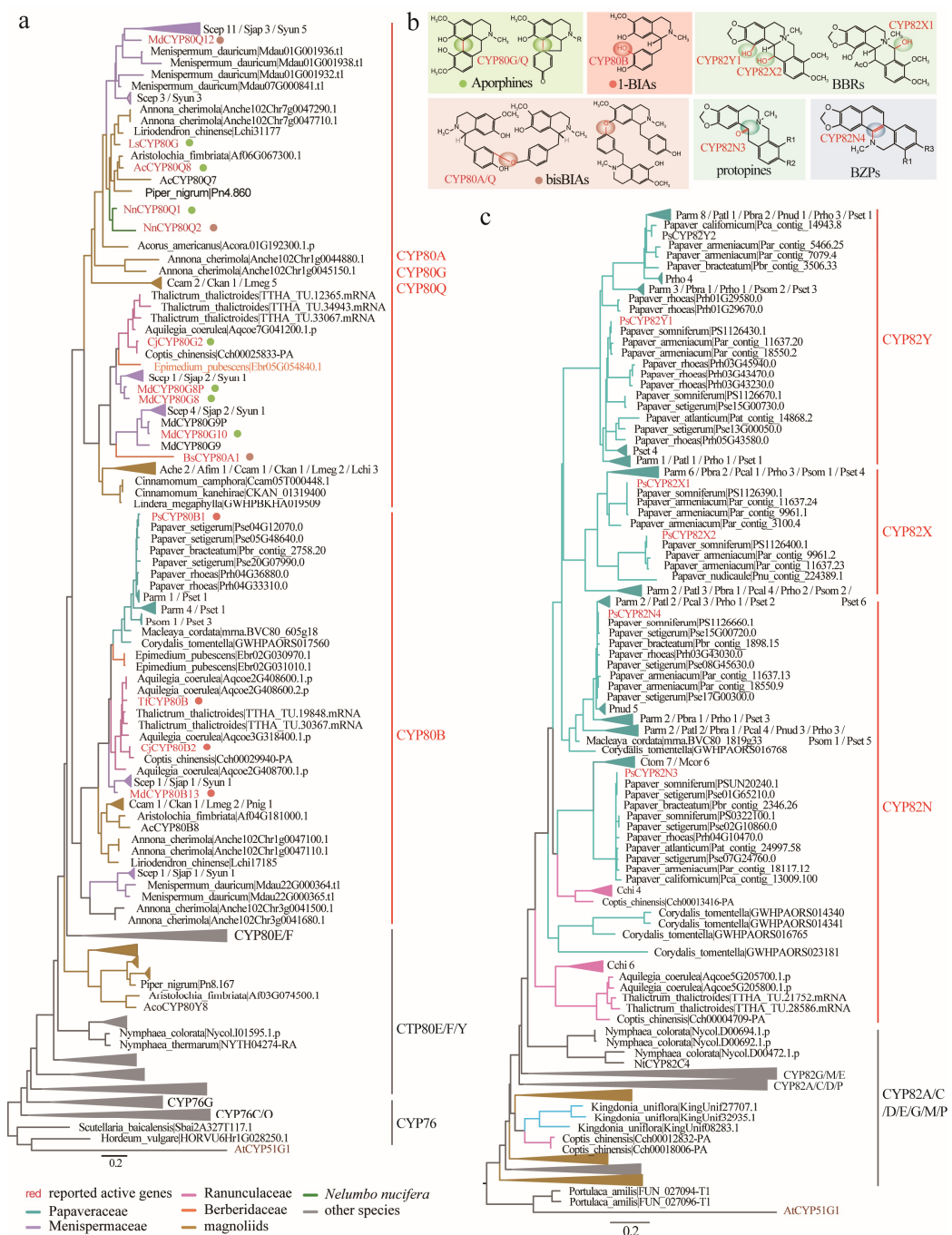
Supplementary Figure 1. The main classification and structure of BIAs. 1-benzylisoquinoline alkaloids (1-BIAs), bisbenzylisoquinoline alkaloids (bisBIAs), morphinan alkaloids (Morphinans), aporphine alkaloids (Aporphines), protoberberine alkaloids (BBRs), phthalideisoquinoline alkaloids (PQs), benzo[c]phenanthridine alkaloids (BZPs), protopine alkaloids (Protopines), and pavine alkaloids (Pavines).



Supplementary Figure 2. Phylogenetic relationships of the homologous genes of NCS from candidate 245 species. The species abbreviation consists of the first letter of the genus name and the first three letters of the species name, such as *Aquilegia coerulea* (Acoe), *Thalictrum thalichroides* (Ttha), *Coptis chinensis* (Cchi), and *Papaver setigerum* (Pset). Accession numbers are listed in Supplementary Table 4, and gene sequences of NCS are presented in Supplementary Table 6.



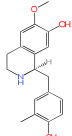




Supplementary Figure 3. Phylogenetic tree of CYP719 family members from candidate 245 species. Accession numbers are listed in Supplementary Table 4, and gene sequences of CYP719 are presented in Supplementary Table 7.



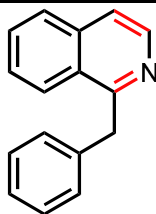
Supplementary Figure 4. Phylogenetic tree of CYP80 and CYP82 family homologous genes in 245 species, respectively. (a) Phylogenetic relationships of the homologous genes of CYP80A/B/G. (b) The CYP80A/B/G/Q subfamily and the CYP82N/X/Y subfamily are involved in various types of catalytic reactions. (c) Phylogenetic relationships of the homologous genes of CYP82X/Y/N. Accession numbers are listed in Supplementary Table 4, and homologous gene sequences of CYP80 and CYP82 are listed in Supplementary Tables 8 and 9, respectively.


Supplementary Table 1. The structural diversity and classifications of natural BIAs.

1-BIAs									
Name	2	6	7	8	9	12	13	14	15
norcoclaurine		OH	OH				OH		
armepavine	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃				OH	H	
coclaurine	H	OCH ₃	OH				OH	H	
laudanoline	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃				OCH ₃	OCH ₃	
laudanosine	CH ₃	OH	OH				OCH ₃	OCH ₃	
magnocurarine	(CH ₃) ₂	OH	OH				OH	H	
norjuziphine	H	H	OCH ₃	OH			OH	H	
reticuline	CH ₃	OCH ₃	OH				OCH ₃	OH	
reticuline <i>N</i> -oxide		OCH ₃	OH				OCH ₃	OH	
(1 <i>S</i>)-5'- <i>O</i> - <i>p</i> -Hydroxybenzoyl norreticuline	H	OCH ₃	OH				OCH ₃		
(+)- <i>N</i> -methylisococlaurine	CH ₃	OH	OCH ₃				OH	H	
(1' <i>S</i>)-12'-hydroxyl-linderegatine	H	OCH ₃	OH				OH	H	
(1 <i>R</i> , 1' <i>R</i>)-11,11'-biscoclaurine	H	OCH ₃	OH				OH	H	
(-)- <i>N</i> -methylcoclaurine	CH ₃	OCH ₃	OH				OH	H	
(+)-argenaxine	H	-O-O-					OCH ₃	OCH ₃	CH ₂ OH
(+)-higenamine (demethylcoclaurine)	H	OH	OH				OH	H	
(+)-laudanine	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃			OH	OCH ₃	OH	
juziphine	CH ₃		OCH ₃	OH			OH		
norreticuline	CH ₃	OCH ₃	OH				OCH ₃	OH	
magnococline			OCH ₃	OH			OCH ₃		
norarmepavine		OCH ₃	OCH ₃				OH		
<i>O,O</i> -dimethylcoclaurine		OCH ₃	OCH ₃				OCH ₃		
oblongine	(CH ₃) ₂		OCH ₃	OH			OH		
tembetarine	(CH ₃) ₂	OCH ₃	OH				OCH ₃	OH	
<i>O</i> -methylarmepavine	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃				OCH ₃		
<i>N,O</i> -dimethylcoclaurine	CH ₃	OCH ₃	OH				OCH ₃		
pseudolaudanine	CH ₃	OH	OCH ₃				OCH ₃	OCH ₃	

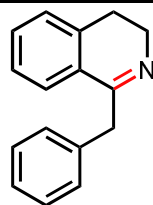
berbervirine	CH ₃	-O-O-		=O		OCH ₃	OCH ₃		
protosinomenine	CH ₃	OH	OCH ₃			OCH ₃	OH		
lotusine		OH	OCH ₃	(CH ₃) ₂			OH		

Type 2



Name	5	6	7	9	11	12	13	14	15
neoliticumonine	H	-O-O-					H	OH	
berbithine	H	-O-O-			OH	OCH ₃	OCH ₃	H	
araglaucine	H	-O-O-		=O	COOC H ₃	H		-O-O-	
papaverine		OCH ₃	OCH ₃				OCH ₃	OCH ₃	
fumaflorine	H	OCH ₃	OCH ₃	=O	COOH		-O-O-	H	
fumaflorine methyl ester	H	OCH ₃	OCH ₃	=O	COOH		-O-O-	H	
rugosinone		-O-O-		=O		OCH ₃	OCH ₃		OH

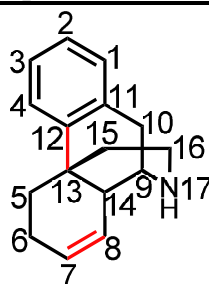
Type 3



Name	5	6	7	9	11	12	13	14
coptisine A	H	OCH ₃	OH	=O	OH	OCH ₃	OCH ₃	H
coptisine B	H	OCH ₃	OCH ₃	=O	OH		-O-O-	H
coptisine C	H		-O-O-	=O	OH		-O-O-	H
dihydrotaxilamine	H	OH	OH	=O	OH	OCH ₃	OCH ₃	H
dehydroreticuline	H	OCH ₃	OH			OH	OCH ₃	H

Morphinans

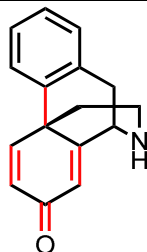
Type 1



Name	2	3	4	5	6	7	8	17
morphine		OH	-O-		OH			CH ₃
codeine		OCH ₃	-O-		OH			CH ₃
heroin		OCOCH ₃	-O-		OCOCH ₃			CH ₃
sinomenine		OCH ₃	OH		=O	OCH ₃		CH ₃
14-episinomenine		OCH ₃	OH		=O	OCH ₃		CH ₃
cephamuline		OCH ₃	OH		=O	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃

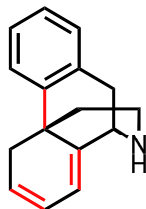
8-demethoxycephatonine	OH	OCH ₃		=O	OCH ₃		CH ₃
cephamonine		OCH ₃	OH	=O	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃
tannagine	OCH ₃	OCH ₃		=O	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃
8-demethoxyrunanine	OCH ₃	OCH ₃		=O	OCH ₃		CH ₃

Type 2



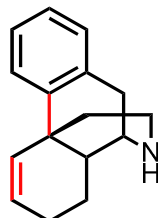
Name	2	3	4	5	6	7	8	17
sinoacutine		OCH ₃	OH		OCH ₃			CH ₃
salutaridine		OCH ₃	OH		OCH ₃			CH ₃
(-)- <i>O</i> -methylflavinatine	OMe	OMe	H		OMe			Me
sebiferine	OCH ₃	OCH ₃	H		OCH ₃			CH ₃
pallidine	OH	OCH ₃	H		OCH ₃			CH ₃
<i>O</i> -methylflavinantine	OCH ₃	OCH ₃	H		OCH ₃			CH ₃
flavinantine	OCH ₃	OH	H		OCH ₃			CH ₃
pallidine	OH	OCH ₃	H		OCH ₃			CH ₃

Type 3



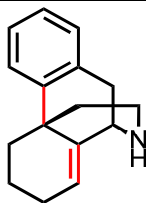
Name	1	3	4	5	6	8	10	17
thebaine		OCH ₃	-O-		OCH ₃			CH ₃
gindarudine	OCH ₃	OH	-O-		OH		OH	

Type 4



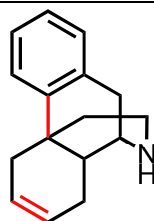
Name	3	4	5	6	7	8	10	17
milonine	OCH ₃	OH		OCH ₃	=O			CH ₃

Type 5



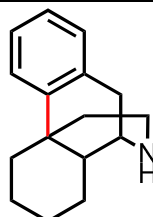
Name	3	4	5	6	7	8	10	17
FK-3000	OCH ₃	OH		CH ₃ COO	CH ₃ COO	OCH ₃		H
cephakicine	OCH ₃	OH		CH ₃ COO	CH ₃ COO	OCH ₃		CH ₃

Type 6



Name	3	4	5	6	7	8	10	17
cephasamine	OCH ₃	-O-		OCH ₃	OCH ₃	=O		CH ₃

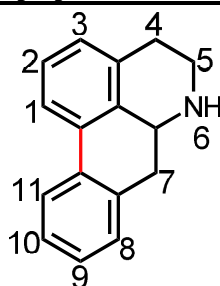
Type 7




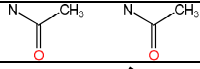
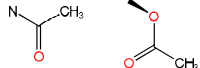




Name	3	4	5	6	7	8	10	17
7(<i>R</i>)-7,8-dihydrosinomenine	OCH ₃	OH		=O	OCH ₃			CH ₃





















Aporphines

Type 1



Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
anonaine		-O-O-				H			H	H	H
actinodaphnine		-O-O-				H			OH	OCH ₃	H
annonamine	OCH ₃	OH				(CH ₃) ₂			H	H	H
anolobine		-O-O-				H			OH	H	H
apomorphine	H	H				CH ₃			H	OH	OH
asimilobine	OCH ₃	OH				H			H	H	H
boldine	OCH ₃	OH				CH ₃			OH	OCH ₃	H
boldine <i>N</i> -oxide	OCH ₃	OH							OH	OCH ₃	H
(+)-bulbocapnine		-O-O-				CH ₃			H	OCH ₃	OH
(-)-caaverine	OH	OCH ₃				H			H	H	H
cassythine		-O-O-	OCH ₃			H			OH	OCH ₃	H
(+)-corydine	OH	OCH ₃				CH ₃			H	OCH ₃	OCH ₃
corytuberine	OH	OCH ₃				CH ₃			H	OCH ₃	OH
dicentrine		-O-O-				CH ₃			OH	OCH ₃	H
dicentrine- β - <i>N</i> -oxide		-O-O-							OCH ₃	OCH ₃	H
(<i>R</i>)-dihydroguatteriscine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			H	(CH ₃) ₂		H	H	H
glaucine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃			OCH ₃	OCH ₃	H
hernagine	OCH ₃	OCH ₃				H			H	OH	OCH ₃
(+)-isoboldine	OH	OCH ₃				CH ₃			OH	OCH ₃	H

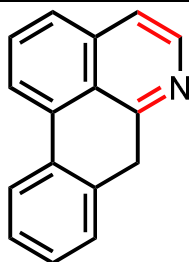
isocoridyne	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	H	OCH ₃	OH
isocorytuberine	OH	OCH ₃	CH ₃	H	OH	OCH ₃
isodomeesticine	OCH ₃	OH	CH ₃	-O-O-		H
laetanine	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OH	H
(+)-laurotetanine	OCH ₃	OCH ₃	H	OH	OCH ₃	H
laurolitsine	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	OH
magnoflorine	OH	OCH ₃	(CH ₃) ₂	H	OCH ₃	H
nantenine	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	-O-O-		H
neolitsine	-O-O-		CH ₃	-O-O-		H
<i>N</i> -cyanomethylnorboldine	OCH ₃	OH		OH	OCH ₃	H
<i>N,O</i> -diacetylnoroliveroline	-O-O-			H	H	H
<i>N,O</i> -diacetyl(-)-nornuciferidine	OCH ₃	OCH ₃		H	H	H
tinoscorside A	OCH ₃		OCH ₃	H	H	H
<i>N</i> -methylboldinium	OCH ₃	OH	(CH ₃) ₂	OH	OCH ₃	H
<i>N</i> -methylglaucinium	OCH ₃	OCH ₃	(CH ₃) ₂	OCH ₃	OCH ₃	H
<i>N</i> -methylhernagine	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	H	OH	OCH ₃
<i>N</i> -methylhernovine	OCH ₃	OH	CH ₃	H	OH	OCH ₃
<i>N</i> -methylisodomeesticine	OCH ₃	OH	(CH ₃) ₂	-O-O-		H
<i>N</i> -methyl-laurotetanine	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	OH	OCH ₃	H
<i>N</i> -methyl-laurotetanine <i>n</i> -oxide	OCH ₃	OCH ₃		OH	OCH ₃	H
<i>N</i> -methyl-lindcarpine	OCH ₃	OH	CH ₃	H	OCH ₃	OH
<i>N</i> -methyl nantenine	OCH ₃	OCH ₃	(CH ₃) ₂	-O-O-		H
<i>N</i> -methylpredicentrine	OCH ₃	OH	(CH ₃) ₂	OCH ₃	OCH ₃	H
(-)- <i>N</i> -methylasimilobine	OCH ₃	OH	CH ₃	H	H	H
<i>N</i> -methyl-1,2,10-trimethoxyaporphine	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	H	OCH ₃	H
<i>N</i> -nitrosoanonaine	-O-O-			H	H	H
<i>N</i> -nitrosoxylophine	-O-O-			OCH ₃	H	H
norboldine	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	H
(+)-norboldine	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	H
(<i>S</i>)-norcorydine	OH	OCH ₃	H	H	OCH ₃	OCH ₃
(+)-norglaucine	OCH ₃	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	H
(+)-norisocorydine	OCH ₃	OCH ₃	H	H	OCH ₃	OH
norisocorydine	OCH ₃	OCH ₃	H	H	OCH ₃	OH
nornuciferine	OCH ₃	OCH ₃	-	H	H	H
(+)-norocoxylonine	-O-O-		H	OH	OCH ₃	OCH ₃
noroliveroline	-O-O-		H	OH, H	H	H
norushinsunine	-O-O-		H	OH	H	H
nuciferine	-O-O-		CH ₃	H	H	H
oliveroline- β - <i>N</i> -oxide	-O-O-		CH ₃ , O	OH, H	H	H
<i>O</i> -methylbulbocapnine	-O-O-		CH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃
(-)- <i>O</i> -methylisopiline	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	H
roemerine	-O-O-		CH ₃	H	H	H
(<i>S</i>)-dicentrine	-O-O-		CH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H




semiimmersumine A	OCH ₃	OCH ₃					H	H	H
semiimmersumine B		-O-O-				OH	H	H	H
(<i>S</i>)-neolitsine		-O-O-			CH ₃	OH		-O-O-	H
(+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -acetylaaverine	OH	OCH ₃					H	H	H
(+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -butyrylaaverine	OH	OCH ₃					H	H	H
(+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -propionylaaverine	OH	OCH ₃					H	H	H
stephanine		-O-O-			CH ₃	OCH ₃	H	H	H
tavoyanine A	OCH ₃	OH					OH	OCH ₃	H
thaliadine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃			OCH ₃	H
tuduranine	OCH ₃	OCH ₃			H		H	OH	H
xanthoplanine	OCH ₃	OCH ₃			(CH ₃) ₂		OH	OCH ₃	H
2-hydroxy-1-methoxyaporphine	OCH ₃	OH			CH ₃		H	H	H
6a,7-dehydrofloripavidine	OCH ₃				CH ₃		H	H	H
6a <i>R</i> -2'-carboxyl-thaliadin	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃			OCH ₃	H
6a <i>R</i> -2'-methoxycarbonyl-thaliadin	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃			OCH ₃	H
6a <i>R</i> -3-methoxyhernandalinol	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃			OCH ₃	H
6a <i>S</i> -1,3,10-trimethoxy-natalamine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃			OCH ₃	H
(+)-(<i>6aR</i> , <i>7R</i>)- <i>N</i> -butyrylnorushinsunine		-O-O-	OH				H	H	H
(+)-(<i>6aR</i> , <i>7R</i> , <i>E</i>)- <i>N</i> -(but-2-enoyl)norushinsunine		-O-O-	OH				H	H	H
6 <i>R</i> , 6a <i>S</i> -corydine <i>N</i> -oxide	OH	OCH ₃					H	OCH ₃	OCH ₃
6 <i>R</i> ,6a <i>S</i> -isocorydine <i>N</i> -oxide	OH	OCH ₃					H	OCH ₃	OH
(+)-6 <i>S</i> -ocoteine <i>N</i> -oxide		-O-O-	OCH ₃				OCH ₃	OCH ₃	H
7-hydroxyguatteriopsicine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H		H	H	H
8-hydroxy-9-methoxy-1,2-methylenedioxyaporphine		-O-O-	OCH ₃		CH ₃	OH	OCH ₃	H	H
(+)-11-methoxynormeolistine crebanine		-O-O-			H			-O-O-	OCH ₃
<i>N</i> -methylasimilobine-2- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	OCH ₃				CH ₃		H	H	H
stesakine-9- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside		-O-O-			CH ₃	OCH ₃		H	H

ayuthianine	-O-O-			CH ₃	OH	OCH ₃	H	H	H
menisperine	OCH ₃	OCH ₃		(CH ₃) ₂			H	OCH ₃	OH
nantenine	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃				-O-O-	H
cassythicine	-O-O-			CH ₃			OCH ₃	OCH ₃	H
(-)- <i>O</i> -acetylsukhodianine	-O-O-			CH ₃	H, OAc	OCH ₃	OCH ₃	H	H
(-)-sukhodianine-bate- <i>N</i> -oxide	-O-O-			O, Me	H, OH	OMe	OMe	H	H
(-)-ushinsunine- β - <i>N</i> -oxide	-O-O-			O, Me	H, OH		H	H	H
(-)-stephadiolamine- β - <i>N</i> -oxide	-O-O-		H, OH	O, Me	H, OH		H	H	H
(+)-bulbocapnine- β - <i>N</i> -oxide	-O-O-			O, CH ₃			H	OCH ₃	OH
(<i>S</i>)-corytuberine	OH	OCH ₃		CH ₃			H	OCH ₃	OH
domesticine	OH	OCH ₃		CH ₃				-O-O-	H
(<i>S</i>)-isoboldine	OH	OCH ₃		CH ₃			OH	OCH ₃	H
isocorydine <i>N</i> -oxide	OCH ₃	OCH ₃		O, CH ₃			H	OCH ₃	OH
norisocorydine	OCH ₃	OCH ₃		H			H	OCH ₃	OH
norbracteoline	OH	OCH ₃		H			OCH ₃	OH	H
cataline	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃	OH		OCH ₃	OCH ₃	H
epiglaufidine	OH	OCH ₃	OH	CH ₃			H	OCH ₃	OCH ₃
glaufidine	OH	OCH ₃	OH	CH ₃			H	OCH ₃	OCH ₃
glaufine	OCH ₃	OH		CH ₃			H	OH	OH
norcorydine	OH	OCH ₃		H			H	OCH ₃	OCH ₃
<i>N</i> -methyl domesticine	OH	OCH ₃		(CH ₃) ₂				-O-O-	H
(<i>S</i>)-predicentrine	OCH ₃	OH		CH ₃			OCH ₃	OCH ₃	H
corydine <i>N</i> -oxide	OH	OCH ₃		O, CH ₃			H	OCH ₃	OCH ₃
norisoboldine	OH	OCH ₃					OH	OCH ₃	
hernandine	-O-O-		OCH ₃					OH	OCH ₃
hernangerine (nandigerine)	-O-O-							OH	OCH ₃
nordicentrine	-O-O-						OCH ₃	OCH ₃	
phanostenine	-O-O-			CH ₃			OCH ₃	OH	
cryptodorine	-O-O-							-O-O-	
ovigerine	-O-O-								-O-O-
launobine	-O-O-							OCH ₃	OH
ushinsunine	-O-O-			CH ₃	OH				
thalicsimidine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃			OCH ₃	OCH ₃	
3-hydroxynornuciferine	OCH ₃	OCH ₃	OH						
thaliporphine	OH	OCH ₃		CH ₃			OCH ₃	OCH ₃	
L-hernovine	OCH ₃	OH						OH	OCH ₃
hernandaline	OCH ₃	OCH ₃						-O-O-	
kachirachiranine	OCH ₃	OH		CHO					
<i>N</i> -acetylanonaine	-O-O-			CHO					
norstephalagine	-O-O-		OCH ₃						
<i>N</i> -acetylnornuciferine	OCH ₃	OCH ₃		CHO					
<i>N</i> -acetylanonaine	-O-O-			CHO					
pukateine	-O-O-			CH ₃					OH
obovanine	-O-O-								OH
puterine	-O-O-								OCH ₃
isopiline	OH	OCH ₃	OCH ₃						
<i>O</i> -methylliridinine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃					
fibrecisine	-O-O-			CH ₃		OH			
laurifoline	OH	OCH ₃		(CH ₃) ₂			OH	OCH ₃	
menisperine	OCH ₃	OCH ₃		(CH ₃) ₂				OCH ₃	OH

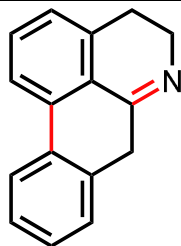
fuzitine	OCH ₃	OCH ₃		(CH ₃) ₂					OH	OH
roemrefidine		-O-O-			(CH ₃) ₂					
cissaglaberrimine		-O-O-	OH							

Type 2



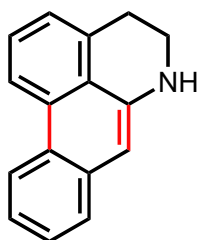
Name	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11
artacatinine C	OCH ₃	H		OCH ₃	OC H ₃	=O		H	H	H
guatterfriesidine		-O-O-	OCH ₃			(CH ₃) ₂		OH	H	H
kuafumine		-O-O-	OCH ₃			=O	OCH ₃	OCH ₃	H	H
liriodenine		-O-O-				=O		H	H	H
lysicamine	OCH ₃	OCH ₃				=O		H	H	H
oxoglaucine	OCH ₃	OCH ₃				=O		OCH ₃	OCH ₃	H
<i>O</i> -methylmoschatoline	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			=O		H	H	H
oxocrebanine		-O-O-				=O	OCH ₃	OCH ₃	H	H
oxophoebine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			=O			-O-O-	H
oxopurpureine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			=O		OCH ₃	OCH ₃	H
predicentrine		-O-O-				=O		OCH ₃	OCH ₃	H
sinofranine	OH	OCH ₃	OCH ₃			=O		OCH ₃	H	H
3-hydroxyhernandonine		-O-O-	OH			=O		H		-O-O-
3-methoxy-oxohernandaline	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			=O			OCH ₃	H
3-methoxy-2'-methoxycarbonyl-oxohernandalincin	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			=O			OCH ₃	H
8-hydroxy-1,4,5-trimethoxy-7-oxoaporphine	OCH ₃	H		OCH ₃	OC H ₃	=O	OH	H	H	H
dicentrinone		-O-O-				=O		OMe	OMe	H
Name	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11
<i>N</i> -methylliriodendronine	O	OH			CH ₃	=O		H	H	H
lanuginosine		-O-O-				=O		OCH ₃	H	H
oxonanthenine	OCH ₃	OCH ₃				=O			-O-O-	H
cassameridine		-O-O-				=O			-O-O-	H
oxostephanosine		-O-O-				=O	OH	H	H	H
glaunidine	OCH ₃	OCH ₃			CH ₃	=O		H	OCH ₃	OCH ₃
corunnine	OCH ₃	OCH ₃			CH ₃	=O		OCH ₃	OCH ₃	H
arosinine	O	OCH ₃				=O		H	OCH ₃	OH
glaunine	OCH ₃	OCH ₃				=O		H	OCH ₃	OH
isofiliformine		-O-O-	OCH ₃			=O		OH	OCH ₃	
hernandonine		-O-O-				=O				-O-O-
atherospermidine		-O-O-	OCH ₃			=O				
4-methoxyoxohernandaline	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃			=O			OCH ₃	

Types 3



Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
iso-9-methoxyguatterfriesine	OCH ₃	OH	OCH ₃				(CH ₃) ₂		OCH ₃	H
6,6a-dehydronorglaucine	OCH ₃	OCH ₃							OCH ₃	OCH ₃

Type 4

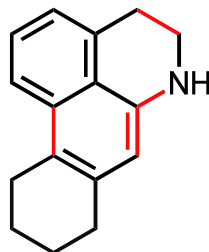


Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7-hydroxydehydronuciferine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃	OH			
7-methyldehydroglauicine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃
7-hydroxydehydroglauicine	OCH ₃	OCH ₃				OCH ₃	OH		OCH ₃	OCH ₃
6a,7-didehydroboldine	OCH ₃	OH				CH ₃			OH	OCH ₃
1,2,3-trimethoxy-4,5-dioxo-6a,7-dehydroaporphine	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	=O	=O					
1-hydroxy-2,3-dimethoxy-6-formyl-6a,7-dehydroaporphine	OH	OCH ₃	OCH ₃			CHO				
N-formyldehydrocaaverine	OH	OCH ₃				OCH				
dehydrodicentrine		-O-O-				CH ₃			OCH ₃	OCH ₃
dehydroliroferine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃			OCH ₃	OH
dehydronantenine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃			-O-O-	
didehydroglauicine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃			OCH ₃	OCH ₃
cepharadione B	OCH ₃	OCH ₃		=O	=O	CH ₃				
artabotrysine		-O-O-	OCH ₃							
bidebiline A		-O-O-				H			H	H
stephadione		-O-O-		=O	=O	CH ₃			-O-O-	
corydione	OCH ₃	OCH ₃		=O	=O	CH ₃			-O-O-	
pontevedrine	OCH ₃	OCH ₃		=O	=O	(CH ₃) ₂			OCH ₃	OCH ₃
dehydroglauicine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃			OCH ₃	OCH ₃



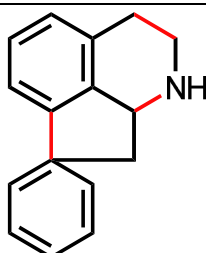
dihydropontevedrine	OCH ₃	OCH ₃		=O	OH	CH ₃			OCH ₃	OCH ₃
ouregidione	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	=O	=O					
dehydrocrebanine		-O-O-				CH ₃		OCH ₃	OCH ₃	
Name	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11
epimediphine	-O-	OCH ₃				CH ₃	OH		OCH ₃	-O-

Type 5



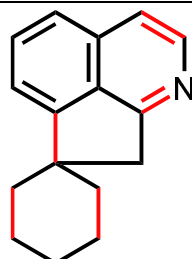
Name	1	2	6	4	5	6	7	8	10	11
artacinatine	OCH ₃	OCH ₃	CH ₃						OH	=O

Type 6



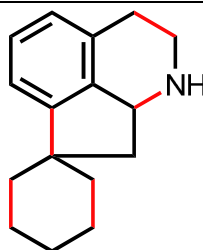
Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pronuciferine	OCH ₃	OCH ₃				CH ₃			H	=O
(+)-stepharine	OCH ₃	OCH ₃				H			=O	H
(+)- <i>N</i> -carboxamidostepharine	OCH ₃	OCH ₃				CONH ₂			=O	H
glaziovine	OH	OCH ₃				CH ₃			=O	

Type 7



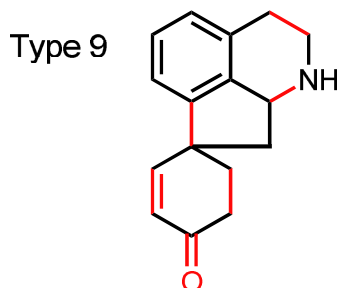
Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8, 9-dihydroprooxocryptochine	OH	OCH ₃					=O			OH

Type 8



Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
litsericinone		-O-O-				H				=O
8,9,11,12-tetrahydromecambrine		-O-O-				CH ₃				=O

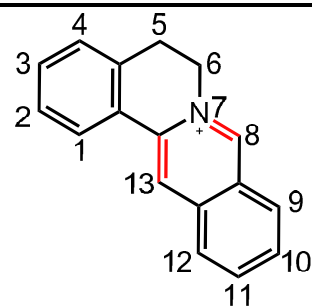
hexahydromecambrine	-O-O-	CH ₃	OH
A			



Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(-)- <i>O</i> -methylstepharinosine	OMe	OMe						H, OMe		=O
(-)-stepharinosine	OMe	OMe						H, OH		=O
(-)-11,12-dihydrostepharine	OMe	OMe								OH

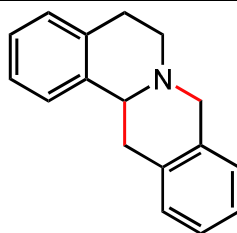
BBRs

Type 1



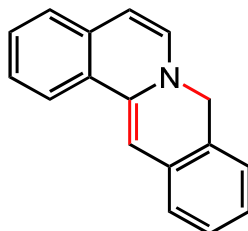
Name	1	2	3	7	9	10	11	12	13
berberine			-O-O-		OCH ₃	OCH ₃	H		
berberrubine			-O-O-		OH	OCH ₃	H		
columbamine		OH	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃	H		
coptisine			-O-O-			O-O-	H		
dehydrocorydaline		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃	H		CH ₃
epiberberine		OH	OH			-O-O-	H		
jatrorrhizine		OCH ₃	OH		OCH ₃	OCH ₃	H		
palmatine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃	H		
pseudodehydrocorydaline		OCH ₃	OCH ₃		H	OCH ₃	OCH ₃		CH ₃
5-hydroxy-coptisine			-O-O-			-O-O-	H	OH	
stepharanine		OH	OCH ₃		OCH ₃	OH	H		
dehydrocheilantifoline		OH	OMe			-O-O-	H		
11-hydroxypalmatine		OH	OH		OH	OH	OH		
dehydrocorydalmine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OH	H		
4- <i>O</i> -demethyljatrorrhizine		OH	OH		OCH ₃	OCH ₃	H		
(-)- <i>N</i> -methyltetrahydropalmatine			OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃		
corysamine			-O-O-			-O-O-			CH ₃
pseudocolumbamine		OH	OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃		
dehydrocorytenchine		OCH ₃	OCH ₃			OCH ₃	OH		
pseudopalmatine		OCH ₃	OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃		
dehydrodiscretine		OCH ₃	OH				OCH ₃	OCH ₃	

Type 2



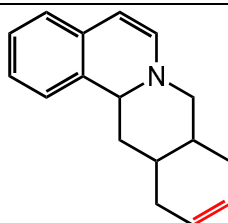
Name	1	2	3	7	9	10	11	12	13
(+)-corybulbine		OCH ₃	OH		OCH ₃	OCH ₃			CH ₃
(+)-corydaline		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃			
corypalmine (tetrahydrojatrorrhizine)		OCH ₃	OH		OCH ₃	OCH ₃			
isocorypalmine (tetrahydrocolumbamine)		OH	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃			
(+)-nandinine			-O-O-		OH	OCH ₃			
yuanhunine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OH			
(-)-tetrahydroberberine [(-)-canadine]			-O-O-		OCH ₃	OCH ₃			
ccorydalmine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OH			
tetrahydropalmatine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃			
<i>N</i> -methylcorydalmine		OCH ₃	OCH ₃	CH ₃	OCH ₃	OH			
capaurine	OH	OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃			
stepholidine		OH	OCH ₃		OCH ₃	OH			
stylopine(tetrahydrocopsin e)			-O-O-			-O-O-			
phellodendrine (<i>N</i> - methyltetrahydroberberine)		OH	OCH ₃		H	OCH ₃	OH		
<i>N</i> -methyl canadine			-O-O-	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃			
scoulerine (discretamine)		OH	OCH ₃		OH	OCH ₃			
β - <i>N</i> - methylisocorypalminium		OH	OCH ₃	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃			
corytenchine		OCH ₃	OCH ₃			OCH ₃	OH		
isocoreximine		OCH ₃	OH			OCH ₃	OH		
tetrahydropalmatrubine		OCH ₃	OCH ₃		OH	OCH ₃			
pessoine		OH	OCH ₃			OH	OH		
spinosine		OCH ₃	OCH ₃			OH	OH		
sinactine		OCH ₃	OCH ₃			-O-O-			
10-demethylxylopinine		OMe	OMe		OH	OMe			
rotundine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃			
govanine		OH	OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃		
discretine		OCH ₃	OH			OCH ₃	OCH ₃		
xylopinine		OCH ₃	OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃		
cyclanoline		OH	OCH ₃	CH ₃	OH	OCH ₃			
cheilanthifoline		OCH ₃	OH			-O-O-			

Type 3



Name	1	2	3	7	9	10	11	12	13
oxoberberine		OCH ₃	OCH ₃		OCH ₃	OCH ₃			

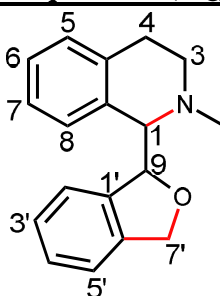
Type 4



Name	1	2	3	7	9	10	11	12	13
alangiifoliumines A/B		OH	OCH ₃						

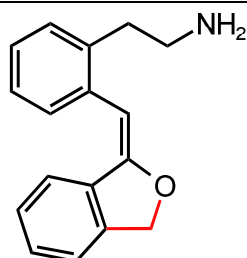
Phthalideisoquinoline (PQ)

Type 1

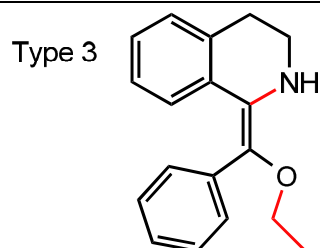


Name	2	6	7	8	2'	3'	4'	5'	6'	7'
noscapine	CH ₃	-O-O-		OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃		=O
corybensines A	CH ₃	-O-O-					-O-O-			OC ₂ H ₅
corybensines B	CH ₃	-O-O-					-O-O-			
(+)-corlumidine	CH ₃	OCH ₃	OH				-O-O-			=O
(+)-adlumine	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃				-O-O-			=O
capnoidine (adlumidine)	CH ₃	-O-O-					-O-O-			
hydrastine	CH ₃	-O-O-					OCH ₃	OCH ₃		=O
corledine	CH ₃	OH	OCH ₃				-O-O-			=O
corlumine	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃				-O-O-			=O
egenine	CH ₃	-O-O-					-O-O-			OH
(-)-narcotoline	CH ₃	-O-O-		OH			OCH ₃	OCH ₃		OH

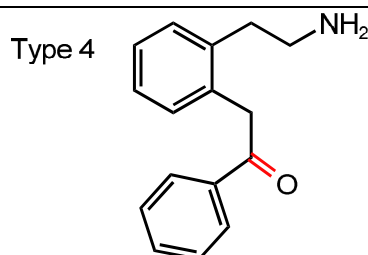
Type 2



Name	2	6	7	8	2'	3'	4'	5'	6'	7'
<i>N</i> - methylhydrastine	(CH ₃) ₂	-O-O-					OCH ₃	OCH ₃		=O



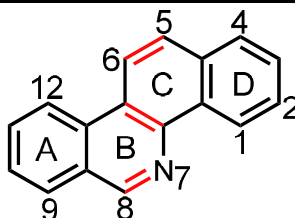
Name	2	6	7	8	2'	3'	4'	5'	6'	7'
papaveroxidine	CH ₃	-O-O-		OCH ₃	COO H	OCH ₃	OCH ₃			=O



Name	2	6	7	8	2'	3'	4'	5'	6'	7'
adlumidiceine	(CH ₃) ₂	-O-O-						-O-O-	COOH	
adlumiceine	(CH ₃) ₂	OCH ₃	OCH ₃					-O-O-	COOH	
narceine	(CH ₃) ₂	-O-O-					OCH ₃	OCH ₃	COOH	
normarceine	CH ₃ , H	-O-O-					OCH ₃	OCH ₃	COOH	

BZPs

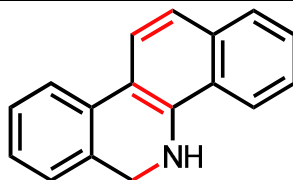
Type 1



Name	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12
sanguinarine	-O-O-				CH ₃			-O-O-		
pancorine	-O-O-				-	OCH ₃		-O-O-		
6-acetyldihydrochelerythrine	-O-O-				CH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		
chelerythrine	-O-O-				CH ₃		OCH ₃	OCH ₃		
fargaridine	-O-O-				CH ₃		OCH ₃	OH		
zanthoxyline	-O-O-				-			H	OH	OMe
O-methylzanthoxyline	-O-O-				-			H	OMe	OMe
rhoifoline B	-O-O-				-	OMe		OMe	OMe	
N-nornitidine	-O-O-				-			OMe	OMe	
nitidine	-O-O-				CH ₃			OMe	OMe	
isodecarine	-O-O-				-		OH	OCH ₃		
norchelerythrine	-O-O-				-		OCH ₃	OCH ₃		
decarine	-O-O-				-		OCH ₃	OH		
8-hydroxy-9-methoxy-2,3-(methylenedioxy)benzo[c]phenanthridine	-O-O-				-			OH	OCH ₃	
sanguinarine	-O-O-				CH ₃			-O-O-		H
chelilutine	-O-O-				CH ₃			-O-O-		
chelirubine	-O-O-				CH ₃			-O-O-		OCH ₃

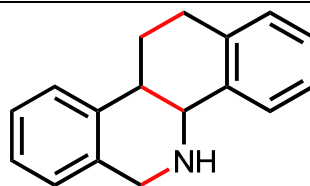
norsanguinarine	-O-O-		-		-O-O-	
oxychelirubine	-O-O-		CH ₃	=O	-O-O-	OCH ₃
macarpine	-O-O-		OCH 3	CH ₃	-O-O-	OCH ₃

Type 2



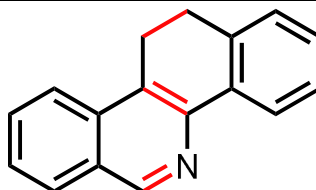
Name	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12
angoline	-O-O-				CH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃		
oxynitidine	-O-O-				CH ₃	=O	H	OCH ₃	OCH ₃	
(±)-6-acetyldihydrosanguinarine	-O-O-				CH ₃			-O-O-		
2'-(5, 6-dihydrochleletrythrine-6-yl) ethyl acetate	-O-O-				CH ₃		OMe	OMe		
6-acetyldihydrochelerythrine	-O-O-				CH ₃		OMe	OMe		
6β-hydroxymethyldihydronitidine	-O-O-				CH ₃		H	OMe	OMe	
bocconoline	-O-O-				CH ₃		OMe	OMe		
8-demethoxychelerythrine	-O-O-				CH ₃	=O	OCH ₃	OH		
oxychelerythrine	-O-O-				CH ₃	=O	OCH ₃	OCH ₃		
dihydrocherythrinylacetaldehyde	-O-O-				CH ₃		OCH ₃	OCH ₃		
6-hydroxydihydrochelerythrine	-O-O-				CH ₃	H, OH	OCH ₃	OCH ₃		
6-methoxy-7-hydroxydihydrochelerythrine	-O-O-				CH ₃		OCH ₃	OCH ₃		
dihydrosanguinarine	-O-O-				H, CH ₃	H		-O-O-		
dihydrochelerythrine	OCH ₃	OCH ₃			H, CH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃		
oxysanguinarine	-O-O-				H, CH ₃	=O		-O-O-		
6-acetylsanguinarine	-O-O-				H, CH ₃			-O-O-		
oxosanguinarine	-O-O-				=O	CH ₃		-O-O-		
(ξ)-8-acetyldihydrosanguinarine	-O-O-				CH ₃			-O-O-		
dihydrochelerythrinyl-8-acetaldehyde	-O-O-				CH ₃		OCH ₃	OCH ₃		
8-Iminosanguinarine	-O-O-				CH ₃	=NH		-O-O-		
dihydrochelerythrine	-O-O-				OCH 3		OCH ₃	OCH ₃		

Type 3



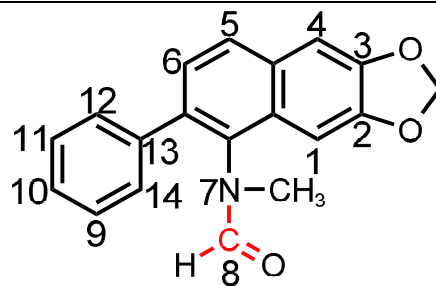
Name	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12
chelidonine	-O-O-			OH				-O-O-		
(-)-norchelidonine	-O-O-							-O-O-		
homochelidonine	-O-O-			OH						

Type 4



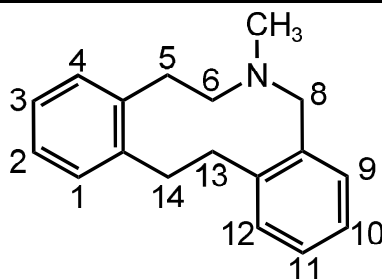
Name	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12
(R)-luguine	-O-O-			OH				-O-O-	H	H

Type 5



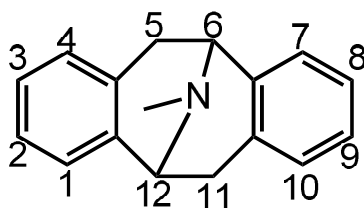
Name	2	3	5	6	7	8	9	10	11	14
arnottianamide							OCH ₃	OCH ₃	H	OH

Protopines



Name	1	2	3	9	10	11	12	13	14
protopine		-O-O-			-O-O-				=O
allocryptopine		-O-O-		OCH ₃	OCH ₃				=O
argemexicaine A		-O-O-					-O-O-		=O
argemexicaine B	OCH ₃	OCH ₃			-O-O-				=O
cryptopine		OCH ₃	OCH ₃		-O-O-				=O
glauciumoline		-O-O-		OCH ₃	OCH ₃			-O-	
fagarine I		-O-O-		OCH ₃	OCH ₃				=O
muramine		OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃				=O
coulteropine	OCH ₃	-O-O-			-O-O-				=O
dihydroprotopine		-O-O-			-O-O-				OH
pseudoprotopine		-O-O-				-O-O-			=O
constrictosine			OH		OH				=O

Pavines



Name	1	2	3	4	7	8	9
argemonine		OCH ₃	OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃
eschscholtzidine			-O-O-			OCH ₃	OCH ₃
thalimonine		OCH ₃		-O-O-		OCH ₃	OCH ₃
crychine			-O-O-				-O-O-
caryachine			-O-O-			OH	OCH ₃
neocaryachine			-O-O-		OH	OCH ₃	
bisnorargemonine		OH	OCH ₃			OCH ₃	OH
(-)-2- demethylthalimonine		OH		-O-O-		OCH ₃	OCH ₃
(-)-9- demethylthalimonine		OCH ₃		-O-O-		OCH ₃	OH
thalimonine		OCH ₃		-O-O-		OCH ₃	OCH ₃
norargemonine		OH	OCH ₃			OCH ₃	OCH ₃
munitagine	OH	OCH ₃				OH	OCH ₃
platycerine	OH	OCH ₃				OCH ₃	OCH ₃

Supplementary Table 2. The distribution of BIAs in plants.

order	family	genus	species	distribution	BIAs	references
Piperales	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i>	<i>Aristolochia constricta</i>	aerial parts	BBRs: (-)-8â-(4'-hydroxybenzyl)-2,3-dimethoxyberbin Protopines: 3,10-dihydroxy- <i>N</i> -demethyl-4, 8-didehydroprotopine, constrictosine, 3- <i>O</i> -methylconstrictosine, 5,6-dihydroconstrictosine	1 , 2
			<i>Aristolochia debilis</i>	stems	Aporphines: magnoflorine	3
			<i>Aristolochia lagesiana</i>	leaves	Aporphines: (+)-isocorydine, (+)-norisocorydine, (+)-corydine Na-oxide, (+)-corydine	4
Piperales	Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Piper erecticaule</i>	aerial parts	Aporphines: aristolactam AII, aristolactam BII, piperolactam A, piperolactam C, piperolactam D	5
			<i>Piper methysticum</i>	roots	Aporphines: cepharadione A	6
			<i>Piper puberulum</i>	stems, leaves	Aporphines: puberulumine G	7
			<i>Piper nigrum</i>	roots	Aporphines: cepharadione A, piperolactam D	8
			<i>Piper semimmersum</i>	aerial parts	Aporphines: semiimmersumine A, semiimmersumine B, liriodenine	9
Laurales	Lauraceae	<i>Alseodaphne</i>	<i>Alseodaphne corneri</i>	leaves, barks	bisBIAs: (-)-gyrolidine, (+)- <i>O</i> -methyllimacusine, (+)-2-norobaberine, norstephasubine, (+)-stephasubine Aporphines: (+)-laurotetanine, isocorydine, norisocorydine	10 , 11
			<i>Alseodaphne perakensis</i>	barks	Aporphines: <i>N</i> -cyanomethylnorboldine, <i>N</i> -methylaurotetanine, norboldine	12
	Lauraceae	<i>Cassytha</i>	<i>Cassytha filiformis</i>	aerial parts, whole herbs	Morphinans: (-)- <i>O</i> -methylflavinatine, (-)-salutaridine Aporphines: neolitsine, dicentrine, cassythine (cassyfiline), actinodaphnine, isofiliformine	13 , 14
	Lauraceae	<i>Cinnamomum</i>	<i>Cinnamomum mollissimum</i>	barks	Aporphines: <i>N</i> -methyl-1,2,10-trimethoxyaporphine, <i>N</i> -methylhernagine, <i>N</i> -methylhernovine, hernagine, hernovine	15
	Lauraceae	<i>Cryptocarya</i>	<i>Cryptocarya chinensis</i>	leaves	Pavines: (-)-crychine, (-)-caryachine, (+)- <i>O</i> -methylcaryachine, neocaryachine	16
			<i>Cryptocarya densiflora</i> (<i>Cryptocarya laevigata</i>)	leaves, stem barks	1-BIAs: reticuline Aporphines: (+)-laurotetanine, (+)-nornantenine, (+)- <i>N</i> -methylaurotetanine	17 , 18

		<i>Cryptocarya griffithiana</i>	barks	Pavines: crychine, (-)-isocaryachine, (-)-neocaryachine	19
		(<i>Cryptocarya infectoria</i>)		1-BIAs: reticuline, (+)- <i>N</i> -methylisococlaurine	
		<i>Cryptocarya wrayi</i>	twigs	Aporphines: (+)-laurotetanine	20
Lauraceae	<i>Dehaasia</i>	<i>Dehaasia longipedicellata</i>	barks	Pavines: (-)-12hydroxyescholtzidine	21
				1-BIAs: reticuline	
				bisBIAs: (-)- <i>O</i> - <i>O</i> -dimethylgrisabine	
				Morphinans: (+)-sebiferine, (-)-milonine	
				Aporphines: boldine, (-)-norboldine	
Lauraceae	<i>Lindera</i>	<i>Lindera aggregata</i>	roots	1-BIAs: (1 <i>R</i> , 1' <i>R</i>)-11,11'-biscoclaurine, (1 <i>S</i>)-5'- <i>O</i> - <i>p</i> -hydroxybenzoyl norreticuline, norjuziphine, reticuline, reticuline <i>N</i> -oxide	22
				bisBIAs: (1' <i>S</i>)-12'-hydroxyl-linderegatine, (1 <i>R</i> , 1' <i>R</i>)-11,11'-biscoclaurine, costaricine, linderegatine, lindoldhamine	
				Aporphines: <i>N</i> -methylaurotetanine, laurotetanine, actinodaphnine, isoboldine, laurilitsine, norisoboldine, boldine, boldine <i>N</i> -oxide, <i>N</i> -methylaurotetanine <i>N</i> -oxide	
		<i>Lindera angustifolia</i>	roots	1-BIAs: reticuline, magnocurarine	23
				Aporphines: laurotetanine, <i>N</i> -methylaurotetanine, boldine, norboldine, <i>N</i> -ethoxycarbonyllaurotetanine	
		<i>Lindera chunii</i>	roots	Aporphines: hernandine, hernangerine, hernandonine, norboldine, 7-oxohernangerine, 7-oxohernagine, ocokryptine, <i>N</i> -methylhernangerine, laurilitsine	24
		<i>Lindera fragrans</i>	leaves	Aporphines: nordicentrine, phanostenine, cryptodorine, neolitsine, anolobine	25
		<i>Lindera megaphylla</i>	roots	Aporphines: <i>d</i> -dicentrine	26
		<i>Lindera myrrha</i>	roots	Aporphines: laurilitsine, corydine, hernandine, ovigerine, hernangerine (nandigerine)	27
		<i>Lindera pulcherrima</i>	roots	Aporphines: launobine, nantenine, dehydronantenine	28
Lauraceae	<i>Litsea</i>	<i>Litsea cubeba</i>	roots, rhizomes,	1-BIAs: reticuline, (-)- <i>N</i> -methoxycarbonyl-norjuziphine	29, 30
			leaves	Aporphines: (+)-norboldine, (+)-boldine, (+)-isoboldine, (+)-laurotetanine, (+)- <i>N</i> -methylaurotetanine	
		<i>Litsea fruticosa</i>	leaves	Aporphines: boldine, laurilitsine, actinodaphnine, ushinsunine, norisocorydine	31

Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>Litsea glutinosa</i>	barks, leaves, twigs, roots	Aporphines: laurolitsine, boldine, litseglutine A, litseglutine B, boldine, laurolitsine, litsine A	32 , 33
		<i>Litsea lancifolia</i>	barks	1-BIAs: reticuline bisBIAs: lancifoliaine Morphinans: pallidine Aporphines: actinodaphnine, cassythicine, boldine, norboldine	34
		<i>Litsea wightiana</i>	stems	Aporphines: glaucine, boldine, norboldine, isoboldine, norcorydine, laurotetanine	35
		<i>Ocotea acutifolia</i>	leaves, trunk barks	Aporphines: (+)-6 <i>S</i> -ocoteine <i>N</i> -oxide, (+)-norocoxylonine, (+)-thalicsimidine, (+)-neolitsine, (+)- <i>O</i> -methylcassyfiline Morphinans: (+)-pallidine 1-BIAs: (+)-reticuline	36
		<i>Ocotea caudata</i>	leaves	Morphinans: (+)-pallidine Aporphines: (+)-3-hydroxynornuciferine, (+)-3-methoxynordomesticine, (+)-isoboldine, (+)-boldine 1-BIAs: 6 <i>aR</i> -(-)-reticuline, 6 <i>aR</i> -(-)-coclaurine Aporphines: 6 <i>aR</i> -(-)-isoboldine, 6 <i>aS</i> ,7 <i>S</i> -(-)-diospirifoline	37
		<i>Ocotea diospyrifolia</i>	leaves, barks	1-BIAs: 6 <i>aR</i> -(-)-reticuline, 6 <i>aR</i> -(-)-coclaurine Aporphines: 6 <i>aR</i> -(-)-isoboldine, 6 <i>aS</i> ,7 <i>S</i> -(-)-diospirifoline	38
		<i>Ocotea duckei</i>	leaves	1-BIAs: reticuline	39
		<i>Ocotea leucoxydon</i>	-	Aporphines: dicentrinone, dicentrinone BZPs: nitidine	40
		<i>Ocotea macrophylla</i>	woods	Aporphines: (<i>S</i>)-3-methoxy-nordomesticine, (<i>S</i>)- <i>N</i> -ethoxycarbonyl-3-methoxy-nordomesticine, (<i>S</i>)- <i>N</i> -formyl-3-methoxy-nordomesticine, (<i>S</i>)- <i>N</i> -methoxycarbonyl-3-methoxy-nordomesticine 1-BIAs: magnocurarine, <i>N</i> -methylhigenamine	41
		<i>Ocotea paranapiacabensis</i>	leaves	1-BIAs: magnocurarine, <i>N</i> -methylhigenamine	42
		<i>Ocotea puberula</i>	leaves, barks	Aporphines: dicentrine- β - <i>N</i> -oxide, dehydrodicentrine, predicentrine, <i>N</i> -methylaurotetanine, cassythicine, dicentrine	43
		<i>Ocotea spixiana</i>	twigs	1-BIAs: reticuline, magnocurarine, armepavine, coclaurine Aporphines: boldine, corytuberine, <i>N</i> -methyl	44

				predicentrine, xanthoplanine, glaucine, <i>N</i> -methyl boldine, predicentrine, isocoridyne, <i>N</i> -methyl glaucine, <i>N</i> -methyl isodomeesticine, nantenine, isodomeesticine, <i>N</i> -methyl nantenine,	
		<i>Ocotea vellosiana</i>	fruits	1-BIAs: (+)-reticuline	45
Lauraceae	<i>Phoebe</i>	<i>Phoebe grandis</i>	leaves	Aporphines: glaucine, corydine, (+)-isocorydine	46
		<i>Phoebe tavoyana</i>	leaves	Aporphines: lysicamine, litsericinone, 8,9,11,12-tetrahydromecambrine, hexahydromecambrine A	47
				Morphinans: sebiferine	
Lauraceae	<i>Dehaasia</i>	<i>Dehaasia longipedicellata</i>	barks	Aporphines: tavoyanine A, laetanine, roemerine, laurohitsine, boldine	48
				1-BIAs: (-)-reticuline	
				bisBIAs: (-)- <i>O</i> -dimethylgrisabine	
				Morphinans: (+)-sebiferine, (-)-milonine	
Lauraceae	<i>Neolitsea</i>	<i>Neolitsea aurata</i>	barks, woods	Aporphines: (-)-boldine, (-)-norboldine	49
		<i>Neolitsea aciculata</i>	roots	Aporphines: laurohitsine, 10- <i>O</i> -methylhernovine, nandigerine, ovigerine, <i>N</i> -methyllovigerine, lindcarpine	50
		<i>Neolitsea acuminatissima</i>	stem barks, barks	1-BIAs: (+)-reticuline	50
				Aporphines: laurotetanine, <i>N</i> -methyl laurotetanine	
				1-BIAs: (+)-reticuline, neolitacumonine	
				Morphinans: (+)- <i>O</i> -methylflavinantine	
				Aporphines: (+)-boldine, laurotetanine, (+)-isoboldine, (+)-actinodaphnine, <i>N</i> -methylactinodaphnine, (-)-anonaine, (-)-thalicsimidine, (+)-cassythine, oxoglaucine, liriodenine, (-)-norushinsunine	50
		<i>Neolitsea buisanensis</i>	woods	Aporphines: laurohitsine, litsericine	50
		<i>Neolitsea dealbata</i>	barks	1-BIAs: (1 <i>S</i>)-norjuziphine, (1 <i>S</i>)-juziphine	50
				Aporphines: (+)-boldine, (+)-actinodaphnine, (6 <i>aR</i>)-roemerine, (6 <i>S</i> ,6 <i>aR</i>)-roemerine Na	
				-oxide, (6 <i>R</i> ,6 <i>aR</i>)-roemerine Nb	
				-oxide, (6 <i>aR</i>)-normecambriline	
		<i>Neolitsea fuscata</i>	stem barks	Aporphines: (+)-isoboldine	50
		<i>Neolitsea konishii</i>	barks, stem woods, stem barks	1-BIAs: (+)-reticuline	50
				Morphinans: pallidine	
				Aporphines: (+)-boldine, thaliporphine, <i>N</i> -	

				methyllaurotetanine, laurotetanine, (-)-nornuciferine, lauroitsine, (+)-isoboldine, (+)-actinodaphnine, (+)-corytuberine, corydine, stepharine, glaziovine	
		<i>Neolitsea parvigemma</i>	stems	Aporphines: glaucine, (+)-actinodaphnine, <i>N</i> -methylactinodaphnine, oxoglucaine, (-)-roemerine	50
		<i>Neolitsea pulchella</i>	leaves	Aporphines: neolitsine	50
		<i>Neolitsea pubescens</i>	barks	Aporphines: (+)-boldine, <i>N</i> -methyllaurotetanine, lauroitsine, (-)-roemerine	50
		<i>Neolitsea sericea</i>	stem woods, leaves,	1-BIAs: (1 <i>S</i> ,2 <i>S</i>)-reticuline <i>N</i> _α -oxide, (1 <i>S</i> ,2 <i>R</i>)-reticuline <i>N</i> _β -oxide, (1 <i>R</i> ,2 <i>R</i>)-juziphine <i>N</i> _β -oxide, (+)-reticuline Morphinans: (9 <i>S</i> ,17 <i>S</i>)-pallidine <i>N</i> _α -oxide Aporphines: (+)-boldine, laurotetanine, lauroitsine, (+)-isoboldine, (+)-actinodaphnine, (+)-corytuberine, (+)-norisocorydine, (6 <i>R</i> ,6 <i>aS</i>)-boldine <i>N</i> _β -oxide, (6 <i>S</i> ,6 <i>aS</i>)- <i>N</i> -methyllaurotetanine <i>N</i> _α -oxide, (6 <i>R</i> ,6 <i>aS</i>)- <i>N</i> -methyllaurotetanine <i>N</i> _β -oxide	50
		<i>Neolitsea variabilima</i>	barks	Aporphines: 1 _L -hernovine, 1 _L - <i>N</i> -methylhernovine, 1 _L -nandigerine	50
Hernandiaceae	<i>Hernandia</i>	<i>Hernandia cordigera</i>	stem barks	1-BIAs: (+)-reticuline Aporphines: isocorydine, norisocorydine	51
		<i>Hernandia nymphaeifolia</i>	root woods, trunk barks, roots	1-BIAs: (+)-reticuline bisBIAs: thalicarpine Aporphines: 3-hydroxyhernandonine, (+)- <i>N</i> -hydroxyhernangerine, <i>N</i> -formyldehydroovigerine, (+)-magnoflorine, (+)-hernovine, (+)- <i>N</i> -methylhernovine, (+)-laurotetanine, hernandonine	52-54
		<i>Hernandia sonora</i>	trunk barks, stem barks	bisBIAs: (+)-malekulatine Aporphines: ovigerine, hernangerine, corytuberine, hernandonine, stepharine, oxonantenine, laurotetanine, nornantenine	55, 56
		<i>Hernandia voyronii</i>	stem barks	1-BIAs: (5)-reticuline, laudanosine bisBIAs: herveline A, herveline B, herveline C, herveline D Morphinans: ocobotrine, pallidine	57

Hernandiaceae	<i>Illigera</i>	<i>Illigera aromatica</i>	aerial parts	Aporphines: laetanine, lindcarpine, norpredicentrine, norisocorydine	58	
		<i>Illigera grandiflora</i>	roots	Aporphines: laurodionine B, illigerine A, <i>N</i> -formyl-lauroilsine	59	
		<i>Illigera luzonensis</i>	roots, stems	Aporphines: actinodaphnine, <i>N</i> -methylaurotetanine, boldine, lindcarpine, (+)-norbaldine	60, 61	
Monimiaceae	<i>Peumus</i>	<i>Illigera paviflora</i>	roots	Aporphines: (+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -butyrylcaaverine, (+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -propionylcaaverine, (+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -acetylcaaverine, (+)-(<i>S</i>)- <i>N</i> -acetylcaaverine, (+)-(6 <i>aR</i> ,7 <i>R</i> , <i>E</i>)- <i>N</i> -(but-2-enoyl)norushinsunine, <i>N</i> -formyldehydrocaaverine, illigeluzine A, illigeluzine B	62	
		<i>Peumus boldus</i>	leaves, barks	Aporphines: stephanine 1-BIAs: reticuline, coclaurine, laudanosine, laudanosoline	63	
Siparunaceae	<i>Siparuna</i>	<i>Siparuna apiosyce</i>	leaves	Aporphines: boldine, glaucine, isoboldine, bulbocapnine, anonaïne, apomorphine, <i>N</i> -methylglaucinium, <i>N</i> -methylboldinium, 6 <i>a</i> ,7-didehydroboldine	64	
		<i>Siparuna pachyantha</i>	leaves	1-BIAs: reticuline		
		<i>Siparuna guianensis</i>	leaves	Aporphines: liriodenine Aporphines: (+)-corydine, (-)-roemerine, liriodenine	65	
		<i>Siparuna poeppigii</i>	leaves	Aporphines: (+)-bulbocapnine, (+)- <i>N</i> -methylindcarpine, (+)-actinodaphnine, liriodenine, (+)-11-methoxynormoelistine	65	
		<i>Siparuna decipiens</i>	leaves	Aporphines: lysicamine, (-)- <i>O</i> -methylisopiline, norruciferine, liriodenine	65	
Magnoliales	Magnoliaceae	<i>Michelia</i>	<i>Michelia compressa</i> var. <i>lanyuensis</i>	leaves	Aporphines: boldine, norruciferine	66
	Magnoliaceae	<i>Magnolia</i>	<i>Magnolia coriacea</i>	twigs, leaves	Aporphines: (+)-glaucine <i>N</i> -oxide, <i>N</i> -methyl glaucine acetate, magnoflorine, pontevedrine, <i>O</i> -methylatheroline, 7-hydroxydehydroglaucin	67
			<i>Magnolia denudata</i>	-	1-BIAs: magnocurarine Aporphines: asimilobine, liriodenine, magnoflorine	68

		<i>Magnolia fuscata/ Michelia figo</i>	leaves	bisBIAs: magnolamine	69
		<i>Magnolia grandiflora</i>	leaves	Aporphines: magnoflorine, lanuginosine, liriodenine, anonaine	70
		<i>Magnolia kachirachirai</i>	root barks	Aporphines: kachirachiranine	71
		<i>Houpoea officinalis/ Magnolia officinalis</i>	barks	Aporphines: magnoflorine	72
		<i>Magnolia ovata</i>	trunk barks, leaves	Aporphines: xylopine, <i>N</i> -acetylxylopine, liriodenine, lanuginosine	73
Magnoliaceae	<i>Liriodendron</i>	<i>Liriodendron chinense</i>	roots, barks, leaves	1-BIAs: (<i>S</i>)-norcoclaurine, (<i>S</i>)-coclaurine, (<i>S</i>)-reticuline Aporphines: norisoboldine, magnoflorine, boldine, <i>N</i> -nornuciferine, nuciferine, liriodenine, (-)-anonaine, (-)-norstephalagine	74-75
		<i>Liriodendron tulipifera</i>	heartwood, roots	Aporphines: oxoglaucine, liriodenine, asimilobine, norushinsunine, norglaucine, liriodenine, anonaine, oxoglaucine, tuliferoline	76-78
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>Annona atemoya</i>	leaves, fruits, seeds	Aporphines: lysicamine, lanuginosine, roemerine, corydine	79
		<i>Annona cherimolia</i>	roots	Aporphines: roemerine BBRs: corytenchine, isocoreximine	80-81
		<i>Annona coriacea</i>	leaves, branches	Aporphines: pukateine, anonaine, obovanine, norisocorydine, liriodenine	82
		<i>Annona crassiflora</i>	leaves	Aporphines: anonaine, xylopine, litseglutine B, stephalagine BBRs: tetrahydropalmatrubine	83
		<i>Annona glabra</i>	stems	1-BIAs: (+)-reticuline Aporphines: (<i>S</i>)-(+)- <i>N</i> -methylcorydine, (<i>R</i>)-(-)-asimilobine, (<i>R</i>)-(-)-actinodaphnine, (<i>R</i>)-(-)-norushinsunine, (<i>S</i>)-(+)-3-hydroxynornantennine, (<i>R</i>)-(-)-3-hydroxynornuciferine, oxoaporphine BBRs: pseudocolumbamine, dehydrocorydalmine, dehydrocorytenchine, palmatine, pseudopalmatine	84
		<i>Annona hypoglauca</i>	stems	Aporphines: isoboldine, nornuciferine, actinodaphnine, anonaine	85
		<i>Annona leptopetala</i>	leaves	Aporphines: laurotetanine, anonaine,	86

		norannuradhapurine, normuciferine	
		BBRs: corypalmine	
<i>Annona lutescens</i>	roots, stems, leaves	Aporphines: liriodenine	87
<i>Annona maricata</i>	leaves	1-BIAs: (<i>R</i>)-4'- <i>O</i> -methylcoclaurine, (<i>R</i>)- <i>O</i> , <i>O</i> -dimethylcoclaurine	88
<i>Annona mucosa</i>	unripe fruits	Aporphines: annonamine, (<i>S</i>)-norcorydine, anonaine	89
<i>Annona purpurea</i>	leaves	Aporphines: (-)-3-chlororomucosine A	90, 91
		Aporphines: norpurpureine, purpureine, (+)-predicentrine, (-)-glaucine, thalbaicalidine, oxopurpurein, oxonuciferine, oxoglaucine	
<i>Annona salzmanii</i>	barks	1-BIAs: reticuline, norcoclaurine, coclaurine, norjuziphine, <i>N</i> -methylcoclaurine, juziphine, magnococline, <i>O</i> -methylcoclaurine, norarmepavine, <i>O,O</i> -dimethylcoclaurine, <i>N,O</i> -dimethylcoclaurine, oblongine, norreticuline, <i>N,O</i> -dimethylcoclaurine <i>N</i> -oxide, tembetarine, reticuline <i>N</i> -oxide	92, 93
		Aporphines: anonaine, laurelliptine, isoboldine, asimilobine, lirinidine, normuciferine, xylopine, isopiline, <i>N</i> -acetylasimilobine, laurelliptine, nordicentrine, stepharine	
		BBRs: pessoine, stepholidine, tetrahydrocolumbamine, corydalmine	
<i>Annona senegalensis</i>	leaves	Aporphines: (-)-roemerine	80
<i>Annona sericea</i>	leaves	1-BIAs: (<i>S</i>)-reticuline, (<i>S</i>)- <i>N</i> -methylcoclaurine	94
		Aporphines: oxonuciferine, oxonantenine, normuciferine, normantenine, isoboldine, 3-hydroxynormuciferine	
<i>Annona spinescens</i>	trunk barks, roots	BBRs: pessoine, spinosine	95
<i>Annona squamosa</i>	fruits, stems, twigs	1-BIAs: reticuline, norreticuline, <i>N</i> -methylcoclaurine, <i>O</i> -methylarmepavine	96-98
		Aporphines: isocorydine, liriodenine	
<i>Annona muricata</i>	leaves, fruits	1-BIAs: reticuline, <i>N</i> -methylcoclaurine	96, 99, 100
		Aporphines: annonamine, anonaine, (<i>S</i>)-norcorydine,	

Annonaceae	<i>Asimina</i>	<i>Asimina parviflora</i>	leaves, stems, roots	(+)-xylopine, (+)-laurotetanine, (+)-norglaucine, lanuginosine 1-BIAs: coclaurine	101
		<i>Asimina triloba</i>	twigs	Aporphines: stepharine, magnoflorine, normuciferine, norushinsunine, liriodenine 1-BIAs: coclaurine	101
Annonaceae	<i>Artabotrys</i>	<i>Artabotrys hexapetalus</i>	stems	Aporphines: anolobine, normuciferine, norushinsunine, liriodenine, lysicamine, stepharine, magnoflorine, isocorydine, normuciferine 1-BIAs: hexapetaline A, hexapetaline B, (+)-reticuline	102
		<i>Artabotrys maingayi</i>	barks	Aporphines: norisocorydine, normuciferine, stepharine, isocorydine, anonaine, roemerine, liriodenine, atherospermidine, laureline, artabonatine B	103
		<i>Artabotrys pilosus</i>	stems, leaves	Aporphines: anonaine, normuciferine, atherospermidine, liriodenine, lysicamine BBRs: discretamine	104
		<i>Artabotrys spinosus</i>	roots	Aporphines: (-)-anonaine, (-)- <i>N</i> -acetylanonaine	105
		<i>Artabotrys thomsonii</i>	liana	bisBIAs: artabotrysine, bidebiline A Aporphines: <i>O</i> -methylmoschatoline, artacinatine	106
		<i>Artabotrys uncinatus</i>	roots, stems, leaves	bisBIAs: artabotrysine BBRs: stepholidine, 8-oxodis-cretamine bisBIAs: artabonatine F, unonopsine	107
		<i>Artabotrys zeylanicus</i>	stem barks	Aporphines: artabonatine C Aporphines: liriodenine, oxocrebaine, ouregidione, oxobuxifoline, atherospermidine, <i>O</i> -methylmoschatoline, dicentrinone	108
Annonaceae	<i>Bocageopsis</i>	<i>Bocageopsis pleiosperma</i>	leaves	1-BIAs: reticuline Aporphines: (+)-laurotetanine, (+)- <i>N</i> - methylaurotetanine, isoboldine, anonaine, asimilobine, stepharine	109
Annonaceae	<i>Dasymaschalon</i>	<i>Dasymaschalon acuminatum</i>	leaves	Aporphines: 7-epi-duguetine	110
		<i>Dasymaschalon rostratum</i>	stems	Aporphines: dasymaroine A, 3-methoxyxoputerine <i>N</i> - oxide	111

Annonaceae	<i>Duguetia</i>	<i>Dasymaschalon sootepense</i>	leaves, twigs	Aporphines: 6a,7-dehydrodasymachaline, (-)-nordicentrine, dicentrinone BBRs: (-)-sinactine, epiberberine	112
		<i>Duguetia calycina</i>	-	Aporphines: obovanine, puterine, calycinine, oxoputerine BBRs: (-)-discretamine, (-)-10-demethylxylopinine	113
		<i>Duguetia colombiana</i>	-	Aporphines: <i>O</i> -methylmoschatoline	113
		<i>Duguetia confinis</i>	-	BBRs: tetrahydrojatrorrhizine, (-)-isocorypalmine, rotundine, (-)-siscetretine	113
		<i>Duguetia eximia</i>	-	Aporphines: <i>O</i> -methylmoschatoline, oxopukateine, oxoputerine	113
		<i>Duguetia flagellaris</i>	-	Aporphines: nornuciferine, isopiline, <i>O</i> -methylisopiline, calycinine, duguevanine	113
		<i>Duguetia furfuracea</i>	aerial parts	1-BIAs: (+)-reticuline bisBIAs: isochondodendrine Aporphines: <i>N</i> -nitrosoanonaine, <i>N</i> -nitrosoxylopinine, asimilobine, anonaine, xylopinine, obovanine, <i>N</i> -methylglaucine, 8-nitroisocorydine, lirioidenine, atherospermidine, lanuginosine, norisocorydine, isocorydine BBRs: (-)-discretamine, <i>N</i> -methyltetrahydropalmatine, (-)-govanine	113 , 114
		<i>Duguetia gardneriana</i>	-	Aporphines: lanuginosine BBRs: (-)-discretamine, tetrahydrojatrorrhizine, rotundine	113
		<i>Duguetia glabriuscula</i>	-	Aporphines: oxobuxifoline	113
		<i>Duguetia lanceolata</i>	stem barks	Aporphines: <i>N</i> -methylpachypodanthine	115
		<i>Duguetia magnolioidea</i>	fruits	BBRs: (-)-discretamine	116
		<i>Duguetia obovata</i>	stem barks	Aporphines: anolobine, isolareline, buxifoline, <i>N</i> -methylbuxifoline, calycinine, <i>N</i> -methylcalycinine, duguevanine, <i>N</i> -methyl-duguevanine, oxobuxifoline BBRs: (-)-discretamine, (-)-xylopinine, dehydrodiscretamine, pseudopalmatine	113 , 117
		<i>Duguetia pycnastera</i>	barks	1-BIAs: (S)-reticuline	118

					Aporphines: <i>O</i> -methylmoschatoline, lysicamine, nornuciferidine, guatterine <i>N</i> -oxide	
		<i>Duguetia staudtii</i>	-		Aporphines: liriodenine	113
		<i>Duguetia stelechantha</i>	-		BBRs: tetrahydrojatrorrhizine, (-)-isocorypalmine, (-)-discretine	
		<i>Duguetia spixiana (b)</i>	-		Aporphines: <i>O</i> -methylmoschatoline, oxopukateine	113
					BBRs: tetrahydrojatrorrhizine	
					1-BIAs: cis- <i>N</i> -oxycodamine	113
					Aporphines: lornuciferine, anonaine, 3-hydroxynornuciferine, <i>O</i> -methylisopiline, lysicamine, <i>O</i> -methylmoschatoline, lanuginosine, <i>N</i> -methylassimilobine	
		<i>Duguetia surinamensis</i>	trunk barks		BBRs: rotundine, (-)-xylopinine, (-)-spiduxine	119
					Aporphines: dicentrine, 7-hydroxynordicentrine, (-)-duguetine, dicentrinone	
		<i>Duguetia trunciflora</i>	leaves, thin branches		Morphinans: pallidine	113 120
					1-BIAs: (+)-reticuline	
					BBRs: (-)-discretamine, rotundine, (-)-thaicanine, jatrorrhizine	
		<i>Duguetia vallicola</i>	leaves		Aporphines: (-)-glaziovine, <i>N</i> -methyllaurotetanine, isoboldine, isocorydine, <i>O</i> -methylmoschatoline, duguevallin	113 121
					BBRs: (-)-discretine, (-)-xylopinine	
<i>Annonaceae</i>	<i>Enicosanthellum</i>	<i>Enicosanthellum pulchrum</i>	roots		Aporphines: liriodenine	122
<i>Annonaceae</i>	<i>Fissistigma</i>	<i>Fissistigma poilanei</i>	leaves, branches		Aporphines: 8-hydroxy-9-methoxy-1,2-methylenedioxyaporphine, 8-hydroxy-3,9-dimethoxy-1,2-methylenedioxyaporphine, oxocrebaine, kuafumine	123
<i>Annonaceae</i>	<i>Goniothalamus</i>	<i>Goniothalamus australis</i>	leaves, woods, heartwoods, barks, inflorescences		Aporphines: (-)-anonaine, asimilobine	124
		<i>Goniothalamus griffithii</i>	stems		Aporphines: griffinin	125
		<i>Goniothalamus laoticus</i>	flowers		Aporphines: (-)-nordicentrine	126

<i>Annonaceae</i>	<i>Guateeria</i>	<i>Guateeria amplifolia</i>	leaves	1-BIAs: laudanosine Aporphines: xylopine, normuciferine, lysicamine	127
		<i>Guateeria blepharophylla</i>	barks	Aporphines: isomoschaltoline, <i>O</i> -methylmoschatoline, liriodenine, subessiline, lysicamine, isocoreximine, normuciferine	128
		<i>Guateeria boliviana</i>	stem barks, leaves	bisBIAs: puertogalines-A, puertogalines-B, (+)-guatteboline, philogaline, (-)-antioquine	129
		<i>Guateeria citriodora</i>	stem barks	Aporphines: liriodenina, lisicamina, <i>O</i> -metilmoschatolina, <i>O</i> -metilmoschatolina, 3-metoxioxoputerina, guattescidina, oxoputerina BBRs: palmatine	130
		<i>Guateeria diospyroides</i>	leaves	Aporphines: (-)-isopiline, (-)-normuciferine, (-)-normuciferine, <i>O</i> -methyl-moschatoline	131
		<i>Guateeria dumetorum</i>	leaves	Aporphines: cryptodorine, nornantenine	127
		<i>Guateeria foliosa</i>	stem barks, roots	Aporphines: (-)-3-methoxyputerine, (+)-norguattevaline, (+)-3-methoxyguatteidine, 3-methoxyoxoputerine	132
		<i>Guateeria friesiana</i>	barks, leaves	Aporphines: (<i>R</i>)-dihydroguatteriscine, guatterfriesidine, iso-9-methoxyguatterfriesine, 7-hydroxyguatteriopticine, 3-methoxy-demethoxyguadiscine, guatteriscine, 9-methoxyguatteriscine, 3-methoxyguadiscine, guatterfriesine, 9-hydroxyguatterfriesine, 4,5-dehydro-9-methoxyguatterfriesine, (<i>R</i>)-6,6a-dihydro-9-methoxyguatterfriesine, (<i>R</i>)-4,5,6,6a-tetrahydromelosmidine, 9-demethoxyisoguattouregine BBRs: 13-hydroxy-discretinine, 13-hydroxy-2,3,9,10-tetramethoxyprotoberberine, 8-hydroxypalmatine, palmatine	133-135
		<i>Guateeria gaumeri</i>	barks	bisBIAs: guattegaumerine	136
		<i>Guateeria latifolia</i>	aerial parts	Aporphines: normuciferine, lysicamine, isomoschaltoline	137
		<i>Guateeria pogonopus</i>	stem barks	Aporphines: puterine, anonaine, isopiline, <i>O</i> -methylisopiline, launobine, normuciferine, obovanine, xylopine, liriodenine, lanuginosine, oxoputerine	138

		<i>Guatteria sellowiana</i>	aerial parts	Aporphines: <i>O</i> -metilmoschatoline	137
		<i>Guatteria stenopetala</i>	-	Aporphines: dicentrinone, <i>N</i> -methyl dicentrinone, 4,5-dioxodehydrodicentrine	139
Annonaceae	<i>Phoenicanthus</i>	<i>Phoenicanthus obliqua</i>	stem barks	Aporphines: 7,7'-bis(dehydro- <i>O</i> -methylisopiline), 7-dehydronuciferyl-7'-dehydro- <i>O</i> -methylisopiline, urabaine	140
Annonaceae	<i>Polyalthia</i>	<i>Polyalthia longifolia</i>	stems, stem barks	Aporphines: liriodenine, noroliveroline, oliveroline- β - <i>N</i> -oxide	141
Annonaceae	<i>Pseuduvaria</i>	<i>Pseuduvaria fragrans</i>	leaves	Aporphines: (+)-isocorydine	142
		<i>Pseuduvaria rugosa</i>	leaves, twigs	Aporphines: 1,2,3-trimethoxy-5-oxonoraporphine, ouregidione	143
		<i>Pseuduvaria trimera</i>	leaves	Aporphines: 8-hydroxyartabonatinine, ouregidione	144
Annonaceae	<i>Unonopsis</i>	<i>Unonopsis buchtienii</i>	stem barks	Aporphines: liriodenine	145
		<i>Unonopsis duckei</i>	stem barks, twigs, leaves	Aporphines: anonaine, normuciferine, asimilobine, glaucine, liriodenine, lysicamine, glaziovine	146
		<i>Unonopsis floribunda</i>	trunk barks	Morphinans: pallidine Aporphines: anonaine, normuciferine, asimilobine, isopiline, <i>O</i> -methylisopiline, liriodenine, norushinsunine, lanuginosine	147
		<i>Unonopsis stipitata</i>	leaves	1-BIAs: reticuline Aporphines: (+)- <i>N</i> -formylnorglucine, stepharine, norisocorydine, glaucine, norglucine, nantenine	148 149
Annonaceae	<i>Xylopi</i>	<i>Xylopi aethiopica</i>	fruits	Aporphines: liriodenine, oxonantenine, lysicamine, lanuginosine, atherospermidine, <i>N</i> -formyllaurotetanine, <i>N</i> -acetyl laurotetanine, <i>N</i> -acetyl nor domesticine	150
		<i>Xylopi benthamii</i>	barks	Aporphines: nornantenine, laurotetanine	151
		<i>Xylopi championii</i>	stem barks	Aporphines: <i>O</i> -methylmoschatoline, artabotrine, atherospermidine, dicentrinone	108
		<i>Xylopi columbiana</i>	fruits	bisBIAs: (-)-medelline, (+)-antioquine, (+)-aromoline, (+)-obamegine	152
		<i>Xylopi laevigata</i>	stems	1-BIAs: (+)-reticuline Morphinans: (+)-flavinantine Aporphines: (-)-roemerine, (+)-anonaine, (+)-glaucine,	153

					(+)-xylopine, (+)-norglaucine, asimilobine, (+)-norpurpureine, (+)- <i>N</i> -methyllaurotetanine, (+)-norpredicentrine, (+)-calycinine, (+)-laurotetanine, lanuginosine, oxoglaucine BBRs: (-)-xylopinine, (+)-discretine, (-)-corytenchine, (+)-discretamine Aporphines: (-)-xylopine	154
			<i>Xylopia nitida</i>	roots		155
			<i>Xylopia sericea</i>	leaves	Aporphines: liriodenine	156
			<i>Xylopia vielana</i>	roots	Aporphines: xylopioloids A, xylopioloids B, xylopioloids C, fibrecisine, <i>O</i> -methylliridinine, cheline B Aporphines: <i>N,O</i> -diacetyl(-)-normuciferidine, <i>N,O</i> -diacetylnoroliveroline	157
Alismatales	Araceae	<i>Lysichiton</i>	<i>Lysichiton camtschaticense</i>	rhizomes	Aporphines: acoapetalidines B, acoapetalidines C 1-BIAs: <i>O</i> -methyllumepavine	158
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Aconitum</i>	<i>Aconitum apetalum</i>	whole plant	Aporphines: (+)- <i>N</i> -methyllaurotetanine, magnoflorine	160, 161
			<i>Aconitum barbatum</i>	whole plant	Aporphines: <i>N</i> -formyllaurotetanine, oxoglaucine, oxoglaucidaline, 6-formyl-1,2,9,10-tetramethoxy-6a,7-dehydroaporphine, glaucine 1-BIAs: (±)-higenamine	162
			<i>Aconitum carnichaelii</i>	aerial parts	Aporphines: glaucine, <i>N</i> -methyllaurotetanine, isoboldine Aporphines: <i>N</i> -methyllaurotetanine, isoboldine	163
			<i>Aconitum japonicum</i>	tubers		164
			<i>Aconitum neosachalinense</i>	leaves		165
			<i>Aconitum sanyoense</i>	roots, aerial parts		166
	Ranunculaceae	<i>Aquilegia</i>	<i>Aquilegia hybrids</i>	whole plants	Aporphines: magnoflorine BBRs: berberine	167
			<i>Aquilegia formosa</i>	roots	Aporphines: magnoflorine BBRs: berberine	167
	Ranunculaceae	<i>Actaea</i>	<i>Actaea racemosa</i>	roots, rhizomes	1-BIAs: norcoclaurine, reticuline, magnocurarine, oblongine Aporphines: magnoflorine, laurifoline, laurilitsine, menisperine, laurotetanine, xanthoplanine BBRs: phellodendrine, cyclanoline, <i>N</i> -methyltetrahydrocolumbamine Protamines: protopine, allocryptopine	

Ranunculaceae	<i>Adonis</i>	<i>Adonis coerulea</i>	aerial parts	Aporphines: magnoflorine	168
Ranunculaceae	<i>Clematis</i>	<i>Clematis parviloba</i>	aerial parts	Aporphines: magnoflorine	169
Ranunculaceae	<i>Consolida</i>	<i>Consolida hellespontica</i>	aerial parts	Aporphines: (+)-corydine	170
Ranunculaceae	<i>Coptis</i>	<i>Coptis chinensis</i>	rhizomes	1-BIAs: berbithine, coptisine A, coptisine B, coptisine C BBRs: berberine, jatrohizine, epiberberine, coptisine, palmatine, 5-hydroxyl-8-oxyberberine, 8,13-dioxocoptisine hydroxide, 8-oxyberberine, 8-oxo-epiberberine, 8-oxocoptisine, 8-oxyberberrubine, tetrahydroberberine, corydaline	171
		<i>Coptis japonica</i>	roots	BBRs: berberine, jatrohizine, epiberberine, 8-hydroxy-7, 8-dihydrocoptisine palmatine	172, 173
		<i>Coptis teeta</i>	rhizome	Aporphines: magnoflorine Aporphines: palmatine	174
Ranunculaceae	<i>Hydrastis</i>	<i>Hydrastis canadensis</i>	-	BBRs: jatrorrhizine, berberine Berberine: berberine PQs: (-)- β -hydrastine, (-)-hydrastidine, (-)-isohydrastidine, (-)- α -hydrastine	175-177
Ranunculaceae	<i>Nigella</i>	<i>Nigella glandulifera</i>	seeds	Aporphines: fuzitine	178
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>Ranunculus japonicus</i>	whole plant	BBRs: berberine	179
Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i>	<i>Thalictrum cirrhosum</i>	whole plant	1-BIAs: laudanosine, pseudolaudanine, rugosinone Morphinans: <i>O</i> -methylflavinantine Aporphines: 6a <i>R</i> -2'-methoxycarbonyl-thaliadin, 6a <i>R</i> -2'-carboxyl-thaliadin, 6a <i>R</i> -3-methoxy-hermandalinol, 6a <i>S</i> -1,3,10-trimethoxy-natalamine, 3-methoxy-2'-methoxycarbonyl-oxohermandalincin, thaliadine, predicentrine, <i>N</i> -methyllaurotetanine, 3-methoxy-oxohermandaline, oxopurpureine, oxophoebine, dihydroglaziovine, linearisine	180
		<i>Thalictrum cultratum</i>	roots	bisBIAs: thalidasine	181
		<i>Thalictrum dasycarpum</i>	roots	bisBIAs: thalicarpine	182
		<i>Thalictrum faberi</i>	roots	bisBIAs: 5'-hydroxythalfaboramine, 3-hydroxythalfaboramine, 3-hydroxy-6'-desmethyl-9- <i>O</i> -methylthalfaboramine, 6'-desmethylthalfaboramine,	183

				3,5'-dihydroxythalifaboramine, 3-hydroxy-6'-desmethylthalifaboramine	
		<i>Thalictrum flavum</i>	roots	bisBIAs: hernandezine BBRs: berberine	184
		<i>Thalictrum foliolosum</i>	whole plant, stems	1-BIAs: thalfoliolosumines A, thalfoliolosumines B bisBIAs: thalrigosidine, thalrugosaminine, thalirugidine, thalirugine BBRs: berberine, palmatine, jatrorrhizine	185, 186
		<i>Thalictrum minus</i>	aerial parts, roots	bisBIAs: thalidasine, thalfoetidine, isothalidezine, oxyacanthine, homoaromoline, thallicarpine BBRs: berberine, palmatine	187
		<i>Thalictrum simplex</i>	aerial parts	Pavines: (-)-2-demethylthlimonine, (-)-9-demethylthlimonine, (-)-thlimonine	188, 189
		<i>Thalictrum wangii</i>	whole plants, roots	bisBIAs: (-)-thalibealine Aporphines: (+)-magnoflorine, prodensiflorin B, thalidine BBRs: berberine	190, 191
Menispermaceae	<i>Tiliacora</i>	<i>Tiliacora funifera</i>	roots	bisBIAs: funiferine <i>N</i> -oxide	192
		<i>Tiliacora racemose</i> (<i>Tiliacora acuminata</i>)	fruits	bisBIAs: tiliamine, nordinklacorine	193
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	<i>Berberis actinacantha</i>	roots	1-BIAs: berbithine, dihydrotaxilamine bisBIAs: (-)-calafatine, (-)-osornine Aporphines: (+)-glaucine, (+)-corydine, (+)- <i>N</i> -methyllaurotetanine, (+)-boldine BBRs: berberine Pavines: (-)-norargemonine	194
		<i>Berberis amurensis</i>	leaves	bisBIAs: berbamine BBRs: berberine	195
		<i>Berberis aristata</i>	roots, fruits, stems, barks	bisBIAs: berbamine Aporphines: magnoflorine BBRs: berberine, palmatine, jatrorrhizine	196
		<i>Berberis boliviana</i>	-	bisBIAs: isotetrandrine	181
		<i>Berberis brevissima</i>	roots	bisBIAs: 13-nitrochondrofoline, chondrofoline, curine	197
		<i>Berberis chilensis</i>	-	bisBIAs: 7- <i>O</i> -demethylisothalicerbine	198

		<i>Berberis coletioides</i>	whole plant	Aporphines: pronuciferine	199
		<i>Berberis glaucocarpa</i>	roots	bisBIAs: chondrofolinol BBRs: berberine, palmatine	200
		<i>Berberis integerrima</i>	roots	BBRs: berberine, columbamine, palmatine, jatrorrhizine	201
		<i>Berberis kansuensis</i>	stem barks	Aporphines: magnoflorine BBRs: berberine, jatrorrhizine	202
		<i>Berberis laurina</i>	stems	BBRs: berberine PQs: (\pm)- β -hydrastine	203 , 204
		<i>Berberis microphylla</i>	leaves, stems, roots	1-BIAs: reticuline Aporphines: isocorydine BBRs: jatrorrhizine, palmatine, scoulerine, tetrahydroberberine	205
		<i>Berberis poiretii</i>	-	bisBIAs: berbamine	206
		<i>Berberis petiolaris</i>	fruits, leaves, roots, stems	1-BIAs: reticuline, oblongine Aporphines: magnoflorine, isoboldine, menisperine, isocorydine BBRs: palmatine, berberine, thalifendine Protopynes: allocryptopine	207
		<i>Berberis sibirica</i>	aerial parts, roots	1-BIAs: (+)-armepavine bisBIAs: (-)-isothalidezine Aporphines: (+)-glaziovine BBRs: (-)-tetrahydropseudocoptisine Protopyne: pseudoprotopine BZPs: (+)-chelidonine	208
		<i>Berberis tabiensis</i>	stems	bisBIAs: tabienine B	209
		<i>Berberis thunbergii</i>	leaves	bisBIAs: berbamine BBRs: berberine	195
		<i>Berberis virgetorum</i>	whole plant	1-BIAs: (-)-berbervirine BBRs: berberine, jatrorrhizine	210
		<i>Berberis vulgaris</i>	root barks	bisBIAs: berbamine, isotetrandrine, oxyacanthine, obaberine, aromoline, obamegine, thaligrisine Aporphines: magnoflorine BBRs: berberine, jatrorrhizine, palmatine	211
Berberidaceae	<i>Caulophyllum</i>	<i>Caulophyllum robustum</i>	leaves,	BBRs: berberine	212

			stems, roots, fruits			
		<i>Caulophyllum thalictroides</i>	roots	Aporphines: magnoflorine		213
Berberidaceae	<i>Epimedium</i>	<i>Epimedium alpinum</i>	underground parts	Aporphines: magnoflorine		214
		<i>Epimedium koreanum</i>	leaves	Aporphines: epimediphine		215
		<i>Epimedium sagittatum</i>	leaves	BBRs: berberine, coptisine		216
Berberidaceae	<i>Jeffersonia</i>	<i>Jeffersonia dubia</i> (<i>Plagiorhegma dubium</i>)	-	BBRs: berberine		217
Berberidaceae	<i>Mahonia</i>	<i>Mahonia aquifolium</i>	roots, leaves	bisBIAs: berbamine Aporphines: magnoflorine, corytuberine BBRs: berberine, oxyberberine, jatrorrhizine, columbamine		218, 219
		<i>Mahonia bealei</i>	roots, stems, leaves	BBRs: columbamine, jatrorrhizine, berberine, palmatine		220
Berberidaceae	<i>Nandina</i>	<i>Nandina domestica</i>	fruits	1-BIAs: higenamine Aporphines: <i>O</i> -methylbulbocapnine, nantenine, dehydronantenine, glaucine, didehydroglaucine, magnoflorine, nornantenine, isocorydine, <i>N</i> -methyl- laurotetanine BBRs: berberine, dehydrocorydaline, palmatine, jatrorrhizine Protopines: protopine		221-223
		<i>Anisocycla cymosa</i>	roots	bisBIAs: trilobine		224
Menispermaceae	<i>Anisocycla</i>	<i>Anisocycla grandidieri</i>	stems	bisBIAs: trilobine, stebisimine, (-)-epistephanine, puetogaline B		225
		<i>Anisocycla jollyana</i>	leaves	bisBIAs: isotrilobine, (+)-limacusine-2'- β - <i>N</i> -oxide		226
Menispermaceae	<i>Albertisia</i>	<i>Albertisia delagoensis</i>	leaves	Aporphines: roemrefidine		227
		<i>Albertisia villosa</i>	root bark	bisBIAs: cycleanine, cocsoline, <i>N</i> -desmethylecycleanine		228
Menispermaceae	<i>Cissampelos</i>	<i>Cissampelos capensis</i>	aerial parts, leaves	bisBIAs: cycleanine, insularine, cissacapine Morphinans: salutaridine Aporphines: (S)-dicentrine, (S)-neolitsine, bulbocapnine, dicentrine		229, 230

		<i>Cissampelos fasciculata</i>	aerial parts	bisBIAs: cissampentin Aporphines: corydine	230
		<i>Cissampelos glaberrima</i>	stems, leaves	Aporphines: cissaglaberrimine, magnoflorine, (+)-cissaglaberrimine	230
		<i>Cissampelos mucronata</i>	leaves, rhizomes	1-BIAs: reticuline bisBIAs: <i>l</i> -isochondodendrine Morphinans: salutaridine Aporphines: dicentrine, pronuciferine	230
		<i>Cissampelos ovalifolia</i>	rhizomes	1-BIAs: (5)-6-methoxyjuziphine bisBIAs: warifteine, methylwarifteine, dimethylwarifteine	230
		<i>Cissampelos pareira</i>	root bark, vines, leaves, stems	1-BIAs: laudanosine bisBIAs: curine, <i>l</i> -curine, fangchinoline, pelosine, hayatidine, hayatine, (+)-isochondodendrine, sepeerine Aporphines: nuciferine, corytuberine, magniflorine, bulbocarpine	230-232
		<i>Cissampelos sympodialis</i>	leaves, roots	BBRs: cissamine, berberine bisBIAs: warifteine, methylwarifteine, warifteine, roraimine Morphinans: milonine Aporphines: laurifoline	230, 233
Menispermaceae	<i>Cocculus</i>	<i>Cocculus orbiculatus</i>	stems	bisBIAs: (+)-coccuorbiculatine A, (+)-10-hydroxyisotrilobine Aporphines: (+)-laurelliptinhexadecan-1-one, (+)-laurelliptinoctadecan-1-one	234
Menispermaceae	<i>Cyclea</i>	<i>Cyclea barbata</i>	roots	BBRs: (-)-4-methoxy-13,14-dihydrooxypalmatine 1-BIAs: (+)-cocclaurine, (-)- <i>N</i> -methylcocclaurine bisBIAs: tetrandrine, (-)-2'-norlimacine, (-)-curine, (+)-cycleabarbatine, (+)-berbamine, (-)-repandine, (+)-cycleanorine, (+)-daphnandrine BBRs: α -cyclanolin, β -cyclanolin	235, 236
		<i>Cyclea peltata</i>	rhizomes	bisBIAs: phaeanthine, cycleanine	237
Menispermaceae	<i>Menispermum</i>	<i>Menispermum dauricum</i>	roots, stems, rhizomes, leaves	bisBIAs: dauricine, dauricoline Morphinans: sinomenine Aporphines: magnoflorine, stepharine	238

Menispermaceae	<i>Sinomenium</i>	<i>Menispermum canadense</i>	rhizomes	bisBIAs: dauricine	239
		<i>Sinomenium acutum</i>	roots, stems, leaves, seeds, rhizomes	1-BIAs: (-)- <i>N</i> -methylcoclaurine Morphinans: 8-demethoxycephatonine, 7(<i>R</i>)-7,8-dihydrosinomenine, 8-demethoxyrunanine, sinomenine, salutaridine Aporphines: magnoflorine, sallisonine E, bianfugenine, menisperine BBRs: cheilanthifoline, tetrahydropalmatine, stepharanine	240-242
Menispermaceae	<i>Stephania</i>	<i>Stephania abyssinica</i>	leaves	bisBIAs: (-)-pseudocurine, (-)-pseudoisocurine	243
		<i>Stephania aculeata</i>	leaves	1-BIAs: (+)-laudanidine	244
		<i>Stephania bancroftii</i>	tubers	Aporphines: stephanine, (-)-crebanine, ayuthianine BBRs: (-)-tetrahydropalmatine	244
		<i>Stephania brachyandra</i>	-	Aporphines: (-)-dicentrine	245
		<i>Stephania cambodica</i>	tubers	Aporphines: glycoside, isocorydine BBRs: tetrahydropalmatine, jatrorrhizine	246
		<i>Stephania cephalantha</i>	stems, leaves, tuber, root tuber, seeds	1-BIAs: protosinomenine, <i>N</i> -methylcoclaurine, (+)-coclaurine, (+)-reticuline, juziphine, (+)-laudanidine bisBIAs: trilobine, isotetrandrine, cepharanthine, cycleanine, cepharamine, berbamine, cepharanoline, homoaromoline, obamegine, (+)-aromoline, dnorcycleanine, (<i>S</i>)-corydine, thalrugosine, 3,4-dehdrocycleanine, (-)-cycleanine, (-)-norcycleanine, cepharanthine, 2-norcepharanthine, cepharanoline, 2-norcepharanoline, obaberine, oxyacanthine, stephibaberine, homoaromoline, aromoline, isotetrandrine, berbamine, thalrugosine, obamegine, 2-norisorotetrandrine, 2-norberbamine, secocepharanthine, 3',4'-dihydrostephasubine Morphinans: sinomenine, FK-3000, cephacicine, cephasamine, sinoacutine, cephamuline, 14-episinomenine, cephamonine, tannagine, cepharamine Aporphines: lysicamine, corydine, isocorydine, isocorytuberine, (+)-isoboldine, <i>N</i> -methylasimilobine-2-	247-249

		<i>O</i> - β -D-glucopyranoside, stesakine-9- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	
<i>Stephania elegans</i>	leaves	BBRs: palmatine, corypalmine bisBIAs: tetrandrine, cycleanine Aporphines: <i>N</i> -methylcorydalmine, stepharine, magnoflorine, menisperine, roemerine	245 , 250
<i>Stephania dinklagei</i>	aerial parts	BBRs: palmatine, corydalmine, <i>N</i> -methylcorydalmine, columbamine, tetrahydropalmatine, jatrorrhizine Aporphines: liriodenine, dicentrinone, (+)-corydine, <i>N</i> -methyliriiodendronine, 2- <i>O,N</i> -dimethyliriiodendronine	251
<i>Stephania erecta</i>	tubers	bisBIAs: (+)-2- <i>N</i> -methyltelobine, (+)-1,2-dehydrotelobine, (+)-thalrugosine, (+)-isotetrandrine	252
<i>Stephania epigaea</i>	seeds	bisBIAs: cepharanthine Aporphines: stesakine-9- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside, <i>N</i> -methylasimilobine-2- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	253
<i>Stephania glabra</i>	tuber	bisBIAs: cycleanine, <i>N</i> -desmethycycleanine Aporphines: (+)-pronuciferine BBRs: corydalmine, capaurine, stepholidine, stepharine, palmatine, dehydrocorydalmine, jatrorrhizine, stepharanine, columbamine	254
<i>Stephania gracilentia</i>	-	Aporphines: magnoflorine	245
<i>Stephania hernandifolia</i>	-	bisBIAs: (+)-epistephanine, (+)-3,4-dihydrostephasubine, (+)-stephasubine, fangchinoline, d-tetrandrine	245
<i>Stephania yunnanensis</i>	tubers	Morphinans: sinoacutine Aporphines: dehydrocrebanine, (-)-crebanine, (-)-dicentrine, (-)-cassythine, (-)-sukhodaninane, (-)-stephanine, fibrecisine, (-)-roemerine, oxocrebanine BBRs: (-)-corydalmine, stepharanine, jatrorrhizine, palmatine	255
<i>Stephania intermedia</i>	-	BBRs: (S)-tetrahydropalmatine, (-)-stepholidine	245
<i>Stephania japonica</i>	roots	bisBIAs: cycleanine, d-fangchinoline, bebeerine Aporphines: lanuginosine, stephanine	245
<i>Stephania miyiensis</i>	-	Aporphines: stepharine BBRs: tetrahydropalmatine, corydalmine, jatrorrhizine,	245

			stepharanin	
<i>Stephania pierrei</i>	tubers		1-BIAs: (+)-reticuline, coclaurine Morphinans: salutaridine Aporphines: (-)-asimilobine, (-)-dicentrine BBRs: (-)-tetrahydropalmitine, cyclanoline, (-)- <i>N</i> -methyltetrahydropalmitine	256
<i>Stephania rotunda</i>	tubers, roots		bisBIAs: norcepharanthine, cepharanoline, fangchinoline Aporphines: remerine BBRs: tetrahydropalmitine, stepholidine, palmitine	257, 258
<i>Stephania sinica</i>	-		bisBIAs: cepharanthine	245
<i>Stephania succifera</i>	leaves, roots		1-BIAs: isococlaurine, coclaurine, reticuline Aporphines: crebanine, stepharine, anonaine BBRs: jatrorrhizine, tetrahydropalmitine, thaicanine, palmitine	259
<i>Stephania tetrandra</i>	roots, aerial parts		bisBIAs: tetrandrine, fangchinoline, fentifangjine J, fentifangjine K, fentifangjine L, fentifangjine M, fentifangjine N, fentifangjine O, Fentifangjine P, fentifangjine Q, fentifangjine R, fentifangjine S, fangchinoline, (+)-2- <i>N</i> -merhylfangchinoline Aporphines: stephtetrandrine E, (+)- <i>N</i> -acetylnordicentrine (+)- <i>N</i> -formylndicentrine, (+)- <i>N</i> -formylnorisocorydine, stephadione, corydione, oxonantenine, cassameridine, nantenine, cassythicine Protopines: protopine	260-263
<i>Stephania venosa</i>	whole plant, roots, tubers, leaves		Aporphines: dehydrocrebanine, crebanine, stephanine, <i>O</i> -methylbulbocapnine, kamaline, dicentrine, tetrahydropalmitine, thailandine, liriodenine, (-)- <i>O</i> -acetylsukhodianeine, oxostephanosine, (+)- <i>N</i> -carboxamidostepharine, (-)- <i>O</i> -methylstepharinosine, (-)-stepharinosine, (-)-11,12-dihydrostepharine, (-)-sukhodianeine- β - <i>N</i> -oxide, (-)-ushinsunine- β - <i>N</i> -oxide, (-)-stephadiolamine- β - <i>N</i> -oxide BBRs: tetrahydropalmitine, (-)- <i>N</i> -methyltetrahydropalmitine, (-)-tetrahydropalmitine	264-267

		<i>Stephania viridiflavens</i>	root barks, tubers	1-BIAs: (+)-1S, 2R-laudandinine- <i>N</i> - β -oxide, (+)-1S, 2S- laudandinine- <i>N</i> - α -oxide, (+)-laudandinine, (+)-reticuline, (+)-1S, 2R-reticuline- <i>N</i> - β -oxide, (+)-1S, 2S-reticuline- <i>N</i> - α -oxide Aporphines: 6R,6aS-corydine <i>N</i> -oxide, 6R,6aS- isocorydine <i>N</i> -oxide, <i>N</i> -methyl-laurotetanine, stepharine bisBIAs: tetrandrine	268, 269
Menispermaceae	<i>Tinospora</i>	<i>Tinospora crispa</i> <i>Tinospora cordifolia</i>	stem aerial parts	1-BIAs: norcoclaurine, reticuline Aporphines: magnoflorine, isocorydine, laurifoline, menisperine, xanthoplainine, isoboldine, boldine, chiloenamine BBRs: jatrorrhizine, palmatine, stepharanine, tetrahydrojatrorrhizine, tetrahydropalmatine, <i>N</i> -methyl tetrahydrocolumbamine PQs: bicuculline, (+)-adlumidine, adlumine	270 271
Papaveraceae	<i>Adlumia</i>	<i>Adlumia fungosa</i>	-	PQs: bicuculline, (+)-adlumidine, adlumine	177
Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>Argemone mexicana</i>	aerial parts, whole plant	1-BIAs: (+)-argenaxine, (+)-higenamine, (+)-reticuline BBRs: berberine, coptisine, (\pm)-tetrahydroberberine, dehydrocheilantifoline, demethyleneberberine Protopines: protopine, allocryptopine, argemexicaines A, argemexicaines B BZPs: <i>N</i> -demethylxysanguinarine, pancorine, 6- acetylhydrochelerythrine, norchelerythrine, <i>O</i> - methylzanthoxyline, sanguinarine, 6- acetylhydroxysanguinarine, (\pm)-angoline, chelerythrine	272-274
		<i>Argemone platyceras</i>	roots, aerial parts	1-BIAs: (+)-laudanosine Aporphines: (+)-magnoflorine BBRs: coptisine, berberine, corysamine, (-)-scoulerine Protopines: protopine, allocryptopine BZPs: chelerythrine, sanguinarine Pavines: (-)-munitagine, (-)-argemonine, (-)-platycerine, (-)-norargemonine BZPs: (\pm)-6-acetylhydrochelerythrine, (\pm)-6- acetylhydroxysanguinarine	275
Papaveraceae	<i>Bocconia</i>	<i>Bocconia frutescens</i>	leaves	BZPs: (\pm)-6-acetylhydrochelerythrine, (\pm)-6- acetylhydroxysanguinarine	276
Papaveraceae	<i>Corydalis</i>	<i>Corydalis aurea</i>	-	PQs: bicuculline, (\pm)-cordrastine	177

<i>Corydalis bulbosa</i>	whole plant	Aporphines: corydione, dehydronantenine, oxonantenine, (+)-isoboldine BBRs: (-)-stylophine PQs: bicuculline	277
<i>Corydalis caseana</i>	-	PQs: α -gnoscopine, (-)-capnoidine, β -gnoscopine	177
<i>Corydalis cava</i>	-	BBRs: stylophine Protopines: protopine	278
<i>Corydalis crispa</i>	aerial part	PQs: bicuculline, (-)-capnoidine	177
<i>Corydalis crystallina</i>	-	PQs: corybensines A, corybensines B, 7'-O-ethylegenine- α -N-oxide, (+)-corlumidine, (+)-adlumine, capnoidine	279
<i>Corydalis decumbens</i>	bulbs	PQs: β -hydrastine	177
<i>Corydalis fimbriifera</i>	-	BZPs: 6-(2-hydroxyethyl)-5,6-dihydrosanguinarine, 6-acetyl-5,6-dihydrosanguinarine	280
<i>Corydalis flabellata</i>	roots	PQs: (+)-adlumidine	177
<i>Corydalis gigantea</i>	-	bisBIAs: bicoryanunine A Aporphines: isoboldine, oxoglucine BBRs: corydaline, tetrahydroberberine, tetrahydropalmatine, tetrahydrocoptisine, columbamine, berberine, epiberberine, coptisine, jatrorrhizine, dehydrocorydaline, palmatine Protopines: protopine	281-283
<i>Corydalis hendersonii</i>	whole plant	BBRs: stylophine, PQs: 9-methyldecumbenine C Protopines: protopine	284
<i>Corydalis huschowensis</i>	bulbs	BBRs: (-)-stylophine, cheilanthifoline Protopines: protopine	285
<i>Corydalis impatiens</i>	whole plant	BBRs: cavidine, tetrahydrocoptisine Protopines: protopine	286
<i>Corydalis longipes</i>	whole plant	PQs: α -hydrastine, β -hydrastine	287
<i>Corydalis mucronifera</i>	whole plant	1-BIAs: orientaline BBRs: demethylcorydalmine, tetrahydroberberubine PQs: 9-methyldecumbenine C, (+)-adlumine, 1R,9S,7'	288, 289

				5-methylegenine BZPs: dihydrosanguinarine Protopines: protopine PQs: (±)-adlumine	177
		<i>Corydalis gigantea</i>	-		177
		<i>Corydalis gortschakovii</i>	-	PQs: (±)-adlumine	177
		<i>Corydalis ledebouriana</i>	-	PQs: (-)-corledine	177
		<i>Corydalis nobilis</i>	-	PQs: (+)-corlumine	177
		<i>Corydalis ochroleuca</i>	-	PQs: bicucullinine	177
		<i>Corydalis pseudoaunca</i>	-	PQs: β-hydrastine, (-)-isohydrastidine	177
		<i>Corydalis rosea</i>	-	PQs: (±)-capnoidine	177
		<i>Corydalis rupestris</i>	aerial parts	BBRs: (-)-stylophine, rupestrine A, rupestrine B, rupestrine C, rupestrine D	290
		<i>Corydalis scouleri</i>	-	PQs: (+)-corlumine, (+)-corlumidine	177
		<i>Corydalis stricta</i>	-	PQs: β-hydrastine	177
		<i>Corydalis tomentella</i>	air-dried herbs	1-BIAs: hendersine B BBRs: 13 <i>R</i> -tomentelline PQs: 9 <i>S</i> -alkterlactone B, (1 <i>S</i> ,9 <i>S</i>)-1-hydroxy-9-methyl-corumine	291
		<i>Corydalis turtschaninovii</i>	tubers	Aporphines: didehydroglaucine, dehydroliroferine, (+)-norglaucine, oxoglaucine, (+)-laurotetanine, 7-hydroxydehydroglaucine, 7-methyldehydroglaucine, (+)-glaucine, (+)- <i>N</i> -methyllaurotetanine BBRs: berberine, jatrorrhizine, coptisine, palmatine, pseudodehydrocorydaline, dehydrocorybulbine, pseudocoptisine, yuanhunine, (-)-tetrahydrocoptisine, isocorybulbine, (+)-corydaline, (+)-nandinine, (+)-corybulbine, (5 <i>S</i>)-(-)-canadine, (-)-corypalmine, (-)-tetrahydropalmatine, (-)-isocorypalmine, columbamine, dehydrocorydaline, pseudodehydrocorydaline	292
Papaveraceae	<i>Chelidonium</i>	<i>Chelidonium majus</i>	aerial parts, leaves, roots	BBRs: berberine, epiberberine, stylophine, coptisine BZPs: sanguinarine, chelidonine, chelerythrine Protopines: protopine	293

Papaveraceae	<i>Dactylicapnos</i>	<i>Dactylicapnos torulosa</i>	whole plant	Aporphines: isocorydine BBRs: coptisine, pseudocoptisine, berberine, canadine Protopines: protopine, allocryptopine, coulteropine BZPs: norsanguinarine, oxosanguinarine, 8-acetyl-dihydrosanguinarine, chelidonine PQs: (-)- β -hydrastine	294, 295
		<i>Dactylicapnos scandens</i>	roots, leaves	Morphinans: pallidine Aporphines: norisocorydine, <i>N</i> -methyllaurotetanine, oxoglucine, norglucine Protopines: protopine PQs: bicuculline	296
Papaveraceae	<i>Dicentra</i>	<i>Dicentra chrysantha</i>	-	PQs: bicuculline	177
		<i>Dicentra cucullaria</i>	-	PQs: bicuculline, (+)-corlumine	177
		<i>Dicentra ochroleuca</i>	-	PQs: bicuculline	177
		<i>Dicentra spectabilis</i>	roots, herbs	Aporphines: glaucine, corydine, dicentrine Protopines: protopine BZPs: sanguinarine Protopines: protopine BZPs: sanguinarine, chelerythrine, chelirubine	297-299
Papaveraceae	<i>Dicranostigma</i>	<i>Dicranostigma lactuoides</i>	roots	Morphinans: sinoacutine Aporphines: isocorytuberine, corydine, isocorydine, magnoflorine BBRs: 5-hydroxy-coptisine, coptisine, berberine Protopines: protopine, allocryptopine BZPs: sanguinarine, chelerythrine	300
		<i>Dicranostigma leptopodum</i>	whole plant, roots	Aporphines: isocorytuberine, corydine, isocorydine, magnoflorine BBRs: 5-hydroxy-coptisine, coptisine, berberine Protopines: protopine, allocryptopine BZPs: sanguinarine, chelerythrine BBRs: corydamine, (-)-sinactine Protopines: protopine, cryptopine PQs: (+)-corlumine	301-303
Papaveraceae	<i>Fumaria</i>	<i>Fumaria officinalis</i>	aerial parts	BBRs: (+)-corlumine BBRs: coptisine Protopines: protopine 1-BIAs: fumaflorine, fumaflorine methyl ester	304
		<i>Fumaria indica</i>	whole plant	Aporphines: corytuberine BBRs: (-)-sinactine, coptisine, scoulerine, stylophine PQs: (\pm)-adlumine	305, 306
		<i>Fumaria densiflora</i>	aerial parts	BBRs: trans-protopinium, stylophine	307
		<i>Fumaria kralickii</i>	-		177
		<i>Fumaria parviflora</i>	roots		177, 308

				PQs: (-)-corlumine, (±)-adlumine, fumaramine, fumaridine, fumaramidine	
		<i>Fumaria rostellata</i>	-	PQs: (±)-adlumine	177
		<i>Fumaria schleicheri</i>	-	PQs: β-hydrastine	177
		<i>Fumaria vaillantii</i>	-	PQs: (+)-egenine, fumaramine, N-methylhydrastine	177, 309
Papaveraceae	<i>Eschscholzia</i>	<i>Eschscholzia californica</i>	aerial parts, roots	1-BIAs: reticuline Morphinans: salutaridine Aporphines: N-methylaurotetanine, magnoflorine, corydine, isoboldine BBRs: scoulerine Protopines: protopine, allocryptopine BZPs: sanguinarine, chelirubine, macarpine, chelerythrine, chelilutine Pavines: californidine, eschscholzia	310-312
Papaveraceae	<i>Glaucium</i>	<i>Glaucium aleppicum</i>	aerial parts	Aporphines: corydine, dehydroglaucone, isocorydine Protopines: allocryptopine	313
		<i>Glaucium carniculatu</i>	-	Protopines: dihydroprotopine	313
		<i>Glaucium corniculatum</i>	aerial parts	Aporphines: glaucine, norbracteoline BBRs: N-methyl canadine, trans-protopinium, cis-protopinium Protopines: glauciumoline	313, 314
		<i>Glaucium elegans</i>	aerial parts	BZPs: (±)-chelidonine	313
		<i>Glaucium grandiflorum</i>	aerial parts	Aporphines: corydine, isocorydine Protopines: protopine, glauciumoline	313, 314
		<i>Glaucium flavum</i>	aerial parts, roots	Morphinans: salutaridine Aporphines: glaucine, isocorydine, isoboldine, norglauceine, dehydroglauceine, cataline, 6,6a-dehydronorglauceine, dihydropontevedrine, oxoglauceine Protopines: allocryptopine, protopine BZPs: norchelidonine, 8-acetyldihydrosanguinarine, bocconoline, dihydrochelerythrine, dihydrochelerythriny-8-acetaldehyde, 8-iminosanguinarine	313, 315

		<i>Glaucium flavum</i> var. <i>fulvum</i>	aerial parts, roots	Aporphines: pontevedrine, glaunidine, corunnine, arosinine BZPs: (<i>R</i>)-luguine, (-)-norchelidonine, norsanguinarine, oxychelirubine	313
		<i>Glaucium fimbriigerum</i>	aerial parts, leaves	Aporphines: (+)-bulbocapnine- β - <i>N</i> -oxide, dehydrocorydine, epiglaufidine, glaufidine, glaufine, glaunidine, glaunine, hemagine, isocorytuberine, norcorydine BBRs: (<i>S</i>)-isocorypalmine	313, 316
		<i>Glaucium oxylobum</i>	aerial parts	Aporphines: isocorytuberine, <i>N</i> -methyldomesticine, (<i>S</i>)-predicentrine	313
		<i>Glaucium paucilobium</i>	-	Aporphines: corydine <i>N</i> -oxide	313
		<i>Glaucium squamigerum</i>	-	BBRs: β - <i>N</i> -methylisocorypalminium	313
		<i>Glaucium vitellinum</i>	-	Aporphines: isocorydine, dicentrine Protamines: protopine	317
Papaveraceae	<i>Hypecoum</i>	<i>Hypecoum leptocarpum</i>	whole plant	Protamines: leptocarpine	318
Papaveraceae	<i>Meconopsis</i>	<i>Meconopsis quintuplinervia</i>	whole plants	Morphinans: mecoquitupline	319
		<i>Meconopsis horridula</i>	aerial parts	Aporphines: 8, 9-dihydroprooxocryptochine Protamines: protopine	320
Papaveraceae	<i>Papaver</i>	<i>Papaver Pseudo-orientale</i>	stem	PQs: (-)-papaveroxidine	321
		<i>Papaver fugax</i>	aerial parts	1-BIAs: papaverine Morphinans: morphine, codeine Aporphines: 6a,7-dehydrofloripavidine BZPs: sanguinarine	322
		<i>Papaver rhoeas</i>	aerial parts	PQs: (\pm)- α -gnoscopine, (\pm)- β -narcotine, noscapine 1-BIAs: DL-demethylcoclaurine (higenamine), coclaurine, reticuline Morphinans: salutaridine Aporphines: roemerine, corytuberine BBRs: tetrahydrocolumbamine, L-tetrahydropalmitine, tetrahydroberberine, berberine, stylophine, dihydroberberine Protamines: protopine	323, 324

			<i>Papaver somniferum</i>	stem, root	BZPs: dihydrosanguinarine, sanguinarine 1-BIAs: papaverine bisBIAs: (+)-tubocurarine Morphinans: morphine, codeine Aporphines: magnoflorine BBRs: berberine BZPs: sanguinarine	177, 325, 326
Papaveraceae	<i>Macleaya</i>	<i>Macleaya microcarpa</i>		fruits	PQs: noscapine, (-)-narcotine, (\pm)- β -narcotine, adlumideine, adlumiceine, narceine, normarceine 1-BIAs: (S)-reticuline, demethylcoclaurine [(+)-higenamine] Aporphines: magnoflorine, corydaline BBRs: tetrahydropalmatine, phellodendrine, berberine, jatrorrhizine Protopines: protopine BZPs: sanguinarine, chelerythrine, dihydrosanguinarine, dihydrochelerythrine, oxysanguinarine, 6-acetonylsanguinarine	327
		<i>Macleaya cordata</i>		leaf, stem	BBRs: berberine Protopine: protopine, allocryptopine BZPs: sanguinarine, chelerythrine BBRs: coptisine, stylopine, berberine, canadine	328, 329
Papaveraceae	<i>Stylophorum</i>	<i>Stylophorum lasiocarpum</i>		aerial part, roots	Protopines: protopine BZPs: sanguinarine, chelerythrine, sanguilutine, chelilutine, sanguirubine, chelirubine, macarpine, chelidonine	330
Lardizabalaceae	<i>Sinofranchetia</i>	<i>Sinofranchetia chinensis</i>		stem	Aporphines: sinofranine	331
Proteales	Nymphaeaceae	<i>Nelumbo</i>	<i>Nelumbo nucifera</i>	leaves	1-BIAs: norcoclaurine, coclaurine, norarmepavine, armepavine, lotusine, isolotusine bisBIAs: liensinine, isoliensinine, neferine Aporphines: nuciferine, nornuciferine, liriodenine, (-)-caaverine, (-)-anonaine, asimilobine, lysicamine, roemerine, pronuciferine, N-methylasimilobine, 7-hydroxydehydronuciferine	332
Sabiaceae	<i>Sabia</i>	<i>Sabia yunnanensis</i>		stems,	Aporphines: 1-hydroxy-2,3-dimethoxy-6-formyl-6a, 7-	333

Sapindales	Rutaceae	<i>Phellodendron</i>	<i>Phellodendron amurense</i>	leaves	dehydroaporphine	334
				stems, barks	Aporphines: magnoflorine, menisperine BBRs: phellodendrine, berberine, palmatine, jatrorrhizine, tetrahydrojatrorrhizine	
	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Phellodendron chinense</i>	bark	BBRs: berberine	335
			<i>Zanthoxylum integrifolium</i>	root bark	BZPs: isodecarine, 8-demethyloxchelerythrine, norchelerythrine, oxychelerythrine, decarine, dihydrocherythrinylacetaldehyde, 6-acetonilydihydrochelerythrine	336
			<i>Zanthoxylum nitidium</i>	roots, leaves	Aporphines: liriodenine BZPs: bocconoline, 6 β -hydroxymethyldihydrontidine, bocconoline, zanthoxyline, <i>O</i> -methylzanthoxyline, rhoifoline B, <i>N</i> -nomitidine, nitidin, chelerythrine	337
			<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	stem bark	BZPs: norchelerythrine, decarine, 8-hydroxy-9-methoxy-2,3-(methylenedioxy) benzophenanthridine, 6-hydroxydihydrochelerythrine, 6-methoxy-7-hydroxydihydrochelerythrine, oxychelerythrine	338
			<i>Zanthoxylum heitzii</i>	bark	BZPs: dihydrontidine, rhoifoline B, nitidine	339
			<i>Zanthoxylum myriacanthum</i>	bark	BZPs: decarine, rhoifoline B, nitidine	340
			<i>Zanthoxylum simulans</i>	root bark	BZPs: chelerythrine, bocconoline	341
			<i>Zanthoxylum tingoassuiba</i>	root bark	BBRs: <i>N</i> -methylcanadine BZPs: dihydrochelerythrine	342
Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	aerial part	1-BIAs: oleraisoquinoline	343
Cornales	Cornaceae	<i>Alangium</i>	<i>Alangium salviifolium</i>	leaves	BBRs: alangiifoliumines A, alangiifoliumines B	344

Supplementary Table 3. The information of enzymes involved in the biosynthetic pathway of diverse BIAs in Figure 2.

Enzyme Abbrev.	Enzyme name	Substrate	Product
(i) (S)-norcoclaurine biosynthesis			
TYDC	tyrosine decarboxylase	L-tyrosine	tyramine
PPO	polyphenol oxidases	tyramine	dopamine (DA)
TH	tyrosine hydroxylase	L-tyrosine	L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)
DODC	dopa decarboxylase	L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)	dopamine (DA)
TyrAT	tyrosine aminotransferase	L-tyrosine	4-hydroxyphenylpyruvate
4HPPDC		4-hydroxyphenylpyruvate	4-Hydroxyphenylacetaldehyde (4-HPAA)
NCS	norcoclaurine synthase	Dopamine and 4-Hydroxyphenyl acetaldehyde or 3,4-Dihydroxyphenyl acetaldehyde	(S)-Norcoclaurine or (S)-Norlaudanoline
(ii) (S)-reticuline biosynthesis			
6OMT	norcoclaurine 6- <i>O</i> -methyltransferase	(S)-norcoclaurine	(S)-coclaurine
CNMT	<i>coclaurine N</i> -methyltransferase	(S)-coclaurine	(S)- <i>N</i> -methylcoclaurine
NMCH/CYP80B	(S)- <i>N</i> -methylcoclaurine 3'-hydroxylase	(S)- <i>N</i> -methylcoclaurine	(S)-3'-hydroxy- <i>N</i> -methylcoclaurine
4'OMT	3'-hydroxy- <i>N</i> -methylcoclaurine 4'- <i>O</i> -methyltransferase	(S)-3'-hydroxy- <i>N</i> -methylcoclaurine	(S)-reticuline
(iii) papaverine (1-BIAs) biosynthesis			
CoCH*		(S)-coclaurine	(S)-3'-hydroxycoclaurine
4'OMT*		(S)-3'-hydroxycoclaurine	(S)-norreticuline
N7OMT	reticuline 7- <i>O</i> -methyltransferase	(S)-norreticuline	(S)-norlaudanine
3'OMT*		(S)-norlaudanine	(S)-tetrahydropapaverine
DBOX	dihydrobenzophenanthridine oxidase	Dihydrosanguinarine, (<i>RS</i>)-tetrahydropapaverine, or (<i>RS</i>)-canadine	sanguinarine, papaverine, or berberine
(iv) morphinans biosynthesis			
REPI/STORR	reticuline epimerase	(S)-reticuline	(<i>R</i>)-reticuline
PsCYP719B1	salutaridine synthase	(<i>R</i>)-reticuline	salutaridine
MdCYP80G10	sinoacutine synthase	(S)-reticuline	sinoacutine
SalR	salutaridine reductase	salutaridine	salutaridinol
SalAT	salutaridinol 7- <i>O</i> -acetyltransferase	salutaridinol	salutaridinol 7- <i>O</i> -acetate
THS	thebaine synthase	salutaridinol 7- <i>O</i> -acetate	thebaine
T6ODM	thebaine 6- <i>O</i> -demethylase	thebaine or oripavine	codeinone or morphinone
CODM	codeine O-demethylase	thebaine or codeine	oripavine or morphine
COR	codeinone reductase	codeinone or morphinone	codeine or morphine
(v) berberine (BBRs) biosynthesis			
BBE	berberine bridge enzyme	(S)-reticuline	(S)-scoulerine
9OMT	scoulerine 9- <i>O</i> -	(S)-scoulerine	(S)-tetrahydrocolumbamine

	methyltransferase		
CYP719A	canadine synthase	(<i>S</i>)-scoulerine, (<i>S</i>)-tetrahydrocolumbamine, or (<i>S</i>)-cheilanthifoline	(<i>S</i>)-cheilanthifoline, (<i>S</i>)-tetrahydroberberine (canadine), or (<i>S</i>)-stylophine berberine,
BBE-like (THBO/STOX)	(<i>S</i>)-tetrahydroberberine oxidase	canadine, cheilanthifoline, cavidine, or stylophine	dehydrochilanthifoline, dehydrocavidine, or coptisine
(vi) noscapine (PQs) biosynthesis			
TNMT	<i>N</i> -methyltransferase	(<i>S</i>)-canadine, or stylophine	(<i>S</i>)- <i>N</i> -methylcanadine, or (<i>S</i>)- <i>N</i> -methylstylophine
CY82Y1	1-hydroxy- <i>N</i> -methylcanadine synthase	(<i>S</i>)- <i>N</i> -methylcanadine	1-hydro- <i>N</i> -methylcanadine
CYP82X2	1-hydroxy- <i>N</i> -methylcanadine 13-hydroxylase	1-dihydro- <i>N</i> -methylcanadine	1,13-dihydro- <i>N</i> -methylcanadine
AT1	1,13-dihydroxy- <i>N</i> -methylcanadine 13- <i>O</i> -acetyltransferase	1,13-dihydro- <i>N</i> -methylcanadine	1-hydroxyl-13- <i>O</i> -acetyl- <i>N</i> -methylcanadine
CYP82X1	1-hydroxy-13- <i>O</i> -acetyl- <i>N</i> -methylcanadine 8-hydroxylase	1-hydroxyl-13- <i>O</i> -acetyl- <i>N</i> -methylcanadine	1,8-dihydroxyl-13- <i>O</i> -acetyl- <i>N</i> -methylcanadine
PsOMT2: PsOMT3 heterodimer	4'- <i>O</i> -methyltransferase	4'- <i>O</i> -desmethyl-3- <i>O</i> -acetylpapaveroxine	3- <i>O</i> -acetylpapaveroxine
CXE1	3- <i>O</i> -acetylpapaveroxine carboxylesterase	3- <i>O</i> -acetylpapaveroxine	narcotine hemiacetal
SDR1	noscapine synthase/ hort-chain dehydrogenase/reductase	narcotine hemiacetal	noscapine
(vii) protopine and sanguinarine (BZPs) biosynthesis			
CYP82N4 (MSH)	(<i>S</i>)- <i>N</i> -methylstylophine 14-hydroxylase	(<i>S</i>)- <i>N</i> -methylcanadine or (<i>S</i>)- <i>N</i> -methylstylophine	protopine or allocryptopinem
CYP82N3 (P6H)	protopine 6-hydroxylase	protopine or allocryptopinem	dihydrosanguinarine or dihydrochelerythrine
DBOX	dihydrobenzophenanthridine oxidase	dihydrosanguinarine or dihydrochelerythrine	sanguinarine or chelerythrine
(viii) bisBIA and aporphine biosynthesis			
CYP80A/CYP80Q	berbamunine synthase	(<i>S</i>)-coclaurine, (<i>R</i>)- <i>N</i> -methylcoclaurine and (<i>S</i>)- <i>N</i> -methylcoclaurine	(<i>R,S</i>)-berbamunine, (<i>R,S</i>)-2'-norberbamunine, and (<i>R,R</i>)-guattegaumerine, nelumborine, nelumboferine
CYP80G/CYP80Q	(<i>S</i>)-Corytuberine synthase	<i>N</i> -methylcoclaurine, (<i>S</i>)-reticurine	glaziovine, (<i>S</i>)-corytuberine
RNMT	reticuline <i>N</i> -methyltransferase	(<i>S</i>)-corytuberine	magnoflorine
TfPavNMT	pavine <i>N</i> -methyltransferase	(<i>S</i>)-corytuberine	magnoflorine

* The asterisk indicates uncharacterized gene.

Supplementary Table 10. The list information of the titers of BIAs in yeast and bacteria as the chassis cells in recent years.

Host	Substrate	Product	Titer	Reference
<i>E. coli</i>	Dopamine	(S)-reticuline	55 mg/L	345
<i>E. coli</i>	Dopamine	(S)-reticuline	54 mg/L	346
<i>E. coli</i>	<i>De novo</i>	(S)-reticuline	46 mg/L	347
<i>E. coli</i>	<i>De novo</i>	(S)-reticuline	163.5 mg/L	348
<i>E. coli</i>	<i>De novo</i>	(S)-reticuline	307 mg/L	349
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	(S)-reticuline	150 mg/L	350
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	(S)-reticuline	80.6 µg/L	351
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	(S)-reticuline	19.2 µg/L	352
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	(S)-reticuline	4.6 g/L	353
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	terahydropapaverine	121 µg/L	354
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	salutaridine	20 mg/L	350
<i>S. cerevisiae</i>	Thebaine	hydrocodone	51 mg/L	355
<i>S. cerevisiae</i>	Thebaine	oxycodone	70 mg/L	355
<i>S. cerevisiae</i>	Thebaine	dihydrocodeine	10 mg/L	355
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	thebaine	6.4 µg/L	356
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	hydrocodone	0.3 mg/L	356
<i>E. coli</i>	<i>De novo</i>	thebaine	2.1 mg/L	357
<i>E. coli</i>	<i>De novo</i>	hydrocodone	0.36 mg/L	357
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	(S)-canadine	30 mg/L	350
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	stylophine	676 µg/L	358
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	cis- <i>N</i> -methylstylophine	548 µg/L	358
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	protopine	252 µg/L	358
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	sanguinarine	80 µg/L	358
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	(S)-canadine	1.8 mg/L	359
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	berberine	39 µg/L	359
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	berberine	1.08 mg/L	360
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	stylophine	32 mg/L	361
<i>S. cerevisiae</i>	Norlaudanoline	noscaphine	1.64±0.38 mM	362
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	noscaphine	2.2 mg/L	363
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	guattegaumerine	108 mg/L	364
<i>S. cerevisiae</i>	<i>De novo</i>	berbamunine	25.4 mg/L	364
<i>E. coli and S. cerevisiae</i>	Dopamine	magnoflorine	7.2 mg/L	345

Reference

1. A. Capasso, N. De Tommasi, L. Rastrelli and F. De Simone, *Phytother. Res.*, 2000, **14**, 653-655.
2. L. Rastrelli, A. Capasso, C. Pizza, N. DeTommasi and L. Sorrentino, *J. Nat. Prod.*, 1997, **60**, 1065-1069.
3. C. Li and M.-H. Wang, *Korean Journal of Plant Resources*, 2014, **27**, 223-228.
4. M. L. Ferreira, I. C. de Pascoli, I. R. Nascimento, J. Zukerman-Schpector and L. M. Lopes, *Phytochemistry*, 2010, **71**, 469-478.
5. W. Salleh, N. Abdullah, N. A. Hashim, H. Y. Khong and S. Khamis, *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat.*, 2019, **18**, 527-532.
6. H. Jaggy and H. Achenbach, *Planta Med.*, 1992, **58**, 111.
7. Y. K. Zheng, B. J. Su, Y. Q. Wang, H. S. Wang, H. B. Liao and D. Liang, *J. Nat. Prod.*, 2021, **84**, 1316-1325.
8. G. C. L. Ee, C. M. Lim, C. K. Lim, M. Rahmani, K. Shaari and C. F. J. Bong, *Nat. Prod. Res.*, 2009, **23**, 1416-1423.
9. D. D. Zhang, J. Yang, J. F. Luo, X. N. Li, C. L. Long and Y. H. Wang, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2018, **20**, 734-743.
10. A. Zahari, A. Ablat, N. Omer, M. A. Nafiah, Y. Sivasothy, J. Mohamad, M. N. Khan and K. Awang, *Sci. Rep.*, 2016, **6**, 21517.
11. A. Zahari, A. Ablat, Y. Sivasothy, J. Mohamad, M. I. Choudhary and K. Awang, *Asian Pac. J. Trop. Med.*, 2016, **9**, 320-324.
12. M. A. Nafiah, M. R. Mukhtar, H. Omar, K. Ahmad, H. Morita, M. Litaudon, K. Awang and A. H. Hadi, *Molecules*, 2011, **16**, 3402-3409.
13. C. Stevigny, S. Block, M. C. De Pauw-Gillet, E. de Hoffmann, G. Llabres, V. Adjakidje and J. Quetin-Leclercq, *Planta Med.*, 2002, **68**, 1042-1044.
14. T. H. Tsai, G. J. Wang and L. C. Lin, *J. Nat. Prod.*, 2008, **71**, 289-291.
15. F. F. Masnon, N. P. S. Hassan and F. Ahmad, *Nat. Prod. Commun.*, 2014, **9**, 31-32.
16. S. S. Lee, Y. C. Liu and C. H. Chen, *Gaoxiong Yi Xue Ke Xue Za Zhi* 1989, **5**, 637-641.
17. Y. Suzuki, Y. Saito, M. Goto, D. J. Newman, B. R. O'Keefe, K. H. Lee and K. Nakagawa-Goto, *J. Nat. Prod.*, 2017, **80**, 220-224.
18. W. Othman, Y. Sivasothy, S. Y. Liew, J. Mohamad, M. A. Nafiah, K. Ahmad, M. Litaudon and K. Awang, *Phytochem. Lett.*, 2017, **21**, 230-236.
19. W. Othman, F. Salim, A. Zahari, K. Awang and N. H. Ismail, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2023, **109**, 104667.
20. Y. L. Liu, Y. Wang, X. R. He, L. S. Gan, F. Xu, Y. J. Xu, X. N. Wang, T. Shen and Z. W. Zhou, *Fitoterapia*, 2022, **156**, 105086.
21. A. Zahari, F. K. Cheah, J. Mohamad, S. N. Sulaiman, M. Litaudon, K. H. Leong and K. Awang, *Planta Med.*, 2014, **80**, 599-603.
22. J. J. Yang, Y. Chen, M. L. Guo and G. X. Chou, *J Nat Med*, 2020, **74**, 441-447.
23. Q. Z. Zhao, Y. M. Zhao and K. J. Wang, *J. Ethnopharmacol.*, 2006, **106**, 408-413.
24. C. F. Zhang, N. Nakamura, S. Tewtrakul, M. Hattori, Q. S. Sun, Z. T. Wang and T. Fujiwara, *Chem. Pharm. Bull.*, 2002, **50**, 1195-1200.
25. H. Z. Jiang, T. Gan, Y. N. Li, C. Y. Du, J. L. Li, J. T. Fan and R. Tan, *Pharmacogn Mag.*, 2019, **15**, 736-739.
26. R. L. Huang, C. C. Chen, Y. L. Huang, J. C. Ou, C. P. Hu, C. F. Chen and C. Chang, *Planta Med.*, 1998, **64**, 212-215.
27. H. D. Nguyen, V. K. Nguyen, N. K. T. Pham, J. Sichaem and T. H. Duong, *Nat. Prod. Res.*, 2021, **35**, 1122-1126.
28. H. Z. Jiang, *Pharm. Chem. J.*, 2022, **56**, 101-104.
29. B. Tang, H. Tu, H. A. Long, J. Du, J. M. Guo, H. J. Liu, X. Hu, L. Yang and X. Du, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2017, **19**, 941-945.
30. S. Y. Zhang, Q. Zhang, Q. Guo, Y. F. Zhao, X. L. Gao, X. Y. Chai and P. F. Tu, *J. Sep. Sci.*, 2015, **38**, 2614-2624.
31. R. Liu, H. C. Zhang, F. Zhou, R. M. Wang, Q. Tu and J. Y. Wang, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2013, **50**, 293-295.
32. Y. F. Tan, R. Q. Wang, W. T. Wang, Y. Wu, N. Ma, W. Y. Lu, Y. Zhang and X. P. Zhang, *Pharm. Biol.*, 2021, **59**, 884-892.
33. J. H. Yang, L. Li, Y. S. Wang, J. F. Zhao, H. B. Zhang and S. D. Luo, *Helv. Chim. Acta*, 2005, **88**, 2523-2526.
34. S. N. Sulaiman, M. R. Mukhtar, A. H. A. Hadi, K. Awang, H. Hazni, A. Zahari, M. Litaudon,

- K. Zaima and H. Morita, *Molecules*, 2011, **16**, 3119-3127.
35. D. S. Bhakuni and S. Gupta, *Planta Med.*, 1983, **48**, 52-54.
 36. F. R. Garcez, A. F. G. da Silva, W. S. Garcez, G. Linck, M. D. C. Matos, E. C. S. Santos and L. M. M. Queiroz, *Planta Med.*, 2011, **77**, 383-387.
 37. G. A. Elizabeth and C. S. L. Enrique, *Nat. Prod. Res.*, 2018, **32**, 195-201.
 38. A. F. Silva, M. F. C. Santos, T. S. C. Maiolini, P. P. O. Salem, M. Murgu, A. C. C. Paula, E. O. Silva, K. J. Nicácio, A. G. Ferreira, D. F. Dias, M. G. Soares and D. A. Chagas-Paula, *Phytochem. Lett.*, 2021, **42**, 52-60.
 39. L. C. Morais, J. M. Barbosa-Filho and R. N. Almeida, *J. Ethnopharmacol.*, 1998, **62**, 57-61.
 40. B. N. Zhou, R. K. Johnson, M. R. Mattern, X. Wang, S. M. Hecht, H. T. Beck, A. Ortiz and D. G. Kingston, *J. Nat. Prod.*, 2000, **63**, 217-221.
 41. L. C. Pabon and L. E. Cuca, *Quim. Nova*, 2010, **33**, 875-879.
 42. L. de Freitas, M. Valli, A. C. Dametto, P. C. Pennacchi, A. D. Andricopulo, S. S. Maria-Engler and V. S. Bolzani, *J. Nat. Prod.*, 2020, **83**, 649-656.
 43. H. Barbosa, T. A. Costa-Silva, G. A. A. Conserva, A. J. Araujo, A. L. L. Lordello, G. M. Antar, M. Amaral, M. G. Soares, A. G. Tempone and J. H. G. Lago, *Chem. Biodiversity*, 2021, **18**, e2001022.
 44. R. S. Conceição, I. M. A. Reis, A. P. M. Cerqueira, C. J. Perez, M. C. dos Santos, A. Branco, D. R. Ifa and M. B. Botura, *Phytochem. Anal.*, 2020, **31**, 711-721.
 45. W. S. Garcez, M. Yoshida and O. R. Gottlieb, *Phytochemistry*, 1995, **39**, 815-816.
 46. H. Omar, N. M. Hashim, A. Zajmi, N. Nordin, S. I. Abdelwahab, A. H. Azizan, A. H. Hadi and H. M. Ali, *Molecules*, 2013, **18**, 8994-9009.
 47. H. Omar, M. Fadaeinasab, H. Taha, A. Widyawaruyanti, M. A. Nafiah and T. Rachmatiah, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2020, **22**, 52-60.
 48. A. Zahari, F. K. Cheah, J. Mohamad, S. N. Sulaiman, M. Litaudon, K. H. Leong and K. Awang, *Planta Med.*, 2014, **80**, 599-603.
 49. M. S. Buchanan, A. R. Carroll, D. Pass and R. J. Quinn, *Nat. Prod. Commun.*, 2007, **2**, 255-259.
 50. Y. Cao, X. L. Gao, G. Z. Su, X. L. Yu, P. F. Tu and X. Y. Chai, *Chem. Biodiversity*, 2015, **12**, 1443-1465.
 51. M. Lavault, M. M. Debray and J. Bruneton, *Planta Med.*, 1981, **42**, 50-54.
 52. C. Y. Wei, S. W. Wang, J. W. Ye, T. L. Hwang, M. J. Cheng, P. J. Sung, T. H. Chang and J. J. Chen, *Molecules*, 2018, **23**, 2286.
 53. I. S. Chen, J. J. Chen, C. Y. Duh, I. L. Tsai and C. T. Chang, *Planta Med.*, 1997, **63**, 154-157.
 54. C. Y. Wei, S. W. Wang, J. W. Ye, T. L. Hwang, M. J. Cheng, P. J. Sung, T. H. Chang and J. J. Chen, *Molecules*, 2018, **23**, 2286.
 55. G. G. Leitao, N. K. Simas, S. S. Soares, A. P. de Brito, B. M. Claros, T. B. Brito and F. Delle Monache, *J. Ethnopharmacol.*, 1999, **65**, 87-102.
 56. I. S. Chen, J. J. Chen and I. L. Tsai, *Phytochemistry*, 1995, **40**, 983-986.
 57. P. Rasoanaivo, S. Ratsimamanga-Urverg, H. Rafatro, D. Ramanitrahasimbola, G. Palazzino, C. Galeffi and M. Nicoletti, *Planta Med.*, 1998, **64**, 58-62.
 58. Y. C. Ge, H. J. Zhang, K. W. Wang and X. F. Fan, *Phytochemistry*, 2018, **154**, 73-76.
 59. X. J. Li, J. W. Dong, D. Gan, D. J. Zhou, X. Y. Cai, L. Cai and Z. T. Ding, *Nat. Prod. Res.*, 2021, **35**, 763-769.
 60. J. J. Chen, H. C. Hung, P. J. Sung, I. S. Chen and W. L. Kuo, *Phytochemistry*, 2011, **72**, 523-532.
 61. C. H. Huang, Y. Y. Chan, P. C. Kuo, Y. F. Chen, R. J. Chang, I. S. Chen, S. J. Wu and T. S. Wu, *Int. J. Mol. Sci.*, 2014, **15**, 13424-13436.
 62. M. Y. Jiang, X. Y. Pu, W. T. Li, J. Liu, X. L. Zeng, H. R. Li, X. S. Bai, L. Hu and X. Z. Huang, *Nat. Prod. Res.*, 2022, **38**, 1230-1237.
 63. P. O'Brien, C. Carrasco-Pozo and H. Speisky, *Chem.-Biol. Interact.*, 2006, **159**, 1-17.
 64. G. G. Leitao, S. S. V. Soares, T. D. M. Brito and F. Delle Monache, *Phytochemistry*, 2000, **55**, 679-682.
 65. G. Marti, V. Eparvier, B. Morleo, J. Le Ven, C. Apel, B. Bodo, S. Amand, V. Dumontet, O. Lozach, L. Meijer, F. Gueritte and M. Litaudon, *Molecules*, 2013, **18**, 3018-3027.
 66. C. Y. Chen, S. Y. Chen and C. H. Chen, *Process Biochem.*, 2012, **47**, 1460-1468.
 67. P. T. Ninh, T. Q. Bui, N. T. Dung, T. V. Sung, T. T. P. Thao, C. T. T. Ha, B. V. Thanh, T. V. Chien, P. T. Quy, N. T. Triet, N. M. Thai and N. T. A. Nhung, *Nat. Prod. Commun.*, 2023, **18**, 1934578X231176926.
 68. Y. Shen, C. G. Li, S. F. Zhou, E. C. K. Pang, D. F. Story and C. C. L. Xue, *Curr. Med. Chem.*,

- 2008, **15**, 1616-1627.
69. T. Kametani and H. Yagi, *Chem. Pharm. Bull.*, 1966, **14**, 78-82.
 70. S. M. Mohamed, E. M. Hassan and N. A. Ibrahim, *Nat. Prod. Res.*, 2010, **24**, 1395-1402.
 71. H. S. Chang, M. J. Cheng and I. S. Chen, *Helv. Chim. Acta*, 2011, **94**, 703-710.
 72. R. Y. Yan, W. H. Wang, J. Guo, H. L. Liu, J. Y. Zhang and B. Yang, *Molecules*, 2013, **18**, 7739-7750.
 73. L. S. Mori, S. Boller, C. A. L. Kassuya, M. Stefanello and A. R. Zampronio, *Phytomedicine*, 2011, **18**, 143-147.
 74. W. J. Cheng, Y. Yao, Q. X. Wang, X. S. Chang, Z. L. Shi, X. T. Fang, F. F. Chen, S. X. Chen, Y. H. Zhang, F. Zhang, D. Q. Zhu, Z. X. Deng and L. Lu, *Plant J.*, 2022, **112**, 535-548.
 75. C. Y. Chen, C. L. Kao, W. J. Li, H. C. Chen and H. T. Li, *Chem. Nat. Compd.*, 2018, **54**, 509-511.
 76. B. Melzer and F. Bracher, *Org. Biomol. Chem.*, 2015, **13**, 7664-7672.
 77. I. Park and M. Na, *Nat. Prod. Sci.*, 2020, **26**, 171-175.
 78. R. Graziose, T. Rathinasabapathy, C. Lategan, A. Poulev, P. J. Smith, M. Grace, M. A. Lila and I. Raskin, *J. Ethnopharmacol.*, 2011, **133**, 26-30.
 79. B. S. M. Al Kazman, J. E. Harnett and J. R. Hanrahan, *Int. J. Mol. Sci.*, 2023, **24**, 2294.
 80. M. You, D. B. Wickramaratne, G. L. Silva, H. Chai, T. E. Chagwedera, N. R. Farnsworth, G. A. Cordell, A. D. Kinghorn and J. M. Pezzuto, *J. Nat. Prod.*, 1995, **58**, 598-604.
 81. M. Martinez-Vazquez, D. Lozano, R. Estrada-Reyes, N. M. Gonzalez-Lugo, T. R. Apan and G. Heinze, *Fitoterapia*, 2005, **76**, 733-736.
 82. G. Rocha, L. M. Dutra, W. H. P. Paz, F. M. A. da Silva, E. V. Costa and J. Almeida, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2021, **97**, 104297.
 83. M. Pena-Hidalgo, L. C. Furtado, L. V. Costa-Lotufu, M. J. P. Ferreira and D. Santos, *Rev. Bras. Farmacogn.*, 2021, **31**, 244-248.
 84. S. F. Tsai and S. S. Lee, *J. Nat. Prod.*, 2010, **73**, 1632-1635.
 85. M. V. N. Rinaldi, I. E. C. Diaz, I. B. Suffredini and P. R. H. Moreno, *Rev. Bras. Farmacogn.*, 2017, **27**, 77-83.
 86. C. Rodrigues, L. M. Dutra, A. Barison, E. V. Costa and J. Almeida, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2016, **69**, 222-225.
 87. M. Castro-Moreno, C. L. Tinoco-Ojanguren, M. D. Cruz-Ortega and A. R. Gonzalez-Esquinca, *J. Plant Res.*, 2013, **126**, 529-537.
 88. A. Matsushige, Y. Kotake, K. Matsunami, H. Otsuka, S. Ohta and Y. Takeda, *Chem. Pharm. Bull.*, 2012, **60**, 257-259.
 89. C. Y. Chen, C. L. Kao, H. C. Yeh, H. T. Li, M. D. Wu and M. J. Cheng, *Chem. Nat. Compd.*, 2021, **57**, 500-502.
 90. F. R. Chang, J. L. Wei, C. M. Teng and Y. C. Wu, *J. Nat. Prod.*, 1998, **61**, 1457-1461.
 91. J. C. Ontiveros-Rodríguez, E. Burgueño-Tapia, J. Porras-Ramírez, P. Joseph-Nathan and L. G. Zepeda, *Nat. Prod. Commun.*, 2018, **13**, 831-836.
 92. M. d. Q. Paulo, J. M. Barbosa-Filho, E. O. Lima, R. F. Maia, R. d. C. Barbosa and M. A. Kaplan, *J. Ethnopharmacol.*, 1992, **36**, 39-41.
 93. J. M. Lima, G. M. Leme, E. V. Costa and Q. B. Cass, *J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.*, 2021, **1164**, 122493.
 94. F. R. Campos, R. L. Batista, C. L. Batista, E. V. Costa, A. Barison, A. G. dos Santos and M. L. B. Pinheiro, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2008, **36**, 804-806.
 95. E. F. Queiroz, F. Roblot, A. Cave, M. D. Paulo and A. Fournet, *J. Nat. Prod.*, 1996, **59**, 438-440.
 96. Y. Kotake, K. Okuda, M. Kamizono, N. Matsumoto, T. Tanahashi, H. Hara, D. Caparros-Lefebvre and S. Ohta, *J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.*, 2004, **806**, 75-78.
 97. Y. L. Yang, F. R. Chang and Y. C. Wu, *Helv. Chim. Acta*, 2004, **87**, 1392-1399.
 98. D. K. Yadav, N. Singh, K. Dev, R. Sharma, M. Sahai, G. Palit and R. Maurya, *Fitoterapia*, 2011, **82**, 666-675.
 99. A. Matsushige, Y. Kotake, K. Matsunami, H. Otsuka, S. Ohta and Y. Takeda, *Chem. Pharm. Bull.*, 2012, **60**, 257-259.
 100. N. V. Huynh, D. M. N. Huu, N. T. Huynh, D. H. Chau, C. D. Nguyen, Q. D. N. Truong, D. T. Mai and P. H. Dang, *Z. Naturforsch. C. J. Biosci.*, 2023, **78**, 247-251.
 101. B. Avula, J. Y. Bae, T. Majrashi, T. Y. Wu, Y. H. Wang, M. Wang, Z. Ali, Y. C. Wu and I. A. Khan, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2018, **159**, 548-566.
 102. Q. Zhou, Y. H. Fu, X. B. Li, G. Y. Chen, S. Y. Wu, X. P. Song, Y. P. Liu and C. R. Han, *Phytochem. Lett.*, 2015, **11**, 296-300.

103. D. Cortes, M. Y. Torrero, M. Pilar D'Ocon, M. Luz Candenias, A. Cave and A. H. Hadi, *J. Nat. Prod.*, 1990, **53**, 503-508.
104. Y. P. Liu, T. W. Wang, Z. Xie, Y. Bian, Y. Y. Liu, R. Q. Guan, Z. Y. Liu, L. Qiang, G. Y. Chen and Y. H. Fu, *J. Nat. Prod.*, 2021, **84**, 3117-3121.
105. V. W. N. Chimeze, E. E. Bankoglu, S. Zühlke, V. S. Fannang, D. Eckelmann, J. C. Shirri, E. N. Djuidje, C. M. Djama, H. Stopper and J. Wandji, *Nat. Prod. Res.*, 2022, **36**, 2791-2799.
106. P. C. Nam, N. Q. Trung, N. T. Hoa, H. N. Bich, T. D. Manh, D. T. Quang, A. Mechler and Q. V. Vo, *RSC Adv.*, 2022, **12**, 9738-9743.
107. T. J. Hsieh, F. R. Chang, Y. C. Chia, C. Y. Chen, H. C. Lin, H. F. Chiu and Y. C. Wu, *J. Nat. Prod.*, 2001, **64**, 1157-1161.
108. E. M. K. Wijeratne, Y. Hatanaka, T. Kikuchi, Y. Tezuka and A. A. L. Gunatilaka, *Phytochemistry*, 1996, **42**, 1703-1706.
109. E. R. Soares, F. M. A. da Silva, R. A. de Almeida, B. R. de Lima, F. A. da Silva, A. Barison, H. H. F. Koolen, M. L. B. Pinheiro and A. D. L. de Souza, *Phytochem. Anal.*, 2015, **26**, 339-345.
110. R. Chokchaisiri, W. Chaichompoo, R. Chalermglin and A. Suksamrarn, *Rec. Nat. Prod.*, 2015, **9**, 243-246.
111. Z. X. Yu, C. Han, X. P. Song, G. Y. Chen and J. X. Chen, *Bioorg. Chem.*, 2019, **90**, 103069.
112. S. Hongthong, C. Kuhakarn, V. Reutrakul, S. Jariyawat, P. Piyachaturawat, N. Nuntasaeen and T. Jaipetch, *Nat. Prod. Commun.*, 2014, **9**, 929-932.
113. E. G. Perez and B. K. Cassels, *Alkaloids Chem. Biol.*, 2010, **68**, 83-156.
114. C. A. Carollo, J. M. de Siqueira, W. S. Garcez, R. Diniz and N. G. Fernandes, *J. Nat. Prod.*, 2006, **69**, 1222-1224.
115. D. S. Alves, V. A. Costa, A. R. T. Machado, D. F. Oliveira and G. A. Carvalho, *Crop Prot.*, 2020, **127**, 104965.
116. J. Almeida, J. T. de Lima, H. R. de Oliveira, M. R. de Oliveira, P. R. M. Meira, A. Lucio, J. M. Barbosa and L. J. Quintans, *Nat. Prod. Res.*, 2011, **25**, 1908-1915.
117. H. C. Brastianos, C. M. Sturgeon, M. Roberge and R. J. Andersen, *J. Nat. Prod.*, 2007, **70**, 287-288.
118. C. A. S. de Souza, V. B. Nardelli, W. H. P. Paz, M. L. B. Pinheiro, A. Rodrigues, L. M. Bomfim, M. B. P. Soares, D. P. Bezerra, J. D. Chaar, H. H. F. Koolen, F. M. A. da Silva and E. V. Costa, *Quim. Nova*, 2020, **43**, 1397-1403.
119. W. H. P. Paz, R. N. de Oliveira, G. Heerdt, C. F. F. Angolini, L. S. de Medeiros, V. R. Silva, L. S. Santos, M. B. P. Soares, D. P. Bezerra, N. H. Morgon, J. Almeida, F. M. A. da Silva, E. V. Costa and H. H. F. Koolen, *J. Nat. Prod.*, 2019, **82**, 2220-2228.
120. I. M. Fechine, M. A. Lima, V. R. Navarro, E. V. L. d. Cunha, M. S. Silva, J. M. Barbosa-Filho and J. G. S. Maia, *Rev. Bras. Farmacogn.*, 2002, **12**, 17-19.
121. E. G. Perez, J. Saez and B. K. Cassels, *J. Chil. Chem. Soc.*, 2005, **50**, 553-557.
122. N. Nordin, N. A. Majid, N. M. Hashim, M. A. Rahman, Z. Hassan and H. M. Ali, *Drug Design Development and Therapy*, 2015, **9**, 1437-1448.
123. T. T. T. Tran, T. D. Quan, T. H. A. Nguyen and T. V. Sung, *Nat. Prod. Res.*, 2011, **25**, 1361-1365.
124. C. Levrier, M. Balastrier, K. D. Beattie, A. R. Carroll, F. Martin, V. Choomuenwai and R. A. Davis, *Phytochemistry*, 2013, **86**, 121-126.
125. Q. Mu, W. D. Tang, R. Y. Liu, C. M. Li, L. G. Lou, H. D. Sun and C. Q. Hu, *Planta Med.*, 2003, **69**, 826-830.
126. R. Lekphrom, S. Kanokmedhakul and K. Kanokmedhakul, *J. Ethnopharmacol.*, 2009, **125**, 47-50.
127. H. Montenegro, M. Gutiérrez, L. I. Romero, E. Ortega-Barría, T. L. Capson and L. C. Rios, *Planta Med.*, 2003, **69**, 677-679.
128. E. V. Costa, F. D. Marques, M. L. B. Pinheiro, R. M. Braga, C. Delarmelina, M. C. T. Duarte, A. Ruiz, J. E. de Carvalho and B. Maia, *J. Braz. Chem. Soc.*, 2011, **22**, 1111-U1149.
129. V. Mahiou, F. Roblot, A. Fournet and R. Hocquemiller, *Phytochemistry*, 2000, **54**, 709-716.
130. D. Rabelo, M. L. B. Pinheiro, A. Barison, K. S. Salomé, E. V. Costa, F. M. A. da Silva, Y. O. Chaves and I. D. Bastos, *Quim. Nova*, 2014, **37**, 1453-1458.
131. J. A. Lopez, J. G. Laurito, F. T. Lin, M. Sharaf, L. K. Wong and P. L. Schiff, Jr., *Planta Med.*, 1993, **59**, 191.
132. V. Mahiou, F. Roblot, R. Hocquemiller, A. Cave, A. R. Dearias, A. Inchausti, G. Yaluff, A. Fournet and A. Angelo, *J. Nat. Prod.*, 1994, **57**, 890-895.
133. E. V. Costa, L. N. Soares, M. L. B. Pinheiro, B. Maia, F. A. Marques, A. Barison, J. Almeida, I. L. Sousa, R. S. Galaverna, G. Heerdt, N. H. Morgon, L. D. R. Acho, E. S. Lima, F. M. A. da

- Silva and H. H. F. Koolen, *Phytochemistry*, 2018, **145**, 18-25.
134. E. V. Costa, M. L. B. Pinheiro, B. Maia, F. A. Marques, A. Ruiz, G. M. Marchetti, J. E. de Carvalho, M. B. P. Soares, C. O. S. Costa, A. F. C. Galvao, N. P. Lopes, H. H. F. Koolen, D. P. Bezerra and A. Barison, *J. Nat. Prod.*, 2016, **79**, 1524-1531.
135. E. V. Costa, P. E. O. da Cruz, M. L. B. Pinheiro, F. A. Marques, A. Ruiz, G. M. Marchetti, J. E. de Carvalho, A. Barison and B. Maia, *J. Braz. Chem. Soc.*, 2013, **24**, 788-+.
136. H. Dehaussy, M. Tits and L. Angenot, *Planta Med.*, 1983, **49**, 25-27.
137. A. R. dos Santos, C. Pires, F. A. Marques, A. Q. Lobao and B. Maia, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2017, **73**, 1-2.
138. M. D. C. Santos, L. M. Dutra, V. R. D. Moraes, A. Barison and E. V. Costa, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2015, **60**, 106-109.
139. M. Rodriguez, E. Bastidas, M. Rodriguez, E. Lucena, A. Castillo and M. Hasegawa, *Nat. Prod. Commun.*, 2008, **3**, 515-518.
140. E. M. K. Wijeratne, B. D. Lankananda, Y. Tezuka, T. Nagaoka and A. A. L. Gunatilaka, *J. Nat. Prod.*, 2001, **64**, 1465-1467.
141. Y. C. Wu, C. Y. Duh, S. K. Wang, K. S. Chen and T. H. Yang, *J. Nat. Prod.*, 1990, **53**, 1327-1331.
142. W. Panidthananon, T. Chaowasku, B. Sritularak and K. Likhitwitayawuid, *Molecules*, 2018, **23**.
143. O. Uadkla, S. Yodkeeree, M. Buayairaksa, P. Meepowpan, N. Nuntasaen, P. Limtrakul and W. Pompimon, *Pharm. Biol.*, 2013, **51**, 400-404.
144. W. Sesang, S. Punyanitya, S. Pitchuanom, P. Udomputtimekakul, N. Nuntasaen, R. Banjerpongchai, B. Wudtiwai and W. Pompimon, *Molecules*, 2014, **19**, 8762-8772.
145. A. I. Waechter, A. Cave, R. Hocquemiller, C. Bories, V. Munoz and A. Fournet, *Phytother. Res.*, 1999, **13**, 175-177.
146. F. M. A. da Silva, A. D. L. de Souza, H. H. F. Koolen, A. Barison, M. E. Vendramin, E. V. Costa, A. G. Ferreira and M. L. B. Pinheiro, *Phytochem. Anal.*, 2014, **25**, 45-49.
147. F. M. A. da Silva, F. A. da Silva, C. A. S. de Souza, J. B. Maciel, E. V. Costa, A. Barison, H. H. F. Koolen, A. D. L. de Souza and M. L. B. Pinheiro, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2018, **79**, 12-14.
148. F. M. A. da Silva, F. A. da Silva Filho, B. R. de Lima, R. A. de Almeida, D. M. Mendonca, R. C. Pereira Junior, L. M. Dutra, A. Barison, H. H. F. Koolen, A. D. L. de Souza and M. L. B. Pinheiro, *Helv. Chim. Acta*, 2016, **99**, 494-498.
149. F. M. A. da Silva, F. A. da Silva, C. A. S. de Souza, J. B. Maciel, E. V. Costa, A. Barison, H. H. F. Koolen, A. D. L. de Souza and M. L. B. Pinheiro, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2018, **79**, 69-71.
150. Y. Liu, Y. W. Li, F. W. Muema, H. Zhang, A. J. Seukep and M. Q. Guo, *J. Funct. Foods*, 2023, **106**, 105601.
151. L. P. S. Pimenta and D. D. Mendonca, *Nat. Prod. Res.*, 2012, **26**, 1948-1950.
152. S. Granell, I. Andreu, D. Marti, A. Cave, R. Aragon, E. Estornell, D. Cortes and M. C. Zafra-Polo, *Planta Med.*, 2004, **70**, 266-268.
153. L. R. A. Menezes, C. O. D. Costa, A. Rodrigues, F. R. D. Santo, A. Nepel, L. M. Dutra, F. M. A. Silva, M. B. P. Soares, A. Barison, E. V. Costa and D. P. Bezerra, *Molecules*, 2016, **21**, 890.
154. M. G. S. Vieira, N. V. Gramosa and E. R. Silveira, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2021, **95**, 104229.
155. D. C. Gontijo, M. F. A. do Nascimento, G. C. Brandao and A. B. de Oliveira, *Nat. Prod. Res.*, 2020, **34**, 3526-3530.
156. Y. G. Guo, Y. H. Ding, G. J. Wu, S. L. Zhu, Y. F. Sun, S. K. Yan, F. Qian, H. Z. Jin and W. D. Zhang, *Fitoterapia*, 2018, **127**, 96-100.
157. H. Takatsu, T. Yamadaya, K. Furihata, M. Ogata, T. Endo, K. Kojima and S. Urano, *J. Nat. Prod.*, 2005, **68**, 430-431.
158. Z. X. Hu, H. Y. Tang, X. H. Yan, Y. R. Zeng, H. A. Aisa, Y. Zhang and X. J. Hao, *Phytochem. Lett.*, 2019, **29**, 6-11.
159. N. Ablajan, B. Zhao, X. Wenjuan, J. Zhao, S. S. Sagdullaev, Z. Guoan and H. A. Aisa, *Nat. Prod. Res.*, 2023, **37**, 1382-1385.
160. X. D. Qin, S. Yang, Y. Zhao, Y. Gao, F. C. Ren, D. Y. Zhang and F. Wang, *Chem. Nat. Compd.*, 2017, **53**, 501-503.
161. Y. L. Zhou, D. N. Zhang, J. X. Qiao, J. Wu, Y. M. Yan, Z. X. Cao, C. Peng and Y. Z. Tan, *Phytochemistry*, 2023, **207**, 113558.
162. J. S. Shin, H. S. Yun-Choi, E. I. Kim and M. K. Lee, *Planta Med.*, 1999, **65**, 452-455.
163. T. M. Gabbasov, E. M. Tsyrlina, M. S. Yunusov, V. V. Teslenko, A. V. Salokhin, Y. E. Sabutskii and P. G. Gorovoi, *Chem. Nat. Compd.*, 2014, **50**, 1156-1157.
164. H. Takayama, Y. Hitotsuyanagi, K. Yamaguchi, N. Aimi and S. Sakai, *Chem. Pharm. Bull.*,

- 1992, **40**, 2927-2931.
165. C. L. Winek, J. L. Beal and M. P. Cava, *J. Pharm. Sci.*, 1964, **53**, 734-737.
 166. G. H. Constantine, Jr., M. R. Vitek, K. Sheth, P. Catalfomo and L. A. Sciuchetti, *J. Pharm. Sci.*, 1966, **55**, 982-984.
 167. D. Nikolic, D. C. Lankin, T. Cisowska, S.-N. Chen, G. F. Pauli and R. B. van Breemen, *Recent Adv. Phytochem.*, 2015, **45**, 31-75.
 168. L. Dai, B. Li, X. Yang, Y. Wang, H. Pan, J. Zhang and X. Shang, *Front. Nutr.*, 2022, **9**, 850714.
 169. J. H. Chen, Z. Z. Du, Y. M. Shen and Y. P. Yang, *Arch. Pharm. Res.*, 2009, **32**, 3-5.
 170. H. K. Desai, B. S. Joshi, S. W. Pelletier, B. Sener, F. Bingol and T. Baykal, *Heterocycles*, 1993, **36**, 1081-1089.
 171. Y. Lin, H. C. Guo, Y. Kuang, Z. P. Shang, B. Li, K. Chen, L. L. Xu, X. Qiao, H. Liang and M. Ye, *Fitoterapia*, 2020, **141**, 104464.
 172. I. K. Park, H. S. Lee, S. G. Lee, J. D. Park and Y. J. Ahn, *J. Econ. Entomol.*, 2000, **93**, 331-335.
 173. H. Lee, L. T. Tuong, J. H. Jeong, S. J. Lee, G. U. Bae and J. H. Ryu, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2017, **27**, 1401-1404.
 174. A. Misra, M. K. Chaudhary, P. Rawat, D. Tripathi, S. K. Barik and S. Srivastava, *Fitoterapia*, 2024, **177**, 106050.
 175. W. Herath, D. Ferreira and I. A. Khan, *Nat. Prod. Res.*, 2003, **17**, 269-274.
 176. S. Sathianarayanan, A. V. Ammanath, R. Biswas, A. B. S. Sukumaran and B. Venkidasamy, *Microb. Pathog.*, 2022, **168**, 105594.
 177. G. Blaskó, D. J. Gula and M. Shamma, *J. Nat. Prod.*, 1982, **45**, 105-122.
 178. Y. M. Liu, J. S. Yang and Q. H. Liu, *Chem. Pharm. Bull.*, 2004, **52**, 454-455.
 179. Z. Y. Wang, F. H. Chu, N. N. Gu, Y. Wang, D. Feng, X. Zhao, X. D. Meng, W. T. Zhang, C. F. Li, Y. Chen, S. S. Wei, Z. Q. Ma, R. C. Lin, C. J. Zhao and D. X. Zou, *J. Ethnopharmacol.*, 2021, **271**, 113818.
 180. Z. R. Yan, Z. Y. Wang, B. Wang, P. F. Zhu, X. Wei, H. F. Yu, Y. F. Wang, Y. P. Liu, W. L. Xiao and X. D. Luo, *Fitoterapia*, 2018, **128**, 247-252.
 181. H. Zhang, X. M. Wang, Y. Q. Guo, X. M. Liu, X. Z. Zhao, T. Teka, C. X. Lv, L. F. Han, Y. H. Huang and G. X. Pan, *J. Ethnopharmacol.*, 2021, **268**, 113566.
 182. S. M. Kupchan, K. K. Chakravarti and N. Yokoyama, *J. Pharm. Sci.*, 1963, **52**, 985-988.
 183. L. Z. Lin, S. F. Hu, M. Chu, T. M. Chan, H. Chai, C. K. Angerhofer, J. M. Pezzuto and G. A. Cordell, *Phytochemistry*, 1999, **50**, 829-834.
 184. M. Velcheva, H. Dutschewska and G. Samuelsson, *Acta Pharm. Nord.*, 1992, **4**, 57-58.
 185. D. H. Li, J. Guo, W. Bin, N. Zhao, K. B. Wang, J. Y. Li, Z. L. Li and H. M. Hua, *Arch. Pharm. Res.*, 2016, **39**, 871-877.
 186. A. Kumar, S. R. Chowdhury, T. Sarkar, T. Chakrabarti, H. K. Majumder, T. Jha and S. Mukhopadhyay, *Fitoterapia*, 2016, **109**, 25-30.
 187. R. Istatkova, A. Tashev, P. Popova and S. Philipov, *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 2011, **64**, 1109-1116.
 188. M. P. Velcheva, H. B. Dutschewska, S. Danghaaaghiin, Z. Samdanghiin and Z. Yansanghiin, *Planta Med.*, 1993, **59**, 262-263.
 189. J. Serkedjieva and M. Velcheva, *Antivir. Chem. Chemother.*, 2003, **14**, 75-80.
 190. Q. Jin, D. Yang, Z. Dai, A. Khan, B. Wang, X. Wei, Y. Sun, Y. L. Zhao, Y. F. Wang, Y. P. Liu, X. D. Zhao and X. D. Luo, *Fitoterapia*, 2018, **128**, 204-212.
 191. T. A. Al-Howiriny, M. A. Zemaitis, C. Y. Gao, C. E. Hadden, G. E. Martin, F. T. Lin and P. L. Schiff, *J. Nat. Prod.*, 2001, **64**, 819-822.
 192. D. Dwuma-Badu, T. U. Okarter, A. N. Tackie, J. A. Lopez, D. J. Slatkin, J. E. Knapp and P. L. Schiff, Jr., *J. Pharm. Sci.*, 1977, **66**, 1242-1244.
 193. A. Patra, S. Ghosh and B. Mukherjee, *Magn. Reson. Chem.*, 2010, **48**, 823-828.
 194. M. Rahimizadeh, *Planta Med.*, 1986, 339.
 195. N. S. Roy, N. I. Park, N. S. Kim, Y. Park, B. Y. Kim, Y. D. Kim, J. K. Yu, Y. I. Kim, T. Um, S. Kim and I. Y. Choi, *Plants (Basel)*, 2022, **11**, 2676.
 196. I. A. Basera, A. Girme, V. P. Bhatt and M. B. Shah, *JPC-J. Planar Chromat.*, 2021, **34**, 147-155.
 197. S. Ali, M. Alamzeb, M. U. Rashid and W. N. Setzer, *J. Nat. Prod.*, 2020, **83**, 1383-1393.
 198. M. A. Morales, E. Gonzalez, R. Torres and J. L. Martinez, *Arch. Med. Res.*, 1993, **24**, 177-181.
 199. V. Fajardo, M. Araya, P. Cuadra, A. Oyarzun, A. Gallardo, M. Cueto, A. R. Diaz-Marrero, J. Darias, L. Villarroel, C. Alvarez, Y. Mora-Pérez and P. Joseph-Nathan, *J. Nat. Prod.*, 2009, **72**, 1355-1356.
 200. M. Alamzeb, W. N. Setzer, S. Ali, B. Khan, R. Mamoon Ur, Ihsanullah, S. M. Salman, Adnan, M. Omer, J. Ali and A. Ullah, *Front. Chem.*, 2021, **9**, 711190.

201. G. Azimi, A. Hakakian, M. Ghanadian, A. Joumaa and S. Alamian, *Res. Pharm. Sci.*, 2018, **13**, 149-158.
202. H. Du, T. Xu, H. Yi, X. M. Xu, C. C. Zhao, Y. M. Ge, C. T. Zhang and G. Fan, *Planta Med.*, 2022, **88**, 933-949.
203. S. Ali, G. Badshah, C. Da Ros Montes D'Oca, F. Ramos Campos, N. Nagata, A. Khan, M. de Fátima Costa Santos and A. Barison, *Molecules*, 2020, **25**, 3647.
204. S. Y. Yin, J. J. Lee, Y. M. Kim, C. M. Jin, Y. J. Yang and M. K. Lee, *Nat. Prod. Sci.*, 2004, **10**, 124-128.
205. L. Manosalva, A. Mutis, J. Diaz, A. Urzua, V. Fajardo and A. Quiroz, *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat.*, 2014, **13**, 324-335.
206. B. B. Yu, L. L. Liu, J. D. Yan, J. B. Cao and Y. Cao, *Anti-Cancer Drugs*, 2022, **33**, E178-E185.
207. A. Singh, V. Bajpai, M. Srivastava, K. R. Arya and B. Kumar, *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 2014, **28**, 2089-2100.
208. R. Istatkova, S. Philipov, P. Tuleva, S. Amgalan, J. Samdan and S. Dangaa, *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 2007, **60**, 1177-1182.
209. R. Quevedo, L. Nunez and B. Moreno, *Nat. Prod. Res.*, 2011, **25**, 934-938.
210. C. A. Liu, C. W. W. Beecher and S. X. Zhao, *J. Nat. Prod. (Lloydia)*, 1995, **58**, 1100-1102.
211. R. Suau, R. Rico, J. M. Lopez-Romero, F. Najera and A. Cuevas, *Phytochemistry*, 1998, **49**, 2545-2549.
212. N. I. Park, N. S. Roy, Y. Park, B. S. Choi, M. J. Jeon, J. Y. Oh, B. Y. Kim, Y. D. Kim, Y. I. Kim, T. Um, H. J. Kwak, N. S. Kim, S. Kim and I. Y. Choi, *Plants (Basel)*, 2023, **12**, 1483.
213. T. Z. Woldemariam, J. M. Betz and P. J. Houghton, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 1997, **15**, 839-843.
214. Z. R. Doslov-Kokorus, I. D. Ivanovic, M. R. Simic, V. E. Vajs and N. N. Kovacevic, *J. Serb. Chem. Soc.*, 2006, **71**, 251-255.
215. X. Zhang, M. Oh, S. Kim, J. Kim, H. Kim, S. Kim, P. J. Houghton and W. Whang, *Nat. Prod. Res.*, 2013, **27**, 1067-1074.
216. C. C. Lin, L. T. Ng, F. F. Hsu, D. E. Shieh and L. C. Chiang, *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, 2004, **31**, 65-69.
217. B. R. Jeong and I. Sivanesan, *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 2016, **124**, 453-458.
218. V. Misik, L. Bezakova, L. Malekova and D. Kostalova, *Planta Med.*, 1995, **61**, 372-373.
219. L. Bezakova, V. Misik, L. Malekova, E. Svajdenka and D. Kostalova, *Die Pharmazie*, 1996, **51**, 758-761.
220. Y. Huang, T. J. Wang, J. Wang, G. Yin and J. S. Tu, *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.*, 2020, **43**, 538-546.
221. V. R. Kozhuharov, K. Ivanov and S. Ivanova, *Plants (Basel)*, 2022, **11**, 354.
222. J. Qin, S. Y. Zhang, Y. B. Zhang, L. F. Chen, N. H. Chen, Z. N. Wu, D. Luo, G. C. Wang and Y. L. Li, *Nat. Prod. Res.*, 2021, **35**, 3254-3260.
223. C. Y. Peng, J. Q. Liu, R. Zhang and J. C. Shu, *Nat. Prod. Res.*, 2014, **28**, 1159-1164.
224. B. Kanyinda, B. Diallo, R. Vanhaelen-Fastre and M. Vanhaelen, *Planta Med.*, 1989, **55**, 394.
225. Y. X. Liu, L. Harinantenaina, P. J. Brodie, C. Slebodnick, M. W. Callmander, R. Rakotondrajaona, E. Rakotobe, V. E. Rasamison, K. TenDyke, Y. C. Shen and D. G. I. Kingston, *Magn. Reson. Chem.*, 2013, **51**, 574-579.
226. B. Kanyinda, R. VanhaelenFastre and M. Vanhaelen, *J. Nat. Prod.*, 1995, **58**, 1587-1589.
227. G. E. Hawkes, H. de Wet and J. Li, *Molecules*, 2011, **16**, 9153-9160.
228. M. L. Lohombo-Ekomba, P. N. Okusa, O. Penge, C. Kabongo, M. I. Choudhary and O. E. Kasende, *J. Ethnopharmacol.*, 2004, **93**, 331-335.
229. S. Ayers, D. L. Zink, K. Mohn, J. S. Powell, C. M. Brown, T. Murphy, R. Brand, S. Pretorius, D. Stevenson, D. Thompson and S. B. Singh, *Planta Med.*, 2007, **73**, 296-297.
230. D. K. Semwal, R. B. Semwal, I. Vermaak and A. Viljoen, *J. Ethnopharmacol.*, 2014, **155**, 1011-1028.
231. J. Ribeiro, F. C. Leite, A. S. Calheiros, A. D. Carneiro, J. A. Azeredo, E. F. de Assis, C. D. Dias, M. R. Piuvezam and P. T. Bozza, *Toxins*, 2019, **11**, 705.
232. S. M. Kupchan, A. C. Patel and E. Fujita, *J. Pharm. Sci.*, 1965, **54**, 580-583.
233. L. R. Bernardo, L. K. D. P. Ferreira, L. A. M. P. Ferreira, C. I. D. Vieira, J. B. De Oliveira, L. M. De Lima, A. F. Alves, R. S. Araujo, M. S. Maia, M. T. Scotti, J. M. Barbosa and M. R. Piuvezam, *An. Acad. Bras. Cienc.*, 2022, **94**, e20211327.
234. F. R. Chang and Y. C. Wu, *J. Nat. Prod.*, 2005, **68**, 1056-1060.
235. H. Guinaudeau, L. Z. Lin, N. Ruangrungsi and G. A. Cordell, *J. Nat. Prod.*, 1993, **56**, 1989-1992.

236. H. J. Martin, P. Pachaly and F. Zymalkowski, *Arch. Pharm. (Weinheim)*, 1977, **26**, 314-319.
237. A. Valsan, M. T. Meenu, V. P. Murali, B. Malgija, A. G. Joseph, P. Nisha, K. K. Maiti and K. V. Radhakrishnan, *Acs Omega*, 2023, **8**, 14799-14813.
238. M. Tomita, Y. Okamoto, Y. Nagai, S. Tanaka and T. Hayata, *Yakugaku Zasshi*, 1970, **90**, 1182-1186.
239. R. H. Manske, M. Tomita, K. Fujitani and Y. Okamoto, *Chem. Pharm. Bull.*, 1965, **13**, 1476-1477.
240. Y. F. Yang, Y. Sun, Z. X. Wang, M. J. Yin, R. Z. Sun, L. Xue, X. S. Huang, C. H. Wang and X. H. Yan, *Front. Plant Sci.*, 2022, **13**, 1086335.
241. R. Bi, X.-N. Yang, H.-F. Zhou, L.-Y. Peng, J.-X. Liu and Q.-S. Zhao, *Phytochemistry*, 2022, **200**, 113244.
242. J. Y. Lee, K. J. Kim, J. Kim, S. U. Choi, S. H. Kim and S. Y. Ryu, *Arch. Pharm. Res.*, 2016, **39**, 713-720.
243. R. A. Omole, J. Gathirwa, H. Akala, H. M. Malebo, A. K. Machocho, A. Hassanali and I. O. Ndiege, *Phytochemistry*, 2014, **103**, 123-128.
244. J. T. Blanchfield, D. P. A. Sands, C. H. L. Kennard, K. A. Byriel and W. Kitching, *Phytochemistry*, 2003, **63**, 711-720.
245. D. K. Semwal, R. Badoni, R. Semwal, S. K. Kothiyal, G. J. P. Singh and U. Rawat, *J. Ethnopharmacol.*, 2010, **132**, 369-383.
246. C. Dary, S. S. Bun, G. Herbette, F. Mabrouki, H. Bun, S. Kim, F. Jabbour, S. Hul, B. Baghdikian and E. Ollivier, *Nat. Prod. Res.*, 2017, **31**, 802-809.
247. K. Nakaoji, H. Nayeshiro, T. Tanahashi, Y. Su and N. Nagakura, *Planta Med.*, 1997, **63**, 425-428.
248. N. Kashiwaba, S. Morooka, M. Kimura, M. Ono, J. Toda, H. Suzuki and T. Sano, *J. Nat. Prod.*, 1996, **59**, 476-480.
249. N. Kashiwaba, M. Ono, J. Toda, H. Suzuki and T. Sano, *J. Nat. Prod.*, 2000, **63**, 477-479.
250. T. Y. Gorpenchenko, V. P. Grigorichuk, S. A. Fedoreyev, D. V. Tarbeeva, G. K. Tchernoded and V. P. Bulgakov, *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 2017, **128**, 67-76.
251. M. R. Camacho, G. C. Kirby, D. C. Warhurst, S. L. Croft and J. D. Phillipson, *Planta Med.*, 2000, **66**, 478-480.
252. K. Likhitwitayawuid, C. K. Angerhofer, G. A. Cordell, J. M. Pezzuto and N. Ruangrunsi, *J. Nat. Prod.*, 1993, **56**, 30-38.
253. Y.-B. Zhou, Y.-F. Wang, Y. Zhang, L.-Y. Zheng, X.-A. Yang, N. Wang, J.-H. Jiang, F. Ma, D.-T. Yin, C.-Y. Sun and Q.-D. Wang, *Eur. J. Pharmacol.*, 2012, **683**, 10-15.
254. D. K. Semwal, U. Rawat, R. Semwal, R. Singh and G. J. P. Singh, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2010, **12**, 99-105.
255. L. B. Zhang and G. X. Rao, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2009, **37**, 622-625.
256. W. Chaichompoo, P. Rojsitthisak, W. Pabuprapap, Y. Siri wattanasathien, P. Yotmanee, W. Haritakun and A. Suksamrarn, *RSC Adv.*, 2021, **11**, 21153-21169.
257. T. M. Hung, N. H. Dang, J. C. Kim, H. S. Jang, S. W. Ryou, J. H. Lee, J. S. Choi, K. Bae and B. S. Min, *Planta Med.*, 2010, **76**, 1762-1764.
258. A. Chea, S. S. Bun, N. Azas, M. Gasquet, S. Bory, E. Ollivier and R. Elias, *Nat. Prod. Res.*, 2010, **24**, 1766-1770.
259. S. T. Wang, L. L. Tian, Y. Q. Wang, J. Y. He, K. Yun, S. G. Yan, W. Q. Qian, Y. Ping and J. M. Huang, *Phytochem. Anal.*, 2022, **33**, 239-248.
260. X. Y. An, J. Yang, M. Wang, H. Y. Zhang, C. Li, K. D. Yao and F. L. Yao, *Int. J. Pharm.*, 2008, **350**, 257-264.
261. R. Z. Wang, J. Zhou, G. R. Shi, Y. F. Liu and D. Q. Yu, *Fitoterapia*, 2020, **143**, 104551.
262. Y. Qian, H. Xie, T. Zuo, X. Li, Y. Hu, H. Wang, X. Gao and W. Yang, *World J. Tradit. Chin. Med.*, 2021, **7**, 120-129.
263. R. Z. Wang, Y. F. Liu, G. R. Shi, J. Zhou, J. Y. Li, L. Li, J. Q. Yuan, X. Y. Li and D. Q. Yu, *Bioorg. Chem.*, 2020, **98**, 103697.
264. J. Banerji, A. Chatterjee, A. Patra, P. Bose, R. Das, B. Das, M. Shamma and B. Tantisewie, *Phytochemistry*, 1994, **36**, 1053-1056.
265. S. Kongkiatpaiboon, N. Duangdee, S. Prateeptongkum and W. Chaijaroenkul, *Nat. Prod. Commun.*, 2016, **11**, 1805-1806.
266. P. M. Le, V. Srivastava, T. T. Nguyen, B. Pradines, M. Madamet, J. Mosnier, T. T. Trinh and H. Lee, *Phytother. Res.*, 2017, **31**, 1357-1368.
267. A. Makarasen, W. Sirithana, S. Mogkhuntod, N. Khunnawutmanotham, N. Chimnoi and S. Techasakul, *Planta Med.*, 2011, **77**, 1519-1524.

268. M. S. Zhang, G. Y. Liang, J. P. Yu and W. D. Pan, *Nat. Prod. Res.*, 2010, **24**, 1243-1247.
269. M. S. Zhang, F. M. Yang, D. P. Wang, J. X. Zhang, Q. Y. Sun, G. Y. Liang and W. D. Pan, *Phytochem. Lett.*, 2012, **5**, 96-99.
270. D. Liao, W. Zhang, P. Gupta, Z. N. Lei, J. Q. Wang, C. Y. Cai, A. A. De Vera, L. Zhang, Z. S. Chen and D. H. Yang, *Molecules*, 2019, **24**, 4383.
271. V. Bajpai, A. Singh, P. Chandra, M. P. S. Negi, N. Kumar and B. Kumar, *Phytochem. Anal.*, 2016, **27**, 92-99.
272. Y. C. Chang, P. W. Hsieh, F. R. Chang, R. R. Wu, C. C. Liaw, K. H. Lee and Y. C. Wu, *Planta Med.*, 2003, **69**, 148-152.
273. Y. C. Chang, F. R. Chang, A. T. Khalil, P. W. Hsieh and Y. C. Wu, *Z. Naturforsch. C. J. Biosci.*, 2003, **58**, 521-526.
274. J. Rubio-Piña and F. Vázquez-Flota, *Curr. Top. Med. Chem.*, 2013, **13**, 2200-2207.
275. T. Siatka, M. Adamcova, L. Opletal, L. Cahlikova, D. Jun, M. Hrabinoval, J. Kunes and J. Chlebek, *Molecules*, 2017, **22**, 1181.
276. E. Sanchez-Arreola, L. R. Hernandez-Molina, J. L. Sanchez-Salas and G. Martinez-Espino, *Pharm. Biol.*, 2006, **44**, 540-543.
277. H. G. Kiryakov, E. Iskrenova, B. Kuzmanov and L. Evstatieva, *Planta Med.*, 1981, **43**, 51-55.
278. P. Wangchuk, P. A. Keller, S. G. Pyne, T. Sastraruji, M. Taweechotipatr, R. Rattanajak, A. Tonsomboon and S. Kamchonwongpaisan, *Nat. Prod. Commun.*, 2012, **7**, 575-580.
279. C. L. Zhang, Q. L. Huang, Q. Zhu, J. Chen, F. Zhang and Z. Y. Cao, *Fitoterapia*, 2020, **144**, 104494.
280. S. Koul, T. K. Razdan, C. S. Andotra, A. K. Kalla, S. Koul and S. C. Taneja, *Planta Med.*, 2002, **68**, 262-265.
281. L. Yuan, J. Yin, M. Tian, J. B. Xie, Y. Wang, Z. G. Hou, Y. B. Li and Y. J. Zhang, *Anal. Methods*, 2016, **8**, 2274-2281.
282. T. T. Hu, X. Zhang, S. Z. Ma and X. S. Yao, *Chin. Chem. Lett.*, 2009, **20**, 955-957.
283. B.-B. Xiao, G.-Y. Xia, L.-Y. Wang, B.-L. Qiu, H. Xia, W.-C. Zhong, G.-H. Tian and S. Lin, *Tetrahedron Lett.*, 2020, **61**, 151890.
284. Y. Fu, Y. Zhou, X. Liao, B. R. Bai, S. L. Peng and L. S. Ding, *Planta Med.*, 2009, **75**, 547-549.
285. J. Y. Zhou, X. J. Tong, W. Y. Lian and Q. C. Fang, *Planta Med.*, 1991, **57**, 156-158.
286. X. F. Niu, H. B. Xu, X. Liu, T. Fan and L. Qi, *Chem. Nat. Compd.*, 2013, **49**, 187-189.
287. M. Goel, U. P. Singh, R. N. Jha, V. B. Pandey and M. B. Pandey, *Folia Microbiol.*, 2003, **48**, 363-368.
288. J. Zhang, C. Zhang, F. C. Xu, Quesheng, Q. Y. Zhang, P. F. Tu and H. Liang, *Phytochemistry*, 2019, **159**, 199-207.
289. J. Zhang, Q. Y. Zhang, P. F. Tu, F. C. Xu and H. Liang, *J. Nat. Prod.*, 2018, **81**, 364-370.
290. M. Naseri, S. A. Emami, J. Asili, Z. Tayarani-Najaran, G. Dehghan, B. Schneider and M. Iranshahi, *Bioorg. Chem.*, 2018, **77**, 651-659.
291. K. C. Du, Y. X. Liu, K. Q. Zong, Y. M. Wang, J. H. Li and D. L. Meng, *Phytochemistry*, 2022, **200**, 113240.
292. K. H. Kim, C. J. Piao, S. U. Choi, M. W. Son and K. R. Lee, *Planta Med.*, 2010, **76**, 1732-1738.
293. A. Borghini, D. Pietra, C. di Trapani, P. Madau, G. Lubinu and A. M. Bianucci, *Ind. Crops Prod.*, 2015, **64**, 25-32.
294. G. Rucker, E. Breitmaier, G. L. Zhang and R. Mayer, *Phytochemistry*, 1994, **36**, 519-523.
295. Q. B. He, X. B. Li, X. L. Wang, H. X. Lou and P. H. Fan, *Phytochem. Lett.*, 2022, **49**, 12-20.
296. H. Jiang, T. Hou, Y. Han, S. B. Lu, L. Liu, D. X. Li, Y. H. Zhu, H. Huang, W. J. Li, X. Y. Xue, Y. F. Liu and X. M. Liang, *Fitoterapia*, 2023, **165**, 105397.
297. A. Petruczynik, T. Plech, T. Tuzimski, J. Misiurek, B. Kaproń, D. Misiurek, M. Szultka-Młyńska, B. Buszewski and M. Waksmondzka-Hajnos, *Toxins (Basel)*, 2019, **11**, 575.
298. A. Och, K. Szewczyk, Ł. Pecio, A. Stochmal, D. Załuski and A. Bogucka-Kocka, *Oxid. Med. Cell. Longev.*, 2017, **2017**, 9369872.
299. W. G. Ma, Y. Fukushi, S. Tahara and T. Osawa, *Fitoterapia*, 2000, **71**, 527-534.
300. J. Suchomelová, H. Bochoráková, H. Paulová, P. Musil and E. Táborská, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2007, **44**, 283-287.
301. Y. L. Chen, M. Li, J. J. Liu, Q. Yan, M. Zhong, J. X. Liu, D. L. Di and J. X. Liu, *J. Sep. Sci.*, 2015, **38**, 9-17.
302. Y. Tian, Z. Q. Wang, X. Xu, Y. Q. Guo, Y. N. Ma, Y. Q. Lu, M. W. Shen, Y. Geng, H. Tomás, J. Rodrigues and R. L. Sheng, *Nat. Prod. Res.*, 2024, DOI: 10.1080/14786419.2024.2335669, 1-18.

303. Y. L. Chen, R. X. Li, R. R. Gao, Q. Yan, M. Zhong, J. X. Liu, Q. Y. Zhao and D. L. Di, *Anal. Methods*, 2016, **8**, 2645-2652.
304. C. Seger, S. Sturm, E. M. Strasser, E. Ellmerer and H. Stuppner, *Magn. Reson. Chem.*, 2004, **42**, 882-886.
305. V. B. Pandey, A. B. Ray and B. Dasgupta, *Phytochemistry*, 1976, **15**, 545-546.
306. A. Rathi, A. K. Srivastava, A. Shirwalkar, A. K. S. Rawat and S. Mehrotra, *Phytomedicine*, 2008, **15**, 470-477.
307. E. Taborska, H. Bochorakova, J. Sousek, P. Sedmera, V. Havlicek and V. Simanek, *Heterocycles*, 1997, **45**, 817-821.
308. I. Naz, S. Abdulkafi, I. Munir, M. Ahmad, A. Ali, A. Sultan, J. E. Palomares-Rius, S. Ali and I. Ahmad, *Crop Prot.*, 2016, **81**, 138-144.
309. B. Gözler, T. Gözler and M. Shamma, *Tetrahedron*, 1983, **39**, 577-580.
310. L. Cahlikova, K. Macakova, J. Kunes, M. Kurfurst, L. Opletal, J. Cvacka, J. Chlebek and G. Blunden, *Nat. Prod. Commun.*, 2010, **5**, 1035-1038.
311. A. Becker, Y. Yamada and F. Sato, *Front. Plant Sci.*, 2023, **14**, 1084358.
312. N. Ikezawa, K. Iwasa and F. Sato, *Plant Cell Rep.*, 2009, **28**, 123-133.
313. T. Akaberi, K. Shourgashti, S. A. Emami and M. Akaberi, *Phytochemistry*, 2021, **191**, 112923.
314. T. K. Saygi, N. R. Tan, G. O. A. Toraman, C. U. Gurer, O. Tugay and G. Topcu, *Pharm. Biol.*, 2023, **61**, 907-917.
315. T. Doncheva, I. Doycheva and S. Philipov, *Biochem. Syst. Ecol.*, 2016, **68**, 1-5.
316. A. Shafiee, K. Morteza-Semnani and M. Amini, *J. Nat. Prod.*, 1998, **61**, 1564-1565.
317. A. Shafiee, I. Lalezari and O. Rahimi, *Lloydia*, 1977, **40**, 352-355.
318. E. Taborska, H. Bochorakova, P. Sedmera, I. Valka and V. Simanek, *Heterocycles*, 1995, **41**, 799-805.
319. X. Y. Shang, H. S. Jiao, Y. C. Yang and J. G. Shi, *Chin. Chem. Lett.*, 2003, **14**, 597-598.
320. H. F. Wu, L. S. Ding, J. W. Shen, H. J. Zhu and X. F. Zhang, *Fitoterapia*, 2009, **80**, 252-254.
321. G. Sariyar and M. Shamma, *J. Nat. Prod.*, 1988, **51**, 802-803.
322. A. Sari, A. I. Gray and G. Sariyar, *Nat. Prod. Res.*, 2004, **18**, 265-268.
323. J. H. Oh, I. J. Ha, M. Y. Lee, E. O. Kim, D. Park, J. H. Lee, S. G. Lee, D. W. Kim, T. H. Lee, E. J. Lee and C. K. Kim, *J. Sep. Sci.*, 2018, **41**, 2517-2527.
324. I. Coban, G. G. Toplan, B. Ozbek, C. U. Gurer and G. Sariyar, *Pharm. Biol.*, 2017, **55**, 1894-1898.
325. F. Labanca, J. Ovesna and L. Milella, *Phytochem. Rev.*, 2018, **17**, 853-871.
326. J. S. Morris and P. J. Facchini, *J. Biol. Chem.*, 2016, **291**, 23416-23427.
327. Z. X. Qing, P. Cheng, X. B. Liu, Y. S. Liu and J. G. Zeng, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2015, **103**, 26-34.
328. P. Huang, M. Xu, L. G. Xia, Z. X. Qing, Q. Tang, W. Liu and J. G. Zeng, *Sci. Hortic.*, 2017, **226**, 302-306.
329. W. J. Hu, F. Yang, W. X. Liu, L. Y. Guo, L. W. Ai, X. M. Zhang, Z. L. Sheng and C. B. Gao, *Front. Vet. Sci.*, 2021, **8**, 752767.
330. K. Sebrlova, O. Pes, I. Slaninova, O. Vymazal, J. Kantorova and E. Taborska, *Chem. Pap.*, 2015, **69**, 698-708.
331. C. Xu, Y. Zhang and R. X. Tan, *Fitoterapia*, 2004, **75**, 239-241.
332. I. M. Menéndez-Perdomo and P. J. Facchini, *Molecules*, 2018, **23**, 2899.
333. Y. Deng, T. J. Tang, X. Li and F. E. Wu, *Nat. Prod. Res.*, 2007, **21**, 28-32.
334. X. Y. Xian, B. H. Sun, X. T. Ye, G. Y. Zhang, P. Y. Hou and H. Y. Gao, *J. Sep. Sci.*, 2014, **37**, 1533-1545.
335. R. N. Alolga, Y. Fan, G. Zhang, J. Li, Y. J. Zhao, J. L. Kakila, Y. Chen, P. Li and L. W. Qi, *Sci. Rep.*, 2015, **5**, 12961.
336. J. J. Chen, H. Y. Fang, C. Y. Duh and I. S. Chen, *Planta Med.*, 2005, **71**, 470-475.
337. Y. Deng, T. T. Ding, L. L. Deng, X. J. Hao and S. Z. Mu, *BMC Chem.*, 2021, **15**, 44.
338. C. F. Wang, C. X. You, K. Yang, S. S. Guo, Z. F. Geng, L. Fan, S. S. Du, Z. W. Deng and Y. Y. Wang, *Ind. Crops Prod.*, 2015, **74**, 407-411.
339. C. D. Goodman, I. Austarheim, V. Mollard, B. Mikolo, K. E. Malterud, G. I. McFadden and H. Wangensteen, *Malar. J.*, 2016, **15**, 481.
340. H. L. Zhang, X. Q. Gan, Q. F. Fan, J. J. Yang, P. Zhang, H. B. Hu and Q. S. Song, *Sci. Rep.*, 2017, **7**.
341. S. J. Wu and I. S. Chen, *Phytochemistry*, 1993, **34**, 1659-1661.
342. R. S. Costa, M. O. Lins, M. Le Hyaric, T. F. Barros and E. S. Velozo, *Rev. Bras. Farmacogn.*, 2017, **27**, 195-198.

343. P. S. Liu, X. J. Lan, X. J. Tao, J. Y. Tian, X. X. Ying and D. Stien, *Nat. Prod. Res.*, 2024, **38**, 68-77.
344. Y. S. Cai, C. Wang, C. K. Tian, W. T. Sun, L. Chen, D. Xiao, S. Y. Zhou, G. F. Qiu, J. Q. Yu, K. K. Zhu and S. P. Yang, *J. Nat. Prod.*, 2019, **82**, 2645-2652.
345. H. Minami, J. S. Kim, N. Ikezawa, T. Takemura, T. Katayama, H. Kumagai and F. Sato, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2008, **105**, 7393-7398.
346. J. S. Kim, A. Nakagawa, Y. Yamazaki, E. Matsumura, T. Koyanagi, H. Minami, T. Katayama, F. Sato and H. Kumagai, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2013, **77**, 2166-2168.
347. A. Nakagawa, H. Minami, J. S. Kim, T. Koyanagi, T. Katayama, F. Sato and H. Kumagai, *Nat. Commun.*, 2011, **2**, 326.
348. E. Matsumura, A. Nakagawa, Y. Tomabechei, S. Ikushiro, T. Sakaki, T. Katayama, K. Yamamoto, H. Kumagai, F. Sato and H. Minami, *Sci. Rep.*, 2018, **8**, 7980.
349. D. Y. Guo, S. J. Kong, Y. Sun, X. Li and H. Pan, *Biotechnol. Bioeng.*, 2021, **118**, 4635-4642.
350. K. M. Hawkins and C. D. Smolke, *Nat. Chem. Biol.*, 2008, **4**, 564-573.
351. W. C. DeLoache, Z. N. Russ, L. Narcross, A. M. Gonzales, V. J. J. Martin and J. E. Dueber, *Nat. Chem. Biol.*, 2015, **11**, 465-+.
352. I. J. Trenchard, M. S. Siddiqui, K. Thodey and C. D. Smolke, *Metab. Eng.*, 2015, **31**, 74-83.
353. M. E. Pyne, K. Kevvai, P. S. Grewal, L. Narcross, B. Choi, L. Bourgeois, J. E. Dueber and V. J. J. Martin, *Nat. Commun.*, 2020, **11**, 3337.
354. O. K. Jamil, A. Cravens, J. T. Payne, C. Y. Kim and C. D. Smolke, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2022, **119**, e2205848119.
355. K. Thodey, S. Galanie and C. D. Smolke, *Nat. Chem. Biol.*, 2014, **10**, 837-+.
356. S. Galanie, K. Thodey, I. J. Trenchard, M. Filsinger Interrante and C. D. Smolke, *Science*, 2015, **349**, 1095-1100.
357. A. Nakagawa, E. Matsumura, T. Koyanagi, T. Katayama, N. Kawano, K. Yoshimatsu, K. Yamamoto, H. Kumagai, F. Sato and H. Minami, *Nat. Commun.*, 2016, **7**.
358. I. J. Trenchard and C. D. Smolke, *Metab. Eng.*, 2015, **30**, 96-104.
359. S. Galanie and C. D. Smolke, *Microb. Cell Fact.*, 2015, **14**, 144.
360. J. N. Han and S. J. Li, *Commun. Chem.*, 2023, **6**, 27.
361. X. Y. Liu, X. Jiao, Y. T. Cheng, Y. Ma, J. L. Bu, B. L. Jin, Q. S. Li, Z. M. Hu, J. F. Tang, C. J. S. Lai, J. Wang, G. H. Cui, Y. Chen, J. Guo and L. Q. Huang, *Microb. Cell Fact.*, 2023, **22**, 23.
362. Y. R. Li and C. D. Smolke, *Nat. Commun.*, 2016, **7**.
363. Y. R. Li, S. J. Li, K. Thodey, I. Trenchard, A. Cravens and C. D. Smolke, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2018, **115**, E3922-E3931.
364. J. T. Payne, T. R. Valentic and C. D. Smolke, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2021, **118**, e2112520118.