

Electronic Supplementary Information

Chemistry and biological activities of hetisine-type diterpenoid alkaloids

Tianpeng Yin, Huixia Zhang, Wei Zhang *, and Zhihong Jiang *

Table 1S. The name, plant source, and reference of hetisine-type DAs.

No	Name	Plants
1	Spirasine XI	<i>S. japonica</i> var. <i>fortunei</i> ¹
2	Spirasine IV	<i>S. japonica</i> var. <i>fortunei</i> ¹
3	Spirasine IX	<i>S. japonica</i> var. <i>fortunei</i> ¹
4	Nominine (11-deoxykobusine)	<i>A. finetianum</i> ² , <i>A. ibukiense</i> ³ , <i>A. sanyoense</i> ⁴ , <i>A. zeravschanicum</i> ⁵ <i>D. tongolese</i> ⁶
5	Cossonidine (davisine)	<i>D. cadiopetalum</i> ⁷ , <i>D. cossonianum</i> ⁷ , <i>D. davisii</i> ⁸
6	Spirasine X	<i>S. japonica</i> ⁹
7	Vilmorrianine E	<i>A. vilmorrianum</i> ¹⁰
8	Sanyonamine (2 α -hydroxynominine)	<i>A. sanyoense</i> ¹¹ , <i>A. sanyoense</i> var. <i>tonense</i> ¹² <i>D. cadiopetalum</i> ⁷ , <i>D. cossonianum</i>
9	Kobusine	<i>A. lucidusculum</i> ⁷ , <i>A. japonicum</i> subsp. <i>subcuneatum</i> ¹³ , <i>A. orientale</i> ¹⁴ , <i>A. sachalinense</i> ^{15, 16} , <i>A. yesoense</i> var. <i>macroyesoense</i> ¹⁷ <i>D. davisii</i> ⁸
10	Tatsienenseine C	<i>D. tatsienense</i> ¹⁸
11	1 α ,11,13 β -trihydroxyhetisine	<i>A. heterophyllum</i> ¹⁹
12	7 α -hydroxycossonidine	<i>C. oliveriana</i> ²⁰
13	Hetisine	<i>A. anthora</i> ²¹ , <i>A. coreanum</i> ²² , <i>A. heterophyllum</i> ²³ , <i>A. kusnezoffii</i> ²⁴ , <i>A. palmatum</i> ²⁵ , <i>A. rotundifolium</i> ²⁶ , <i>A. zeravschanicum</i> ²⁷ <i>C. anthoroidea</i> ²⁸ , <i>C. axilliflora</i> ²⁹ , <i>C. olopetala</i> ³⁰ , <i>C. stenocarpa</i> ³¹ <i>D. buschianum</i> ³² , <i>D. cardinale</i> ³³ , <i>D. crispulum</i> ³⁴ , <i>D. davisii</i> ³⁵ , <i>D. delavayi</i> var. <i>pogonanthum</i> ³⁶ , <i>D. elatum</i> ^{37, 38} , <i>D. fissum</i> subsp. <i>anatolicum</i> ³⁹ , <i>D. nudicaule</i> ⁴⁰ , <i>D. nuttallianum</i> ⁴¹ , <i>D. occidentale</i> ⁴² , <i>D. omeiense</i> ⁴³ , <i>D. peregrinum</i> ⁴⁴ , <i>D. peregrinum</i> var. <i>elongatum</i> ⁴⁵ , <i>D. tatsienense</i> ⁴⁶ , <i>D. tongolese</i> ⁴⁷ , <i>D. trichophorum</i> ⁸ , <i>D. venulosum</i> ⁴⁸ , <i>D. virgatum</i> ⁴⁹
14	13-O-acetylhetisine	<i>A. naviculare</i> ⁵⁰ , <i>A. palmatum</i> ⁵¹ <i>C. anthoroidea</i> ²⁸ <i>D. anthriscifolium</i> var. <i>majus</i> ⁵² , <i>D. macrocentrum</i> ⁵³ , <i>D. nuttallianum</i> ⁵⁴

15	2,11,13-Triacetylhetisine	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
16	Hetisinone	<i>A. anthora</i> ⁵⁶ , <i>A. coreanum</i> ^{57,58} , <i>A. heterophyllum</i> ¹⁹ , <i>A. moldavicum</i> ⁵⁹ , <i>A. naviculare</i> ⁵¹ , <i>A. rotundifolium</i> ²⁶ , <i>A. tanguticum</i> ⁶⁰ <i>C. regalis</i> ⁶¹ , <i>C. stenocarpa</i> ³¹ , <i>D. cardinale</i> ⁶² , <i>D. davisii</i> ⁶³ , <i>D. fissum</i> subsp. <i>anatolicum</i> ⁶⁴ , <i>D. gracile</i> ⁶⁵ , <i>D. nudicaule</i> ⁴² , <i>D. occidentale</i> ⁴⁷ , <i>D. peregrinum</i> var. <i>elongatum</i> ³² , <i>D. tatsienense</i> ⁴⁰ , <i>D. trichophorum</i> ⁶⁶ , <i>D. venulosum</i> ⁶⁷ , <i>D. virgatum</i> ³⁴
17	Venuluson	<i>D. venulosum</i> ⁶⁸
18	Fissumine	<i>D. fissum</i> subsp. <i>anatolicum</i> ⁶⁴
19	Guan-fu base V	<i>A. coreanum</i> ⁶⁹
20	Palmasine	<i>A. palmatum</i> ⁵⁰
21	Palmadine	<i>A. palmatum</i> ⁵⁰
22	Hanamisine	<i>A. sanyoense</i> ⁷⁰
23	Isohypognavine	<i>A. crassicaule</i> ⁷¹ , <i>A. japonicum</i> ⁷²
24	Souline F	<i>D. souliei</i> ⁷³
25	Crassicauline B	<i>A. crassicaule</i> ⁷¹
26	Ryosenaminol (1-Deoxyhypognavinol)	<i>A. ibukiense</i> ⁷⁴
27	Ryosenamine	<i>A. ibukiense</i> ⁷⁴ , <i>A. japonicum</i> subsp. <i>subcuneatum</i> ⁷⁵
28	Delfissinol	<i>A. naviculare</i> ⁷⁶ , <i>A. taipaicum</i> ⁷⁷ <i>D. fissum</i> subsp. <i>anatolicum</i> ⁶⁴
29	Delnuttine	<i>D. nuttallianum</i> ⁷⁸
30	Deacetylhanamisine (hanamiyama base)	<i>A. sanyoense</i> ⁷⁰ , <i>A. sanyoense</i> var. <i>tonense</i> ¹²
31	Venudelphine	<i>D. venulosum</i> ⁶⁷
32	Trichodelphinine A	<i>D. trichophorum</i> ⁴⁴
33	Trichodelphinine B	<i>D. trichophorum</i> ⁴⁴
34	Trichodelphinine C	<i>D. trichophorum</i> ⁴⁴
35	Trichodelphinine D	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵ <i>D. trichophorum</i> ⁴⁴
36	Tiantaishandine	<i>D. tiantaishanense</i> ⁷⁹
37	Majusidine B	<i>D. majus</i> ⁸⁰
38	Trichodelphinine E	<i>D. trichophorum</i> ⁴⁴
39	Guan-fu base R	<i>A. coreanum</i> ⁸¹
40	Guan-fu base A1	<i>A. coreanum</i> ⁸²
41	Torokonine	<i>A. japonicum</i> subsp. <i>subcuneatum</i> ¹³ , <i>A. subcuneatum</i> ⁸³
42	Cardiopetamine	<i>A. napellus</i> ⁸⁴ <i>D. cardiopetalum</i> ⁸⁵ , <i>D. gracile</i> ⁸⁶
43	15-Acetylcardiopetamine	<i>A. napellus</i> ⁸⁴ <i>D. cardiopetalum</i> ⁸⁵
44	13-Deoxy-13-oxocardiopetamine acetate	<i>A. napellus</i> ⁸⁷
45	Tangutisine (Guan-fu alcoholamine)	<i>A. coreanum</i> ²² , <i>A. tanguticum</i> ⁸⁸ , <i>A. zeravschanicum</i> ⁸⁹

46	Guan-fu base Y (Acorine)	<i>A. anthora</i> ⁹⁰ , <i>A. coreanum</i> ⁵⁵ <i>D. ternatum</i> ⁹¹
47	Guan-fu base Z	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵ , <i>A. kusnezoffii</i> var. <i>gibbiferum</i> ⁹² , <i>A. tanguticum</i> var. <i>trichocarpum</i> ⁹³ <i>D. ternatum</i> ⁹¹
48	Acoridine	<i>A. coreanum</i> ^{55, 94}
49	Guan-fu base A	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
50	Guan-fu base O	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
51	Guan-fu base F	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
52	Zeravshanisine	<i>A. zeravschanicum</i> ⁸⁹
53	Guan-fu base G	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
54	Hypognavinol	<i>A. sanyoense</i> ⁹⁵
55	Hypognavine	<i>A. sanyoense</i> ⁹⁶ <i>D. ternatum</i> ⁹¹
56	Paniculatine	<i>A. paniculatum</i> ^{97, 98}
57	1- <i>O</i> -Acetylhypognavine	<i>A. sanyoense</i> var. <i>tonense</i> ¹²
58	1,15-Di- <i>O</i> -acetylhypognavine	<i>A. sanyoense</i> var. <i>tonense</i> ¹²
59	Anthoroidine (tadjaconine, tadzhaconine, tadzhakonine)	<i>A. anthoroideum</i> ⁹⁹ , <i>A. tokii</i> ¹⁰⁰ , <i>A. zeravschanicum</i> ¹⁰¹
60	3- <i>epi</i> -ignavinol	<i>A. japonicum</i> var. <i>montanum</i> ¹⁰²
61	Ignavinol (Anhydroignavinol)	<i>A. sanyoense</i> ¹⁰³
62	Ignavine	<i>A. japonicum</i> ¹⁰⁴ , <i>A. sanyoense</i> ¹⁰⁵ , <i>A. tasiromontanum</i> ¹⁰⁶
63	Cossonine	<i>D. cossonianum</i> ¹⁰⁷
64	Coreanine A	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
65	Coreanine B	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
66	Coreanine C	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
67	Coreanine D	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
68	Tanguticine A	<i>A. tanguticum</i> ¹⁰⁸
69	Tanguticine B	<i>A. tanguticum</i> ¹⁰⁸
70	Tanguticine C	<i>A. tanguticum</i> ¹⁰⁸
71	13-Acetylhetisinone	<i>D. cardiopetalum</i> ¹⁰⁹ , <i>D. gracile</i> ⁸⁶ , <i>D. peregrinum</i> ¹¹⁰
72	Cardiopine	<i>D. cardiopetalum</i> ¹¹¹
73	Cardiopinine	<i>D. cardiopetalum</i> ¹¹¹
74	Cardiopimine	<i>D. cardiopetalum</i> ¹¹¹
75	Cardiopidine	<i>D. cardiopetalum</i> ¹¹¹
76	11,13- <i>O</i> -diacetyl-9-deoxyglanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹²
77	13- <i>O</i> -acetyl-9-deoxyglanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹²
78	14- <i>O</i> -acetyl-9-deoxyglanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹²
79	Orientinine	<i>A. orientale</i> ¹¹³ <i>Rumex pictus</i> ¹¹⁴
80	Anthriscifolsine B	<i>D. anthriscifolium</i> var. <i>majus</i> ⁵²
81	13- <i>O</i> -acetyl-glanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹²
82	Glanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹²

83	9-Deoxyglanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹⁵
84	Glandulosine	<i>C. glandulosa</i> ¹¹⁵
85	11,13- <i>O</i> -diacetylglanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹⁵
86	9- <i>O</i> -acetylglanduline	<i>C. glandulosa</i> ¹¹⁵
87	Cardiodine	<i>D. cardiopetalum</i> ¹¹¹
88	Delphigraciline	<i>D. gracile</i> ¹¹⁶
89	Davisinol	<i>D. davisii</i> ⁸ , <i>D. virgatum</i> ¹¹⁷
90	18-Benzoyldavisinol	<i>D. davisii</i> ⁸
91	Guan-fu base S	<i>A. coreanum</i> ^{55, 118}
92	Guan-fu base N	<i>A. coreanum</i> ²²
93	Guan-fu base W	<i>A. coreanum</i> ⁶⁹
94	Zeraconine	<i>A. zeravschanicum</i> ¹¹⁹
95	Delatisine	<i>D. elatum</i> ¹²⁰
96	Orgetine	<i>A. recemulosum</i> ¹⁴
97	Racemulosine A	<i>A. recemulosum</i> ¹²¹
98	Spiradine A	<i>S. japonica</i> ¹²² , <i>S. japonica</i> var. <i>fortunei</i> ^{123, 124} <i>Thalictrum sessile</i> ¹²⁵
99	Spiradine B	<i>S. japonica</i> ^{126, 127} , <i>S. japonica</i> var. <i>fortune</i> ¹²⁸
100	Venulol	<i>A. tanguticum</i> var. <i>trichocarpum</i> ¹²⁹ <i>D. venulosum</i> ⁶⁸
101	Spiradine C	<i>S. japonica</i> ^{126, 127}
102	Spirasine XIV	<i>S. japonica</i> ¹³⁰
103	Spirasine XV	<i>S. japonica</i> ¹³⁰
104	6,15 δ -dihydroxylhetisine	<i>A. heterophyllum</i> ¹⁹
105	Pseudokobusine	<i>A. lucidusculum</i> ¹³¹ , <i>A. nasutum</i> ¹³² , <i>A. yesoense</i> var. <i>macroyesoense</i> ¹³³
106	Panicudine	<i>A. longzhoushanense</i> ¹³⁴ , <i>A. paniculatum</i> ¹³⁵ <i>Rumex pictus</i> ¹¹⁴ <i>Polygonum aviculare</i> ¹³⁶
107	Spirasine XII	<i>S. japonica</i> ¹³⁰
108	Spirasine XIV	<i>S. japonica</i> ¹³⁰
109	Paniculadine	<i>A. paniculatum</i> ¹³⁷
110	Delnuttidine	<i>D. nuttallianum</i> ⁷⁸
111	Yesodine	<i>A. yesoense</i> var. <i>macroyesoense</i> ¹³⁸
112	15-Benzoylpseudokobusine	<i>A. yesoense</i> var. <i>macroyesoense</i> ¹³⁹
113	15-Veratroypseudokobusine	<i>A. yesoense</i> var. <i>macroyesoense</i> ¹³⁹
114	Tatsirine	<i>D. tatsienense</i> ¹⁴⁰
115	Acorientine	<i>A. orientale</i> ¹¹³ , <i>Rumex pictus</i> ¹¹⁴
116	Tatsienenseine B	<i>D. tatsienense</i> ¹⁸
117	Majusidine A	<i>D. majus</i> ⁸⁰
118	Delbidine	<i>D. barbeyi</i> ¹⁴¹ , <i>D. occidentale</i> ¹⁴¹
119	Geyeridine	<i>D. geyeri</i> ¹⁴²
120	Geyerine	<i>D. geyeri</i> ¹⁴²

121	Delnuttaline	<i>D. nuttallianum</i> ⁷⁸
122	Cardionine	<i>D. cardiopetalum</i> ¹⁴³
123	11-Acetylcardionine	<i>D. gracile</i> ¹⁴³
124	Nagaconitine D	<i>A. nagarum</i> var. <i>heterotrichum</i> ¹⁴⁴
125	Tanguticuline E	<i>A. tanguticum</i> ¹⁰⁸
126	Guan-fu base Q	<i>A. coreanum</i> ⁵⁵
127	Guan-fu base T	<i>A. coreanum</i> ¹⁴⁵
128	Guan-fu base U	<i>A. coreanum</i> ¹⁴⁵
129	Anthriscifolsine C	<i>D. anthriscifolium</i> var. <i>majus</i> ⁵²
130	Geyerinine	<i>A. tanguticum</i> var. <i>trichocarpum</i> ¹²⁹ <i>D. geyeri</i> ¹⁴²
131	Acsinatine	<i>A. leucostomum</i> ¹⁴⁶
132	Andersobine	<i>D. andersonii</i> ¹⁴⁷
133	Talatisine	<i>A. talassicum</i> ¹⁴⁸ , <i>A. orientale</i> ¹⁴⁹
134	Vakhmatine	<i>C. ambigua</i> ¹⁵⁰
135	13-O-acetylvakhmatine	<i>C. ambigua</i> ¹⁵⁰
136	Septenine	<i>A. septentrionale</i> ¹⁵¹
137	Septentriosine	<i>C. anthoroidea</i> ²⁸ , <i>D. ternatum</i> ¹⁵² , <i>A. septentrionale</i> ¹⁵³
138	2-Acetyseptentriosine	<i>A. septentrionale</i> ¹⁵⁴
139	Delgramine	<i>D. grandiflorum</i> ^{152, 155}
140	Ternatine	<i>D. ternatum</i> ⁹¹
141	Tanguticuline D	<i>A. tanguticum</i> ¹⁰⁸
142	Laxipilostine	<i>D. laxicymosum</i> var. <i>pilostachyum</i> ¹⁵⁶
143	Laxipilosdine	<i>D. laxicymosum</i> var. <i>pilostachyum</i> ¹⁵⁶
144	Laxipilosline	<i>D. laxicymosum</i> var. <i>pilostachyum</i> ¹⁵⁶
145	Anthriscifolmine J	<i>D. anthriscifolium</i> var. <i>savatieri</i> ¹⁵⁷
146	Flexiosine	<i>D. flexuosum</i> ¹⁵⁸
147	Yunnanenseine B	<i>D. yunnanense</i> ¹⁵⁹
148	Yunnanenseine C	<i>D. yunnanense</i> ¹⁵⁹
149	Anthriscifolmine C	<i>D. anthriscifolium</i> var. <i>majus</i> ⁵² , <i>D. anthriscifolium</i> var. <i>savatieri</i> ¹⁵⁵
150	14-Hydroxyhetisinone N-oxide	<i>D. gracile</i> ¹¹⁶
151	Guan fu base Z N-oxide (14-Hydroxy-2-isobutyrylhetisine N-oxide)	<i>A. coreanum</i> ^{160, 161}
152	Guan fu base F N-oxide	<i>A. coreanum</i> ^{160, 162}
153	Zeraconine N-oxide	<i>A. zeravschanicum</i> ¹¹⁹
154	Guan-fu base X	<i>A. coreanum</i> ^{69, 22}
155	Vilmorrianine F	<i>A. vilmorrianum</i> ¹⁰
156	Vilmorrianine G	<i>A. vilmorrianum</i> ¹⁰
157	2-O-acetyl-7R-hydroxyorochrine	<i>A. orochryseum</i> ¹⁶³

Reference

1. F. Sun and D. Q. Yu, *Acta Pharm. Sin.*, 1985, **20**, 913-917.

2. R. M. Tian, Y. M. Cheng, B. R. Chen, P. Liu, S. H. Jiang, B. N. Zhou, P. J. Zheng and M. Wang, *Acta Chim. Sin.*, 1987, **45**, 776-779.
3. S. Sakai, I. Yamamoto, K. Hotoda, K. Yamaguchi, N. Aimi, E. Yamanaka and T. Okamoto, *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**, 222-237.
4. S. Sakai, I. Yamamoto, K. Yamaguchi, H. Takayama, M. Ito and T. Okamoto, *Chem. Pharm. Bull.*, 1982, **30**, 4579-4582.
5. Z. M. Vaisov, B. T. Salimov, B. Tashkhodzhaev and M. S. Yunusov, *Chem. Nat. Comp.*, 1986, **22**, 623-623.
6. L. He, Y. Z. Chen, L. S. Ding and B. G. Li, *Chin. Trad. Herbal Drugs*, 1997, **28**, 392-395.
7. M. Reina, J. A. Gavín, A. Madinaveitia, R. D. Acosta and G. de la Fuente, *J. Nat. Prod.*, 1996, **59**, 145-147.
8. A. Ulubelen, H. K. Desai, S. K. Srivastava, B. P. Hart, J. C. Park, B. S. Joshi and R. Ilarslan, *J. Nat. Prod.*, 1996, **59**, 360-366.
9. F. Sun, X. T. Liang and D. Q. Yu, *J. Nat. Prod.*, 1987, **50**, 923-926.
10. T. X. Tang, Q. F. Chen, X. Y. Liu, X. X. Jian and F. P. Wang, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2016, **18**, 315-327.
11. S. Sakai, K. Yamaguchi, H. Takayama, I. Yamamoto and T. Okamoto, *Chem. Pharm. Bull.*, 1982, **30**, 4576-4578.
12. H. Takayama, Y. Hitotsuyanagi, K. Yamaguchi, N. Aimi and S. Sakai, *Chem. Pharm. Bull.*, 1992, **40**, 2927-2931.
13. H. Yamashita, M. Miyao, K. Hiramori, D. Kobayashi, Y. Suzuki, M. Mizukami, M. Goto, K. H. Lee and K. Wada, *J. Nat. Med.*, 2020, **74**, 83-89.
14. L. V. Beshitaishvili and M. N. Sultankhodzhaev, *Chem. Nat. Compd.*, 1992, **28**, 206-208.
15. H. Suginome, S. Kakimoto and J. Sonoda, *J. Faculty Sci., Hokkaido Univ., Ser. III Chem*, 1950, 25-32.
16. H. Suginome and H. Simamouti, *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, 1940, **545**, 220-228.
17. K. Wada and N. Kawahara, *Helv. Chim. Acta*, 2009, **92**, 629-637.
18. F. Z. Chen, Q. H. Chen, X. Y. Liu and F. P. Wang, *Helv. Chim. Acta*, 2011, **94**, 853-858.
19. H. Ahmad, S. Ahmad, S. A. A. Shah, A. Latif, M. Ali, F. A. Khan, M. N. Tahir, F. Shaheen, A. Wadood and M. Ahmad, *Bioorg. Med. Chem.*, 2017, **25**, 3368-3376.
20. M. Grandez, A. Madinaveitia, J. A. Gavín, A. Alva and G. de la Fuente, *J. Nat. Prod.*, 2002, **65**, 513-516.
21. A. H. Mericli, F. Mericli, A. Ulubelen, M. Bahar, R. Ilarslan, G. Algul, H. K. Desai, Q. Teng and S. W. Pelletier, *Pharmazie*, 2000, **55**, 696-698.
22. B. N. Xing, S. S. Jin, H. Wang, Q. F. Tang, J. H. Liu, R. Y. Li, J. Y. Liang, Y. Q. Tang and C. H. Yang, *Fitoterapia*, 2014, **94**, 120-126.
23. S. W. Pelletier, R. Aneja and K. W. Gopinath, *Phytochemistry*, 1968, **7**, 625-635.
24. Z. B. Li, G. H. Lu, D. L. Chen and F. P. Wang, *Nat. Prod. Res. Dev.*, 1997, **9**, 9-14.
25. Q. P. Jiang and S. W. Pelletier, *J. Nat. Prod.*, 1991, **54**, 525-531.
26. J. F. Zhang, Y. Li, F. Gao, L. H. Shan and X. L. Zhou, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2019, **21**, 716-724.
27. B. T. Salimov, Z. K. Kuzibaeva and F. N. Dzhakhangirov, *Khimiya Prirodnykh Soedinenii*, 1996, 384-387.
28. S. Suzgec, L. Bitis, U. Sozer, H. Ozcelik, J. Zapp, A. K. Kiemer and A. H. Mericli, *Chem. Nat. Comp.*, 2009, **45**, 287-289.

29. G. De La Fuente, L. Ruiz-Mesía, J. Molero and C. Blanché, *Fitoterapia*, 1996, **67**, 87-88.
30. L. Bitiş, S. Süzgeç, F. Meriçli, H. Özçelik, J. Zapp, H. Becker and A. H. Meriçli, *Pharm. Biol.*, 2008, **44**, 244-246.
31. F. Mericli, A. H. Mericli, N. Tan, H. Oezcelik and A. Ulubelen, *Sci. Pharm.*, 1999, **67**, 313-318.
32. G. De la Fuente and L. Ruiz-Mesía, *Phytochemistry*, 1995, **39**, 1459-1465.
33. C. Y. Zhang, W. L. Sung and D. H. Chen, *Fitoterapia*, 1993, **64**, 188-189.
34. A. H. Mericli, F. Mericli, H. K. Desai, R. Ilarslan, A. Ulubelen and S. W. Pelletier, *Pharmazie*, 2001, **56**, 418-419.
35. L. He, Y. Z. Chen, L. S. Ding and B. G. Li, *Chin. Trad. Herbal Drugs*, 1997, **28**, 392-395.
36. M. Benn, J. F. Richardson and W. Majak, *Heterocycles*, 1986, **24**, 1605-1607.
37. M. H. Benn, *Can. J. Chem.*, 1966, **44**, 1-8.
38. J. A. Goodson, *J. Chem. Soc.*, 1943, 139-141.
39. A. Ulubelen, A. H. Mericli, F. Mericli, U. Kolak, R. Ilarslan, W. Voelter and From, *Phytochemistry*, 1998, **50**, 513-516.
40. S. W. Pelletier, J. A. Glinski, B. S. Joshi and S. Y. Chen, *Heterocycles*, 1983, **20**, 1347-1354.
41. P. Kulanthaivel and M. Benn, *Heterocycles*, 1985, **23**, 2515-2520.
42. S. W. Pelletier, F. M. Harraz, M. M. Badawi, S. Tantiraksachai, F. P. Wang and S. Y. Chen, *Heterocycles* 1986, **24**, 1853-1865.
43. A. Ulubelen, A. H. Mericli and F. Mericli, *J. Nat. Prod.*, 1993, **56**, 780-781.
44. C. Z. Lin, Z. X. Zhao, S. M. Xie, J. H. Mao, C. C. Zhu, X. H. Li, B. Zeren-dawa, K. Suolang-qimei, D. Zhu, T. Q. Xiong and A. Z. Wu, *Phytochemistry*, 2014, **97**, 88-95.
45. F. Mericli, H. Soydan and A. H. Mericli, *Acta Pharm. Sci.*, 2009, **51**, 219-223.
46. W. A. Jacobs and L. C. Craig, *J. Biol. Chem.*, 1942, **143**, 605-609.
47. P. Kulanthaivel, S. W. Pelletier and J. D. Olsen, *Heterocycles*, 1988, **27**, 339-342.
48. A. Ulubelen, A. H. Mericli, F. Mericli, R. Ilarslan and W. Voelter, *Phytochemistry*, 1993, **34**, 1165-1167.
49. L. Bitiş, S. Suzgeç, U. Sozer, H. Ozcelik, J. Zapp, A. K. Kiemer, F. Mericli and A. H. Mericli, *Helv. Chim. Acta*, 2007, **90**, 2217-2221.
50. Q. P. Jiang and S. W. Pelletier, *Tetrahedron Lett.*, 1988, **29**, 1875-1878.
51. S. Z. Huang, J. X. Cao, S. P. Jiang and H. J. Zhu, *Nat. Prod. Res. Dev.*, 2011, **23**, 655-657.
52. L. H. Shan, J. F. Zhang, F. Gao, S. Huang and X. L. Zhou, *Sci. Rep.*, 2017, **7**, 6063.
53. M. H. Benn, I. Francis, Okanga and R. M. Manavu, *Phytochemistry*, 1989, **28**, 919-922.
54. M. Benn, J. F. Richardson and W. Majak, *Heterocycles*, 1986, **24**, 1605-1607.
55. J. B. Xu, Y. Y. Luo, S. Huang, F. Gao and X. L. Zhou, *Chem. Biodivers.*, 2019, **17**, e1900600.
56. P. Forgo, B. Borcsa, D. Csupor, L. Fodor, R. Berkecz, V. A. Molnar and J. Hohmann, *Planta Med.*, 2011, **77**, 368-373.
57. Q. Tang, C. Yang, W. Ye, J. Liu and S. Zhao, *Phytochem. Anal.*, 2008, **19**, 155-159.
58. Y. Han, J. H. Liu and M. S. Wang, *Chin. Trad. Herb. Drugs*, 1994, **25**, 619-621.
59. B. Borcsa, L. Fodor, D. Csupor, P. Forgo, A. Molnár and J. Hohmann, *Planta Med.*, 2014, **80**, 231-236.
60. H. Q. Wang, S. H. Jiang, P. M. Yang, M. H. Ying, S. J. Lin and D. Y. Zhu, *Nat. Prod. Res. Dev.*, 2002, **14**, 13-15.
61. F. Mericli, A. H. Mericli, H. K. Desai, A. Ulubelen and S. W. Pelletier, *Sci. Pharm.*, 2001, **69**, 63-67.
62. M. H. Benn, *Can. J. Chem.*, 1966, **44**, 1-8.

63. A. Ulubelen, H. K. Desai, S. K. Srivastava, B. P. Hart, J. C. Park, B. S. Joshi and R. Ilarslan, *J. Nat. Prod.*, 1996, **59**, 360-366.
64. A. Ulubelen, A. H. Mericli, F. Mericli, R. Ilarslan and W. Voelter, *Phytochemistry*, 1993, **34**, 1165-1167.
65. A. G. Gonzalez, G. De la Fuente, M. Reina and I. Timon, *Heterocycles*, 1984, **22**, 667-669.
66. S. M. Xie, C. Z. Lin, C. C. Zhu, Z. D. Bairi and S. Kangsa, *Chin. J. New Drugs Clin. Remedies*, 2011 **22**, 546-548.
67. A. Ulubelen, A. H. Mericli and F. Mericli, *J. Nat. Prod.*, 1993, **56**, 780-781.
68. A. Ulubelen, A. H. Mericli, F. Mericli, R. Ilarslan and S. A. Matlin, *Phytochemistry*, 1992, **31**, 3239-3241.
69. Q. F. Tang, W. C. Ye, J. H. Liu and C. H. Yang, *Phytochem. Lett.*, 2012, **5**, 397-400.
70. T. Okamoto, H. Sanjoh, K. Yamaguchi, Y. \litaka and S. Saka, *Chem. Pharm. Bull.*, 1983, **31**, 1431-1432.
71. F. P. Wang and X. T. Liang, *Planta Med.*, 1985, **51**, 443-444.
72. E. Ochiai, T. Okamoto, S. Sakai, M. Kaneko, K. Fujisawa, U. Nagai and H. Tani, *Yakugaku Zasshi*, 1956, **76**, 550-553.
73. L. He, Y. J. Pan, X. Pan, B. G. Li and Y. Z. Chen, *Chin. Chem. Lett.*, 1999, **10**, 395-396.
74. S. Sakai, K. Yamaguchi, I. Yamamoto, K. Hotoda, T. Okazaki, N. Aimi and T. Okamoto, *Chem. Pharm. Bull.*, 1983, **31**, 3338-3341.
75. H. Yamashita, K. Takeda, M. Haraguchi, Y. Abe, N. Kuwahara, S. Suzuki, A. Terui, T. Masaka, N. Munakata, M. Uchida, M. Nunokawa, K. Kaneda, M. Goto, K. H. Lee and K. Wada, *J. Nat. Med.*, 2018, **72**, 230-237.
76. L. Gao, X. Wei and L. Yang, *J. Chem. Res.*, 2004, **2004**, 307-308.
77. Y. Q. He, Z. Y. Ma, Q. Yang, B. H. Yao and L. M. Gao, *Acta Pharm. Sin.*, 2008, **43**, 934-937.
78. Y. Bai, F. Sun, M. Benn and W. Majak, *Phytochemistry*, 1994, **37**, 1717-1724.
79. J. Li, D. L. Chen, X. X. Jian and F. P. Wang, *Molecules*, 2007, **12**, 353-360.
80. F. Z. Chen, D. L. Chen, Q. H. Chen and F. P. Wang, *J. Nat. Prod.*, 2009, **72**, 18-23.
81. Y. Li and S. Liang, *China J. Chin. Mater. Med.*, 2009, **34**, 220-222.
82. Z. J. Zhan, L. F. Ma, X. Y. Zhang and W. G. Shan, *J. Chem. Res.*, 2009, **2009**, 20-21.
83. S. I. Sakai, T. Okazaki, K. Yamaguchi, H. Takayama and N. Aimi, *Chem. Pharm. Bull.*, 1987, **35**, 2615-2617.
84. G. De la Fuente, M. Reina and E. Valencia, *Heterocycles*, 1989, **29**, 1577-1582.
85. A. G. Gonzalez, G. De la Fuente, M. Reina, P. G. Jones and P. R. Raithby, *Tetrahedron Lett.*, 1983, **24**, 3765-3768.
86. A. G. Gonzalez, G. De la Fuente, M. Reina and I. Timon, *Heterocycles*, 1984, **22**, 667-669.
87. G. De la Fuente, M. Reina and E. Valencia, *Heterocycles*, 1989 **29**, 1577-1582.
88. B. S. Joshi, D. H. Chen, X. Zhang, J. K. Snyder and S. W. Pelletier, *Heterocycles* 1991, **32**, 1793-1804.
89. B. T. Salimov, B. Tashkhodaev, I. M. Yusupova, S. V. Lindeman and Y. T. Struchkov, *Chem. Nat. Comp.*, 1992, **28**, 329-334.
90. A. H. Meriçli, F. Meriçli, A. Ulubelen, M. Bahar, R. Ilarslan, G. Algül and S. W. Pelletier, *Die Pharmazie*, 2000, **55**, 696-698.
91. A. S. Narzullaev, N. D. Abdullaev, M. S. Yunusov, V. M. Matveev and S. G. Yunusova, *Russ. Chem. Bull.*, 1997, **46**, 184-185.

92. Y. Z. Li, L. L. Qin, F. Gao, L. H. Shan and X. L. Zhou, *Fitoterapia*, 2020, **144**, 104609.
93. Z. T. Zhang, D. L. Chen, Q. H. Chen and F. P. Wang, *Helv. Chim. Acta*, 2013, **96**, 710-718.
94. I. A. Bessonova, L. N. Samusenko, M. S. Yunosov, M. R. Yagidaev and V. G. Kondrat'ev, *Chem. Nat. Compd.*, 1991, **27**, 79-81.
95. S. W. Pelletier, S. W. Page and M. G. Newton, *Tetrahedron Lett.*, 1971, **12**, 795-797.
96. S. Sakai, K. Yamaguchi, I. Yamamoto and T. Okamoto, *Chem. Pharm. Bull.*, 1982, **30**, 4573-4575.
97. A. Katz, *J. Nat. Prod.*, 1989, **52**, 430-432.
98. G. E. Brunner, *Schweizerische Apotheker-Zeitung*, 1922, **60**, 357-358.
99. V. A. Tel'nov, M. S. Yunusov and S. Y. Yunusov, *Chem. Nat. Comp.*, 1971, **7**, 366-366.
100. Z. M. Vaisov, I. A. Bessonova and V. A. Tel'nov, *Chem. Nat. Comp.*, 1993, **29**, 71-72.
101. I. M. Yusupova, B. T. Salimov and B. Tashkhodzhaev, *Chem. Nat. Comp.*, 1992, **28**, 335-339.
102. H. Takayama, T. Okazaki, K. Yamaguchi, N. Aimi, J. Haginiwa and S. I. Sakai, *Chem. Pharm. Bull.*, 1988, **36**, 3210-3212.
103. S. W. Pelletier, S. W. Page and M. G. Newton, *Tetrahedron Lett.*, 1970, **11**, 4825-4827.
104. T. Okamoto, H. Sanjoh, K. Yamaguchi, A. Yoshino, T. Kaneko, Y. Iitaka and S. Sakai, *Chem. Pharm. Bull.*, 1982, **30**, 4600-4601.
105. E. Ochiai, T. Okamoto, T. Sugawara, H. Tani and H. S. Hai, *Yakugaku Zasshi*, 1952, **72**.
106. E. Ochiai, T. Okamoto, T. Sugawara and H. Tani, *Yakugaku Zasshi*, 1952 **72**.
107. G. de la Fuente, J. A. Gavin, R. D. Acosta and F. Sanchez-Ferrando, *Phytochemistry*, 1993, **34**, 553-558.
108. X. Fan, L. Yang, Z. Liu, L. Lin, C. Li, S. Guo, Z. Wang, Z. Wang and F. Sui, *Phytochemistry*, 2019, **160**, 71-77.
109. A. G. d. I. F. Gonzalez, G.; Reina, M., *Anales de Quimica, Serie C: Quimica Organica y Bioquimica*, 1981, **77**, 171-173.
110. G. De la Fuente, J. A. Gavin, R. Diaz Acosta and J. A. Morales, *Heterocycles*, 1988, **27**, 1-5.
111. M. Reina, A. Madinaveitia, J. Gavín and G. de la Fuente, *Phytochemistry*, 1996, **41**, 1235-1250.
112. G. Almanza, J. Bastida, C. Codina and G. De La Fuente, *Phytochemistry*, 1997, **44**, 739-747.
113. A. Ulubelen, A. H. Meriçli, F. Meriçli and F. Yilmaz, *Phytochemistry*, 1996, **41**, 957-961.
114. H. M. H. Salama, *Egypt. J. Bot.*, 1997, **37**, 85-92.
115. L. Ruiz-Mesía, A. Madinaveitia, M. Reina, M. L. Rodriguez, G. de la Fuente and W. Ruiz-Mesía, *J. Nat. Prod.*, 2002, **65**, 496-499.
116. M. Reina, R. Mancha, A. Gonzalez-Coloma, M. Bailen, M. L. Rodriguez and R. A. Martinez-Diaz, *Nat. Prod. Res.*, 2007, **21**, 1048-1055.
117. A. H. Mericli, F. Mericli, H. K. Desai, R. Ilarslan, A. Ulubelen and S. W. Pelletier, *Die Pharmazie*, 2001, **56**, 418-419.
118. C. H. Yang, X. C. Wang, Q. F. Tang, W. Y. Liu and J. H. Liu, *Helv. Chim. Acta*, 2008, **91**, 759-765.
119. Z. M. Vaisov and M. S. Yunusov, *Chem. Nat. Compd.*, 1987, **23**, 337-339.
120. S. A. Ross, B. S. Joshi, H. K. Desai, S. W. Pelletier, M. G. Newton, X. Zhang and J. K. Snyder, *Tetrahedron*, 1991, **47**, 9585-9598.
121. Y. H. Ge, S. Z. Mu, S. Y. Yang, Y. Lu, J. X. Zhang, Y. Wang and X. J. Hao, *Helv. Chim. Acta*, 2009, **92**, 1860-1865.
122. Y. C. Wu, T. S. Wu, M. Niwa, S. T. Lu and Y. Hirata, *Heterocycles*, 1987, **26**, 943-946.
123. L. M. Fan, H. P. He, Y. M. Shen and X. J. Hao, *J. Integ. Plant Biol.*, 2005, **47**, 120-123.
124. G. Goto, K. Sasaki, N. Sakabe and Y. Hirata, *Tetrahedron Lett.*, 1968, 1369-1373.

125. Y. C. Wu, T. S. Wu, M. Niwa, S. T. Lu and Y. Hirata, *Phytochemistry*, 1988, **27**, 3949-3953.
126. B. G. Wang, X. Hong, G. Y. Zuo and X. J. Hao, *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2000, **2**, 271-281.
127. G. Goto, K. Sasaki, N. Sakabe and Y. Hirata, *Tetrahedron Lett.*, 1968, **9**, 1369-1373.
128. L. M. Fan, H. P. He, Y. M. Shen and X. J. Hao, *J. Integ. Plant Biol.*, 2005, **47**, 120-123.
129. L. Lin, D. L. Chen, X. Y. Liu, Q. H. Chen, F. P. Wang and C. Y. Yang, *Nat. Prod. Commun.*, 2009, **4**, 897-901.
130. F. Sun, X. T. Liang and D. Q. Yu, *J. Nat. Prod.*, 1988, **51**, 50-53.
131. H. Suginome, S. Kakimoto and J. Sonoda, *J. Faculty Sci., Hokkaido Univ., Ser. III Chem.*, 1950, **4**, 25-32.
132. A. H. Mericli, F. Mericli, H. K. Desai, B. S. Joshi, Q. Teng, K. Bhattacharyya and S. W. Pelletier, *Heterocycles* 2000, **53**, 1987-1996.
133. K. Wada and N. Kawahara, *Helv. Chim. Acta*, 2009, **92**, 629-637.
134. P. He, X. X. Jian, D. L. Chen and F. P. Wang, *Nat. Prod. Commun.*, 2009, **4**, 19-22.
135. I. A. Bessonova, S. A. Saidkhodzhaeva and M. F. Faskhutdinov, *Chem. Nat. Comp.*, 1995, **31**, 705-707.
136. H. M. Salama and N. Marraiki, *Saudi J. Biol. Sci.*, 2010, **17**, 57-63.
137. I. A. Bessonova and S. A. Saidkhodzhaeva, *Chem. Nat. Comp.*, 1996, **32**, 561-563.
138. K. Wada, H. Bando and N. Kawahara, *Heterocycles*, 1990, **31**, 1081-1088.
139. H. Bando, K. Wada, T. Amiya, K. Kobayashi, Y. Fujimoto and T. Sakurai, *Heterocycles*, 1987, **26**, 2623-2637.
140. X. L. Zhang and J. K. Snyder, *Heterocycles*, 1990, **31**, 1879-1888.
141. B. S. Joshi, H. K. Desai, E. S. A. El-kashoury, S. W. Pelletier and J. D. Olsent, *Phytochemistry*, 1989, **28**, 1561-1563.
142. J. A. Grina, D. R. Schroeder, E. T. Wydallis and F. R. Stermitz, *J. Org. Chem.*, 1986, **51**, 390-394.
143. G. De la Fuente, J. A. Gavin, M. Reina and R. D. Acosta, *J. Org. Chem.*, 1990, **55**, 342-344.
144. D. K. Zhao, X. Q. Shi, L. M. Zhang, D. Q. Yang, H. C. Guo, Y. P. Chen and Y. Shen, *Chin. Chem. Lett.*, 2017, **28**, 358-361.
145. Q. Tang, J. Liu, J. Xue, W. Ye, Z. Zhang and C. Yang, *J. Chromatogr. B*, 2008, **872**, 181-185.
146. V. A. Tel'nov, S. K. Usmanova and N. D. Abdullaev, *Chem. Nat. Comp.*, 1993, **29**, 346-348.
147. B. S. Joshi, M. S. Puar, Y. Bai, A. M. Panu and S. W. Pelletier, *Tetrahedron* 1994, **50**, 12283-12292.
148. S. Y. Yunusov, E. V. Sichkova and G. F. Potemkin, *Zhurnal Obshchei Khimii*, 1954, **24**, 2237-2242.
149. E. G. Mil'grom, V. N. Plugar, U. A. Abdullaev, N. Kirimer, K. K. S. Basher and B. T. Salimov, *Chem. Nat. Comp.*, 1994, **30**, 774-775.
150. V. Venkateswarlu, S. K. Srivastava, B. S. Joshi, H. K. Desai and S. W. Pelletier, *J. Nat. Prod.*, 1995, **58**, 1527-1532.
151. S. K. Usmanova, V. A. Tel'nov and N. D. Abdullaev, *Chem. Nat. Comp.*, 1993, **29**, 349-351.
152. C. J. Li and D. H. Chen, *Acta Chem. Sin.*, 1993, **51**, 915-918.
153. B. S. Joshi, H. K. Desai, S. W. Pelletier, E. M. Holt and A. J. Aasen, *J. Nat. Prod.*, 1988, **51**, 265-271.
154. S. A. Ross, B. S. Joshi, S. W. Pelletier, M. G. Newton and A. J. Aasen, *J. Nat. Prod.*, 1993, **56**, 424-429.
155. X. Y. Liu, Q. H. Chen and F. P. Wang, *Chin. Chem. Lett.*, 2009, **20**, 698-701.
156. D. L. Chen, P. Tang, Q. H. Chen and F. P. Wang, *Nat. Prod. Commun.*, 2014, **9**, 623-625.
157. X. Y. Liu, L. Song, Q. H. Chen and F. P. Wang, *Nat. Prod. Commun.*, 2010, **5**, 1005-1008.
158. T. M. Gabbasov, E. M. Tsyrlina, D. M. Anatov, L. V. Spirikhin and M. S. Yunusov, *Chem. Nat.*

- Compd.*, 2017, **53**, 105-108.
159. F. Z. Chen, Q. H. Chen and F. P. Wang, *Helv. Chim. Acta*, 2011, **94**, 254-260.
160. F. N. Dzhakhangirov and I. A. Bessonova, *Chem. Nat. Compd.*, 2002, **38**, 74-77.
161. I. A. Bessonova, L. N. Samusenko, M. S. Yunusov and V. G. Kondrat'ev, *Chem. Nat. Compd.*, 1990, **26**, 318-320.
162. I. M. Yusipova, B. Tashkhodzhaev, I. A. Bessonova, M. S. Yunusov, M. R. Yagudaev, V. G. Kondrat'ev and A. I. Shreter, *Chem. Nat. Compd.*, 1990, **26**, 314-318.
163. P. Wangchuk, J. B. Bremner and S. Samosorn, *J. Nat. Prod.*, 2007, **70**, 1808-1811.