

# Isolation and structure elucidation of natural products of three soft corals and a sponge from the coast of Madagascar

Rahelivao M., Lübken T., Gruner M., Kataeva O., Ralambondrahety R., Andriamanantoanina H., Checinski M., Bauer I., Knölker H.

Kazan Federal University, 420008, Kremlevskaya 18, Kazan, Russia

## Abstract

© The Royal Society of Chemistry. We investigated the three soft corals *Sarcophyton stellatum*, *Capnella fungiformis* and *Lobophytum crassum* and the sponge *Pseudoceratina arabica*, which have been collected at the coast of Madagascar. In addition to previously known marine natural products, *S. stellatum* provided the new (+)-enantiomer of the cembranoid (1E,3E,11E)-7,-epoxycembra-1,3,11,15-tetraene (2). *Capnella fungiformis* afforded three new natural products, ethyl 5-[(1E,5Z)-2,6-dimethylocta-1,5,7-trienyl]furan-3-carboxylate (6), ethyl 5-[(1E,5E)-2,6-dimethylocta-1,5,7-trienyl]furan-3-carboxylate (7) and the diepoxyguaiane sesquiterpene oxyfungiformin (9a). The extracts of all three soft corals exhibited moderate activities against the malarial parasite *Plasmodium falciparum*. Extracts of the sponge *Pseudoceratina arabica* proved to be very active against a series of Gram-positive and Gram-negative bacteria.

<http://dx.doi.org/10.1039/c7ob00191f>

## References

- [1] M. P. Rahelivao M. Gruner H. Andriamanantoanina B. Andriamihaja I. Bauer H.-J. Knölker Mar. Drugs 2015 13 4197-4216
- [2] M. P. Rahelivao M. Gruner H. Andriamanantoanina I. Bauer H.-J. Knölker Nat. Prod. Bioprospect. 2015 5 223-235
- [3] M. P. Rahelivao M. Gruner T. Lübken D. Islamov O. Kataeva H. Andriamanantoanina I. Bauer H.-J. Knölker Org. Biomol. Chem. 2016 14 989-1001
- [4] D. J. Faulkner Nat. Prod. Rep. 1984 1 551-598
- [5] W. Fenical J. Nat. Prod. 1987 50 1001-1008
- [6] A. S. R. Anjaneyulu G. V. Rao J. Indian Chem. Soc. 1997 74 272-278
- [7] Y. Li, L. Peng and T. Zhang, in Medicinal Chemistry of Bioactive Natural Products, ed. X.-T. Liang and W.-S. Fang, Wiley, Hoboken, NJ, USA, 2006, pp. 257-300
- [8] P. Radhika Biochem. Syst. Ecol. 2006 34 781-789
- [9] D. Kelman Y. Kashman R. T. Hill E. Rosenberg Y. Loya Pure Appl. Chem. 2009 81 1113-1121
- [10] J. Hu B. Yang X. Lin X. Zhou X. Yang L. Long Y. Liu Chem. Biodiversity 2011 8 1011-1032
- [11] L.-F. Liang Y.-W. Guo Chem. Biodiversity 2013 10 2161-2196
- [12] R. Y. P. Burhan E. M. M. Putri Y. Zetra R. Herdhiansyah M. Y. Putra J. Chem. Pharm. Res. 2014 6 585-595
- [13] Q. Yu P. Sun B.-s. Liu H. Tang W. Zhang Dier Junyi Daxue Xuebao 2014 35 206-215
- [14] T. A. Hussien T. A. Mohamed Res. J. Pharm., Biol. Chem. Sci. 2015 6 1301-1319
- [15] A. Longeon M.-L. Bourguet-Kondracki M. Guyot Tetrahedron Lett. 2002 43 5937-5939

- [16] J. J. Poza R. Fernández F. Reyes J. Rodríguez C. Jiménez J. *Org. Chem.* 2008 73 7978-7984
- [17] Y. Hou L. Harinantenaina *Curr. Med. Chem.* 2010 17 1191-1219
- [18] C. L. Griffiths *Indian J. Mar. Sci.* 2005 34 35-41
- [19] *Drug Discovery in Africa*, ed. K. Chibale, M. Davies-Coleman and C. Masimirembwa, Springer, Berlin, Germany, 2012
- [20] Vlaams Institute voor de Zee, Assessing potential World Heritage marine sites in the Western Indian Ocean. <http://www.vliz.be/projects/marineworldheritage/index.php> (accessed 11 January 2017)
- [21] M. S. Zubair K. O. Al-Footy S.-E. N. Ayyad S. S. Al-Lihaibi W. M. Alarif *Nat. Prod. Res.* 2016 30 869-879
- [22] *Ether Lipids, Biochemical and Biomedical Aspects*, ed. H. K. Mangold and F. Paltauf, Academic Press, New York, USA, 1983
- [23] K. H. Shaker M. Müller M. A. Ghani H.-M. Dahse K. Seifert *Chem. Biodiversity* 2010 7 2007-2015
- [24] Z.-G. Rao S.-Z. Deng F.-Y. Li H.-M. Wu Z.-S. Shi *Chin. J. Org. Chem.* 1997 17 252-255
- [25] B. F. Bowden J. C. Coll S. J. Mitchell *Aust. J. Chem.* 1980 33 879-884
- [26] J. Shin W. Fenical T. J. Stout J. Clardy *Tetrahedron* 1993 49 515-524
- [27] H. Dong Y.-L. Gou R. M. Kini H.-X. Xu S.-X. Chen S. L. M. Teo P. P.-H. *But Chem. Pharm. Bull.* 2000 48 1087-1089
- [28] Z. Liu W. Z. Li L. Peng Y. Li Y. Li *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1* 2000 4250-4257
- [29] J. C. Coll B. F. Bowden G. M. König R. Braslau I. R. Price *Bull. Soc. Chim. Belg.* 1986 95 815-834
- [30] G. J. Greenland B. F. Bowden *Aust. J. Chem.* 1994 47 2013-2021
- [31] M. Kobayashi K. Kondo K. Osabe H. Mitsuhashi *Chem. Pharm. Bull.* 1988 36 2331-2341
- [32] B. F. Bowden J. C. Coll W. Hicks R. Kazlauskas S. J. Mitchell *Aust. J. Chem.* 1978 31 2707-2712
- [33] B. F. Bowden J. C. Coll A. Heaton G. König M. A. Bruck R. E. Cramer D. M. Klein P. J. Scheuer *J. Nat. Prod.* 1987 50 650-659
- [34] Y. Kashman E. Zadock I. Néeman *Tetrahedron* 1974 30 3615-3620
- [35] J. M. Frincke D. E. McIntyre D. J. Faulkner *Tetrahedron Lett.* 1980 21 735-738
- [36] J. Kobayashi Y. Ohizumi H. Nakamura T. Yamakado T. Matsuzaki Y. Hirata *Experientia* 1983 39 67-69
- [37] S. Aratake T. Tomura S. Saitoh R. Yokokura Y. Kawanishi R. Shinjo J. D. Reimer J. Tanaka H. Maekawa *PLoS One* 2012 7 e30410
- [38] C. D. Magnusson A. V. Gudmundsdottir G. G. Haraldsson *Tetrahedron* 2011 67 1821-1836
- [39] J. C. Coll S. J. Mitchell G. J. Stokie *Tetrahedron Lett.* 1977 18 1539-1542
- [40] B. F. Bowden J. C. Coll E. D. de Silva M. S. L. de Costa *Aust. J. Chem.* 1983 36 371-376
- [41] K. J. S. Grace D. Zavortink R. S. Jacobs *Biochem. Pharmacol.* 1994 47 1427-1434
- [42] S. Rajaram U. Ramulu D. Ramesh D. Srikanth P. Bhattacharya P. Prabhakar S. V. Kalivendi K. S. Babu Y. Venkateswarlu S. Navath *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2013 23 6234-6238
- [43] S. Rajaram D. Ramesh U. Ramulu M. Anjum P. Kumar U. S. N. Murthy M. A. Hussain G. N. Sastry Y. Venkateswarlu *Indian J. Chem.* 2014 53B 1086-1090
- [44] D. H. Williams D. J. Faulkner *Tetrahedron* 1996 52 4245-4256
- [45] D. H. R. Barton H. Togo S. Z. Zard *Tetrahedron* 1985 41 5507-5516
- [46] A. Ulubelen T. Baytop *Phytochemistry* 1973 12 1824
- [47] J. O. Grimalt L. Angulo A. López-Galindo M. C. Comas J. Albaigés *Chem. Geol.* 1990 82 341-363
- [48] M. A. Krüge A. Permanyer J. Serra D. Yu J. *Anal. Appl. Pyrolysis* 2010 89 204-217
- [49] A. A. Bothner-By *Adv. Magn. Opt. Reson.* 1965 1 195-316
- [50] M. J. Minch *Concepts Magn. Res.* 1994 6 41-56
- [51] X.-Q. Ma C.-Z. Liao J.-Y. Su L.-M. Zeng *Acta Crystallogr., Sect. E: Struct. Rep. Online* 2003 59 o889-o890
- [52] A.-C. Huang C. J. Sumbly E. R. T. Tiekink D. K. Taylor *J. Nat. Prod.* 2014 77 2522-2536
- [53] R. B. Bates R. C. Slagel *J. Am. Chem. Soc.* 1962 84 1307-1308
- [54] M. V. Kadival M. S. R. Nair S. C. Bhattacharyya *Tetrahedron* 1967 23 1241-1249
- [55] C. Ehret G. Ourisson *Tetrahedron* 1969 25 1785-1799
- [56] H. D. Friedel R. Matusch *Helv. Chim. Acta* 1987 70 1616-1622
- [57] H. D. Friedel R. Matusch *J. Chromatogr., A* 1987 407 343-348
- [58] G. W. Patterson *Comp. Biochem. Physiol.* 1968 24 501-505
- [59] G. W. Patterson *Lipids* 1971 6 120-127
- [60] K. Iguchi S. Saitoh Y. Yamada *Chem. Pharm. Bull.* 1989 37 2553-2554

- [61] W. Lu C. Zhang L. Zeng J. Su Steroids 2004 69 803-808
- [62] W. C. M. C. Kokke S. Epstein S. A. Look G. H. Rau W. Fenical C. Djerassi J. Biol. Chem. 1984 259 8168-8173
- [63] S. Yu Z. Deng L. van Ofwegen P. Proksch W. Lin Steroids 2006 71 955-959
- [64] Y. Venkateswarlu K. V. Sridevi M. R. Rao J. Nat. Prod. 1999 62 756-758
- [65] N. M. O'Connell Y. C. O'Callaghan N. M. O'Brien A. R. Maguire F. O. McCarthy Tetrahedron 2012 68 4995-5004
- [66] D. Sica V. Piccialli A. Masullo Phytochemistry 1984 23 2609-2611
- [67] J. Zielinski H. T. Li C. Djerassi J. Org. Chem. 1982 47 620-625
- [68] M. Y. Putra G. Bavestrello C. Cerrano B. Renga C. D'Amore S. Fiorucci E. Fattorusso O. Tagliatela-Scafati Steroids 2012 77 433-440
- [69] M. M. Radwan S. P. Manly K. A. El Sayed V. B. Wali P. W. Sylvester B. Awate G. Shah S. A. Ross J. Nat. Prod. 2008 71 1468-1471
- [70] C. Subrahmanyam C. Venkateswara Rao V. Anjaneyulu P. Satyanarayana P. V. Subba Rao R. S. Ward A. Pelter Tetrahedron 1992 48 3111-3120
- [71] W. Bergmann M. J. McLean D. Lester J. Org. Chem. 1943 8 271-282
- [72] N. C. Ling R. L. Hale C. Djerassi J. Am. Chem. Soc. 1970 92 5281-5282
- [73] R. L. Hale J. Leclercq B. Tursch C. Djerassi R. A. Gross Jr. A. J. Weinheimer K. Gupta P. J. Scheuer J. Am. Chem. Soc. 1970 92 2179-2180
- [74] B. F. Bowden J. C. Coll M. C. Dai Aust. J. Chem. 1989 42 665-673
- [75] M. Kobayashi A. Tomioka H. Mitsuhashi Steroids 1979 34 273-284
- [76] V. Sepe F. S. Di Leva C. D'Amore C. Festa S. De Marino B. Renga M. V. D'Auria E. Novellino V. Limongelli L. D'Souza M. Majik A. Zampella S. Fiorucci Mar. Drugs 2014 12 3091-3115
- [77] B. F. Bowden B. J. Cusack A. Dangel Mar. Drugs 2003 1 18-26
- [78] B. F. Bowden J. A. Brittle J. C. Coll N. Liyanage S. J. Mitchell G. J. Stokie Tetrahedron Lett. 1977 18 3661-3662
- [79] N. X. Cuong N. P. Thao B. T. T. Luyen N. T. T. Ngan D. T. T. Thuy S. B. Song N. H. Nam P. V. Kiem Y. H. Kim C. V. Minh Chem. Pharm. Bull. 2014 62 203-208
- [80] S.-Y. Cheng S.-K. Wang C.-Y. Duh Mar. Drugs 2014 12 6028-6037
- [81] C.-Y. Kao J.-H. Su M.-C. Lu T.-L. Hwang W.-H. Wang J.-J. Chen J.-H. Sheu Y.-H. Kuo C.-F. Weng L.-S. Fang Z.-H. Wen P.-J. Sung Mar. Drugs 2011 9 1319-1331
- [82] J. M. Badr L. A. Shaala M. I. Abou-Shoer M. K. Tawfik A.-A. M. Habib J. Nat. Prod. 2008 71 1472-1474
- [83] L. A. Shaala D. T. A. Youssef M. Sulaiman F. A. Behery A. I. Foudah K. A. El Sayed Mar. Drugs 2012 10 2492-2508
- [84] L. A. Shaala D. T. A. Youssef J. M. Badr M. Sulaiman A. Khedr K. A. El Sayed Tetrahedron 2015 71 7837-7841
- [85] A. Kelecom G. J. Kannengiesser P. M. Baker An. Acad. Bras. Cienc. 1979 51 643-645
- [86] C. A. N. Catalan J. E. Thompson W. C. M. C. Kokke C. Djerassi Tetrahedron 1985 41 1073-1084
- [87] P. De Luca M. De Rosa L. Minale G. Sodano J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1 1972 2132-2135
- [88] N. S. Lira R. L. Monte-Neto J. G. B. Marchi A. C. S. Lins J. F. Tavares M. S. Silva C. S. Dias J. M. Barbosa-Filho C. F. Santos E. V. L. Cunha U. S. Pinheiro R. Braz-Filho Quim. Nova 2012 35 2189-2193
- [89] B. Dinda S. Majumder S. Arima N. Sato Y. Harigaya J. Nat. Med. 2008 62 447-451
- [90] E. A. Santalova V. A. Denisenko V. P. Glazunov A. I. Kalinovskii S. D. Anastyuk V. A. Stonik Russ. Chem. Bull. 2011 60 570-580
- [91] E. A. Santalova V. A. Denisenko P. S. Dmitrenok Chem. Nat. Compd. 2013 49 75-78
- [92] R. J. Andersen D. J. Faulkner Tetrahedron Lett. 1973 14 1175-1178
- [93] Y. M. Goo Arch. Pharmacol Res. 1985 8 21-30
- [94] R. Xynas R. J. Capon Aust. J. Chem. 1989 42 1427-1433
- [95] M. H. Kossuga S. P. Lira A. M. Nascimento M. T. P. Gambardella R. G. S. Berlinck Y. R. Torres G. G. F. Nascimento E. F. Pimenta M. Silva O. H. Thiemann G. Oliva A. G. Tempone M. S. C. Melhem A. O. Souza F. C. S. Galetti C. L. Silva B. Cavalcanti C. O. Pessoa M. O. Moraes E. Hajdu S. Peixinho R. M. Rocha Quim. Nova 2007 30 1194-1202
- [96] X.-P. Huang Z.-W. Deng R. W. M. van Soest W.-H. Lin J. Asian Nat. Prod. Res. 2008 10 253-258
- [97] L. A. Shaala S. I. Khalifa M. K. Mesbah R. W. M. van Soest D. T. A. Youssef Nat. Prod. Commun. 2008 3 219-222
- [98] K. H. Shaker H. Zinecker M. A. Ghani J. F. Imhoff B. Schneider Chem. Biodiversity 2010 7 2880-2887
- [99] J.-j. Zhao H.-g. Liu Cent. South Pharm. 2013 11 185-186
- [100] X.-P. Huang Z.-W. Deng R. W. M. van Soest W.-H. Lin J. Asian Nat. Prod. Res. 2008 10 239-242
- [101] A. A. Salim Z. G. Khalil R. J. Capon Tetrahedron 2012 68 9802-9807

- [102] F. D. Mora D. K. Jones P. V. Desai A. Patny M. A. Avery D. R. Feller T. Smillie Y.-D. Zhou D. G. Nagle J. Nat. Prod. 2006 69 547-552
- [103] B. A. Gorshkov I. A. Gorshkova T. N. Makarieva V. A. Stonik Toxicon 1982 20 1092-1094
- [104] Bruker, APEX2 Software Suite for Crystallographic Programs, Bruker AXS Inc., Madison, WI, USA, 2009
- [105] Bruker, SMART and SAINT. Area Detector Control and Integration Software. Version 5.1, Bruker Analytical X-ray Instruments Inc., Madison, WI, USA, 1996
- [106] G. M. Sheldrick, SADABS. Program for Absorption Correction. Version 2.10, University of Göttingen, Germany, 1996
- [107] M. C. Burla M. Camalli B. Carrozzini G. L. Cascarano C. Giacovazzo G. Polidori R. Spagna J. Appl. Crystallogr. 2003 36 1103-1103
- [108] G. Sheldrick Acta Crystallogr., Sect. A: Fundam. Crystallogr. 2008 64 112-122
- [109] L. J. Farrugia J. Appl. Crystallogr. 1997 30 565-565
- [110] Y. Corbett L. Herrera J. Gonzalez L. Cubilla T. L. Capson P. D. Coley T. A. Kursar L. I. Romero E. Ortega-Barria Am. J. Trop. Med. Hyg. 2004 70 119-124
- [111] W. Trager J. Jensen Science 1976 193 673-675
- [112] W. Trager J. B. Jensen J. Parasitol. 2005 91 484-486
- [113] M. C. Pangborn R. J. Anderson J. Am. Chem. Soc. 1936 58 10-14
- [114] R. Jain S. Nagpal S. Jain S. C. Jain J. Med. Aromat. Plant Sci. 2004 26 48-50