

Ponovno otkriće makroalge *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh (Rhodomelaceae, Ceramiales) u litoralnom području Rovinja

MAGDALENA KLARIĆ, IVANA KEPČIJA*, PETRA MATKOVIĆ, ROKO KRMPOTIĆ, BOŽIDAR ZRNIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Ravnice 48, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

*Autor za dopisivanje / corresponding author: ivana.kepcija@student.pmf.hr

Tip članka / article type: kratko priopćenje / short communication

Povijest članka / article history: primljeno / received: 11.10.2024., prihvaćeno / accepted: 14.12. 2024.
URL: <https://doi.org/10.46232/glashbod.12.2.3>.

Klarić, M., Kepčija, I., Matković, P., Krmpotić, R., Zrnić, B. (2024): Ponovno otkriće makroalge *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh (Rhodomelaceae, Ceramiales) u litoralnom području Rovinja. Glas. Hrvat. bot. druš. 12(2): 40-46.

Sažetak

Digenea simplex (Wulfen) C. Agardh morska je makroalga čija prisutnost nije herbarijski dokumentirana na prostoru hrvatskog dijela Jadrana od kraja 19. stoljeća do nedavnog ponovnog nalaza 2021. u laguni u blizini naselja Funtana na zapadnoj obali Istre. Ovim radom objavljujemo novi nalaz ove vrste na području Rovinja. Nalaz je značajan za daljnja istraživanja biologije i ekologije vrste, a potencijalno je značajan i u praćenju odgovora svojti na klimatske promjene.

Glavne riječi: alga, sjeverni Jadran, bioraznolikost

Klarić, M., Kepčija, I., Matković, P., Krmpotić, R., Zrnić, B. (2024): Rediscovery of macroalga *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh (Rhodomelaceae, Ceramiales) in the Rovinj littoral. Glas. Hrvat. bot. druš. 12(2): 40-46.

Abstract

Digenea simplex (Wulfen) C. Agardh is a marine macroalga that has not been documented and preserved from the Croatian part of the Adriatic Sea since the end of the 19th century and has currently been rediscovered in 2021 in a lagoon in the vicinity of Funtana on the west coast of Istria. We report a new record of this species in the Rovinj area. This record is significant for future studies on the biology and ecology of this alga and has a potential significance in establishing the impact of climate change on distinct taxa.

Keywords: alga, Northern Adriatic, biodiversity

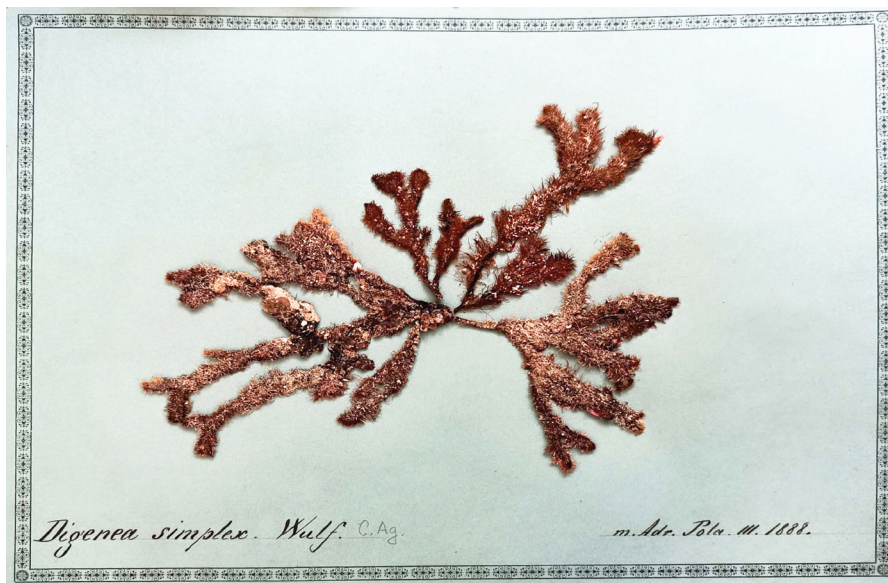
Uvod

Morska alga *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh pripada razredu Florideophyceae unutar skupine crvenih algi (Rodophyta). Tipična je vrsta roda *Digenea*. Nastanjuje mediolitoralna i infralitoralna područja do 30 m dubine. Rast u mediolitoralnim područjima iziskuje pojedine prilagodbe koje u crvenih alga uključuju zaustavljanje fotosinteze pri gubitku vode te mehanizme očuvanja DNA i RNA prilikom isušivanja koji su vjerojatno evolucijski konzervirani mehanizmi ove skupine (Chen i sur. 2021). Jedinke često oblikuju vidljive busene na stijenama ili sličnim podlogama u toplim umjerenim i tropskim morima. Široko je rasprostranjena u Indijskom, Pacifičkom i Atlantskom oceanu (Guiry i Guiry 2024). *Digenea simplex* često se koristi u medicinske svrhe, posebno u zemljama jugoistočne Azije, kao antihelmintik pri čemu je ključna aktivna tvar kainska kiselina (Bahmani i sur. 2014).

Talus je uspravan, visine do 15 cm te zagasito crvene do tamnoljubičaste boje (Sl. 1). Grananje glavne osi pretežito je dihotomsko uz povremena odstupanja uslijed stvaranja novih bočnih ogranaka. Glavni ogranci gusto su i nepravilno prekriveni kratkim nitastim ogrančima, posebice u gornjoj polovici talusa.

Vršni dijelovi glavnih ogranaka završavaju busenima kratkih nitastih ogranaka. Površina talusa najčešće je prekrivena epifitima (Western Australian Herbarium 1998, Trono 2001). Na jedinkama koje naseljavaju subtropska i tropska područja zabilježene su mikroskopske epifitske vrste iz razreda Bacillariophyceae (Al-Harbi i Affan 2016) te makroskopske vrste iz skupina Chlorophyceae, Phaeophyceae i Rhodophyceae (Ferreira-Correia 1969).

Primjerci ove alge zabilježeni su duž Mediterana, a prvi je put ispravno opisana po primjerku sakupljenom iz Jadrana uz obalu Trsta početkom 19. stoljeća (Agardh 1822). Zadnji sakupljeni herbarijski primjerci u sjevernom Jadranu potječu iz 1890-ih, od kada je teško pratiti povijesnu rasprostranjenost na ovom području uslijed nedostatka očuvanih jedinki, iako se alga navodila kao prisutna (Vatova 1948, Giaccone 1978). Međutim, u recentnijim istraživanjima područja sjevernog Jadrana *Digenea simplex* nije zabilježena (Iveša i sur. 2009, Rindi i Battelli 2005) te je njena prisutnost ponovno potvrđena tek 2021. u laguni uz naselje Funtana na zapadnoj obali Istre (Gljušić i sur. 2022).



Slika 1. *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh, herbarijski primjerak iz 1888. godine (ljubaznošću dr. sc. Ljiljane Iveše, Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora u Rovinju).

Figure 1. *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh, a herbarium specimen dating from 1888 (courtesy of Ljiljana Iveša, PhD, Ruđer Bošković Institut, Center for Marine Research in Rovinj).



Slika 2. Lokacija gdje je provedeno sakupljanje makroalgi.

Figure 2. Location where the sampling of macroalgae was conducted.

Materijali i metode

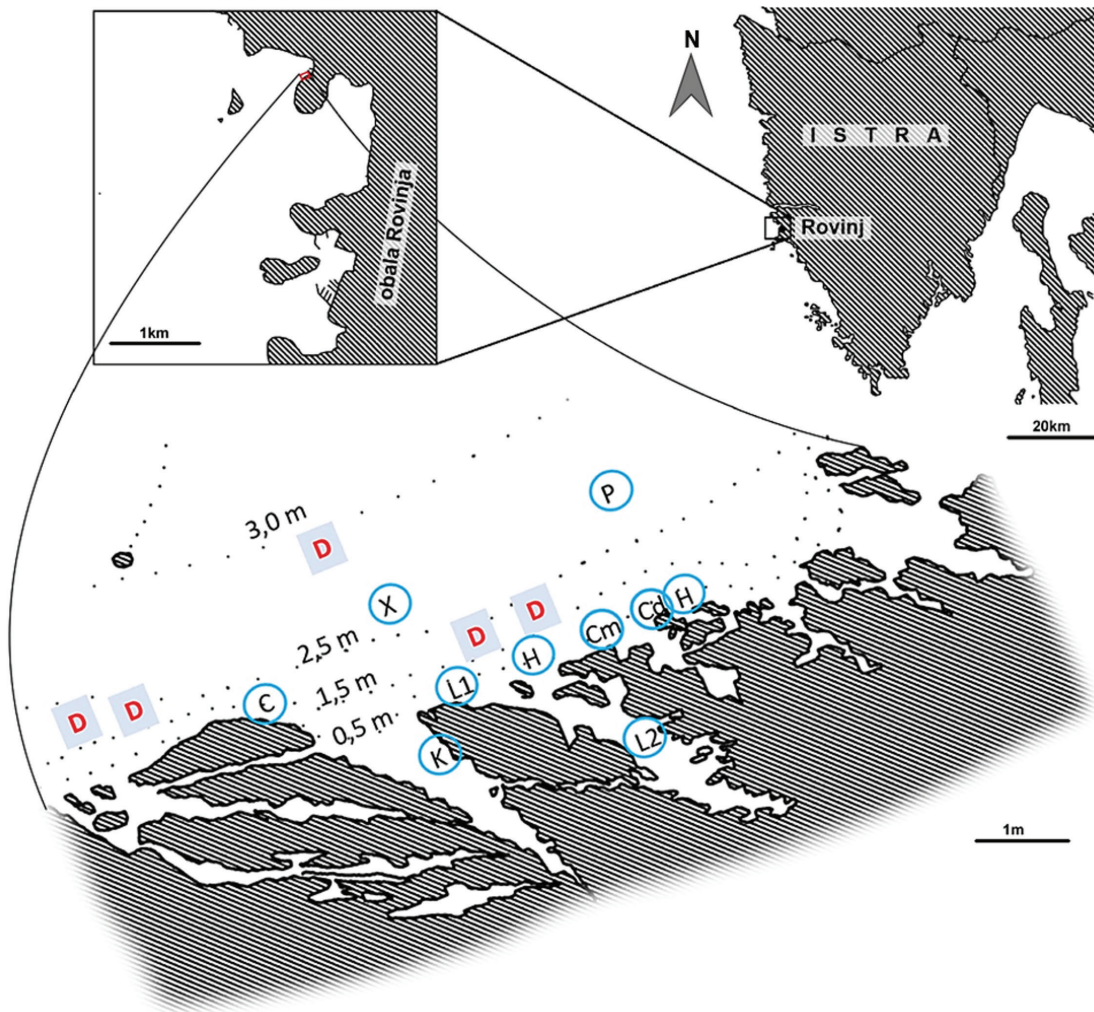
Algološki materijal sakupljan je 6. lipnja 2024. tijekom terenske nastave u sklopu prijediplomskog studija Biologije. Materijal je sakupljen u Rovinju u blizini Specijalne bolnice za ortopediju i rehabilitaciju „Martin Horvat“ u mediolitoralnoj i gornjem infralitoralnoj zoni ronjenjem na dah duž transekt širine 10 metara od površine mora do dubine od 3 metra (Sl. 2). Prikupljeni materijal analiziran je *ex situ* te su determinirane vrste makroalgi prema

Riedl (1983) među kojima je identificirana i vrsta *Digenea simplex*. Pojedinačni talusi promatrani su pomoću stereomikroskopa, a obraštaj na njima je fotografiran i detaljno analiziran. Uzorak vrste *Digenea simplex* fiksiran je u 96 %-tnom etanolu (Sl. 3). Sljedećeg su dana (7. lipnja 2024.) na istoj lokaciji *in situ* izmjerene visine talusa jedinki vrste *Digenea simplex*.



Slika 3. Fiksirani komad talusa (a) i herbarizirani primjerci vrste *Digenea simplex* (b).

Figure 3. Preserved specimen (a) and herbarised specimens of *Digenea simplex* (b).



Slika 4. Karta transekta obale širine 10 metara s ucrtanim mjestima pronalaska pojedinih vrsta algi; dubine mora naznačene su isprekidanim linijama; *Digenea simplex* označena je crvenom bojom; C – *Corallina officinalis*, Cd – *Codium vermilara*, Cm – *Cutleria multifida*, D – *Digenea simplex*, H – *Halimeda tuna*, K – *Cladophora* sp., L1 – *Laurencia obtusa*, L2 – *Laurencia* sp., P – *Padina pavonica*, X – obraštaj na kamenu (Izradila: Petra Matković).

Figure 4. Map of the shore transect, 10 metres wide, with annotated sites of observed algae species; the sea depths are annotated with dotted lines; *Digenea simplex* is marked in red; C – *Corallina officinalis*, Cd – *Codium vermilara*, Cm – *Cutleria multifida*, D – *Digenea simplex*, H – *Halimeda tuna*, K – *Cladophora* sp., L1 – *Laurencia obtusa*, L2 – *Laurencia* sp., P – *Padina pavonica*, X – epilithic algae (Author: Petra Matković).

Rezultati i rasprava

Vrsta *Digenea simplex* dio je fotofilne zajednice na kamenitom dnu. Utvrđeno je da pretežito nastanjuje područja između 1,5 i 2,5 metara dubine. Uz algu *Digenea simplex* u zajednici su uočene i vrste *Cladophora* sp., *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje, *Corallina officinalis* Linnaeus, *Cutleria multifida* (Turner) Greville, *Halimeda tuna* (J. Ellis

& Solander) J. V. Lamouroux, *Laurencia obtusa* (Hudson) J. V. Lamouroux, *Laurencia* sp. te *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy (Sl. 4). Velika brojnost algi *Corallina officinalis* na dubini od 1 m i *Padina pavonica* na dubini od 3 m ukazuje na dobru kvalitetu vode (Iveša i sur. 2009).



Slika 5. Cvjetanje mora uz obalu na kojoj je provedeno istraživanje.

Figure 5. Algal bloom by the shore where the research was conducted.

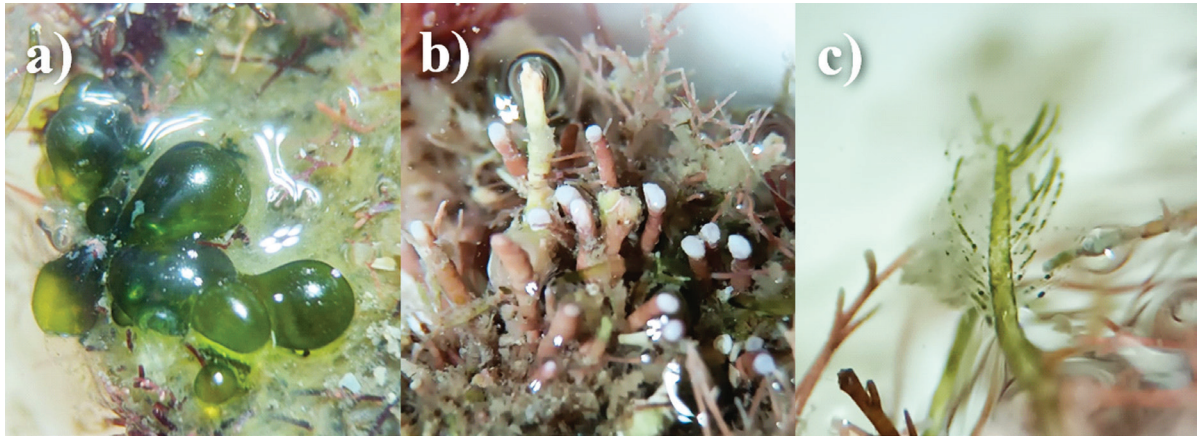
Za vrijeme prikupljanja uzoraka obalno područje bilo je pod utjecajem cvjetanja mora (Sl. 5). Vidljivost duž vodenog stupca bila je slaba te je dno bilo prekriveno slojem organske tvari. Radi utvrđivanja utjecaja spomenutog fenomena na vrstu *Digenea simplex* potrebno je daljnje praćenje dinamike zajednice fitobentosa.

U istraženom području sveukupno je izmjereno osam jedinki vrste *Digenea simplex*. Visine talusa bile su u rasponu od 2 do 10 cm. Prosječna visina talusa iznosi 5,9 cm (Tab. 1). Unatoč malenom uzorku i ograničenim mogućnostima statističke obrade podataka, dobivene su vrijednosti u skladu s dostupnim podacima o visini talusa ove alge (Western Australian Herbarium 1998). U svrhu dobivanja vjerodostojnih i usporedivih podataka u morfološku je analizu potrebno uključiti veći broj uzoraka.

Tablica 1. Izmjerene visine talusa primjeraka vrste *Digenea simplex* in situ; SD – standardna devijacija.

Table 1. Measured thalli heights of *Digenea simplex* specimens in situ; SD – standard deviation.

Redni broj jedinke	Visina/cm
1.	6
2.	7
3.	10
4.	3
5.	7,5
6.	8
7.	2
8.	4
Prosječna visina ± SD	5,9 ± 2,7



Slika 6. Neki od rodova algi uočenih u obraštaju na talusu vrste *Digenea simplex*: a) *Valonia*, prepoznatljiva po tamnozelenom mjehurastom talusu b) *Amphiroa* s karakterističnim uspravnim i kalcijevim karbonatom inkrustiranim talusom crvene boje c) *Bryopsis* s upečatljivim zelenim razgranjenim talusom nalik na pero.

Figure 6. Some of the observed epiphytic algae genera of the *Digenea simplex* thallus: a) *Valonia*, recognisable by its dark green vesicular thallus b) *Amphiroa* with its characteristic red, erect and calcified thallus c) *Bryopsis* with its distinct green, branched and feather-like thallus.

Tijekom analize stereomikroskopom uočen je bogat i raznolik obraštaj na talusu svake jedinke (Sl. 6) s desetak rodova epifitskih algi od kojih su neki *Amphiroa*, *Botryocladia*, *Bryopsis*, *Cladocora*, *Codium*, *Dictyota*, *Halimnion*, *Jania*, *Laurencia*, *Pterocladia*, *Polysiphonia* te *Valonia* (Iveša i Gljuščić, osobna komunikacija). Dosadašnjim je istraživanjima ustanovljeno da epifiti općenito smanjuju produkciju i biomasu alge na kojoj rastu smanjenjem dostupne količine svjetlosti te posljedično tome usporavaju rast alge. Epifiti također smanjuju i stopu razmnožavanja alge na kojoj se nalaze te povećavaju vjerojatnost lomova talusa (D'Antonio 1985, Buschmann i Gómez 1993).

Pronalaskom alge *Digenea simplex* na području obale Rovinja proširene su dosadašnje spoznaje o prostornoj rasprostranjenosti ove vrste duž zapadne obale Istre. Pitanje povijesne rasprostranjenosti vrste u razdoblju od kraja 19. stoljeća do danas ostaje otvoreno zbog nedostatka herbarijskih primjeraka. Nadalje, nije poznato je li alga *Digenea simplex* izumrla pa ponovno naselila područje Rovinja, odnosno sjevernog Jadrana, ili je bila previđena u istraživanjima do Gljuščić i sur. 2022.

S obzirom na to da postoji mnogo nepoznanica glede rasprostranjenosti ove vrste u Jadranskom moru, ovaj bi nalaz mogao potaknuti daljnja istraživanja, uključujući molekularne analize i ekološka istraživanja *in situ* i *ex situ*. Prema Pakker i sur. (1996), ova je vrsta izuzetno prilagodljiva na značajna kolebanja temperature mora te je stoga potencijalno primjenjiva kao modelni organizam u istraživanjima fizioloških odgovora na klimatske promjene.

Zahvale

Zahvaljujemo prof. dr. sc. Zrinki Ljubešić, dr. sc. Maji Mucko i mag. oecol. et prot. nat. Antoniji Matek na usmjeravanju i pomoći pri realizaciji ovoga članka te dr. sc. Ljiljani Iveša i asistentu Ediju Gljuščiću na pomoći pri determinaciji vrste i obraštaja na talusima te gostoprimstvu u CIM-u IRB-a u Rovinju. Zahvaljujemo i dvama anonimnim recenzentima na konstruktivnim komentarima i sugestijama.

Literatura

- Agardh, C. A. (1822): Species algarum rite cognitae: cum synonymis, differentiis specificis, et descriptionibus succinctis, Vol. 1, No. 2.
- Al-Harbi, S. M., Affan, M. (2016): Seasonal dynamics of epiphytic microalgae and their host seaweeds Florideophyceae at Jeddah coast, the Red Sea, Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Botany* 48(3): 1289-1298.
- Bahmani, M., Rafeian-Kopaei, M., Hassanzadazar, H., Saki, K., Karamati, S. A., Delfan, B. (2014): A review on most important herbal and synthetic antihelmintic drugs. *Asian Pacific journal of tropical medicine* 7: 29-33.
- Buschmann, A. H., Gómez, P. (1993): Interaction mechanisms between *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) and epiphytes. *Hydrobiologia* 260: 345-351.
- Chen, H., Chu, J. S. C., Chen, J., Luo, Q., Wang, H., Lu, R., Zhu, Z., Yuan, G., Yi, X., Mao, Y., Lu, C., Wang, Z., Gu, D., Jin, Z., Zhang, C., Weng, Z., Li, S., Yan, X., Yang, R. (2022): Insights into the ancient adaptation to intertidal environments by red algae based on a genomic and multiomics investigation of *Neoporphyra haitanensis*. *Molecular Biology and Evolution* 39(1): msab315.
- D'Antonio, C. (1985): Epiphytes on the rocky intertidal red alga *Rhodomela larix* (Turner) C. Agardh: negative effects on the host and food for herbivores? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 86(3): 197-218.
- Ferreira-Correia, M. M. (1969): Epífitas de *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh, no Estado do Ceará (Rhodophyta: Rhodomelaceae). *Arquivos de Ciências do Mar* 9(1): 63-69.
- Giaccone, G. (1978): Revisione della flora marina de Mare Adriatico. *Annuario Parco Marino Miramare* 6(19): 1-118.
- Gljuščić, E., Bilajac, A., Iveša, L. (2022): Rediscovery of *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh 1822 (Rhodomelaceae, Ceramiales) in the northern Adriatic. U: Schneider, P. i sur. (ur.): 6. Simpozij studenata doktorskih studija PMF-a. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 158-159.
- Guiry, G. M. u Guiry, M. D., Guiry, G. M. (2024): *AlgaeBase*. National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org> (pristupljeno 22. srpnja 2024.).
- Iveša, L., Lyons, D. M., Devescovi, M. (2009): Assessment of the ecological status of north-eastern Adriatic coastal waters (Istria, Croatia) using macroalgal assemblages for the European Union Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19(1): 14-23.
- Pakker, H., Klerk, H., Van Campen, J. H., Olsen, J. L., Breeman, A. M. (1996): Evolutionary and ecological differentiation in the pantropical to warm-temperate seaweed *Digenea simplex* (Rhodophyta) 1. *Journal of phycology*, 32(2): 250-257.
- Riedl, R. (1983): *Fauna und Flora des Mittelmeeres; ein systematischer Meeresführer fuer Biologen und Naturfreunde*. Paul Parey, Hamburg.
- Rindi, F., Battelli, C. (2005): Spatio-temporal variability of intertidal algal assemblages of the Slovenian coast (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea), *Botanica Marina* 48(2): 96-105.
- Trono, G. C. Jr. (2001): *Seaweeds*. U: Carpenter, K. E., Niem, V. H. (ur.): *The Living Marine Resources of the Western Central Pacific*, Vol. 1. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*. FAO, Rome, 19-99.
- Vatova, A. (1948): *Fenologia delle alghe marine di Rovigno*. *Nova Thalassia* 1: 43-69.
- Western Australian Herbarium (1998–nadalje): *Florabase—the Western Australian Flora*. Department of Biodiversity, Conservation and Attractions. <https://florabase.dbca.wa.gov.au/> (pristupljeno 25. srpnja 2024.).