RMR Boll. AMER n. 124, Anno XLI, 2025 (1): 42-57
https://doi.org/10.57624/AMER.2025.4

ALBERTO MUA, ALESSIO CARCANGIU, MARCO CASULA, ANDREA C. RINALDI, MASSIMO SANNA

UNA NUOVA RUSSULA DELLA SOTTOSEZIONE *SARDONINAE* DALLA SARDEGNA *RUSSULA OCCASUS* SP. NOV.

Mua A., Carcangiu A. Casula M., Rinaldi A.C., Sanna M., 2025: *Russula occasus* sp. nov., a new species of the subsection *Sardoninae* from Sardinia.

Riassunto

***V**iene presentata una descrizione completa di Russula occasus, una nuova specie raccolta in Sardegna appartenente a Russula sottosezione Sardoninae Singer, con fotografie a colori dei caratteri macro- e microscopici e uno studio comparativo delle specie più vicine. Viene inoltre proposto un albero filogenetico che include le specie della sottosezione Sardoninae.*

Abstract

A complete description of Russula occasus, a new species collected in Sardinia belonging to Russula subsect. Sardoninae Singer, is presented, with color photographs of macro- and microscopic characters and a comparative study of the closest species. A phylogenetic tree is also proposed that includes the species of the subsect. Sardoninae.

Introduzione

Il genere *Russula* Pers. è costituito da specie ectomicorriziche distribuite in tutto il pianeta ove vi siano piante che possano contrarre rapporti di simbiosi con esse. Le specie sono molto numerose, fino a oggi si ritengono valide, tra quelle che sono state descritte, oltre 800 specie, ma si ritiene che il numero reale si avvicini a 2000. Ha contribuito all'aumento del loro numero il trasferimento al genere *Russula* di numerose specie gasteroidi che prima appartenevano ai generi *Gymnomyces, Macowanites, Martellia, Octaviania, Arcangeliella* (Vidal *et al.* 2019); il numero delle specie è in costante aumento considerato l'apporto di conoscenze provenienti dal medio ed estremo oriente, dal continente Australiano, dall'America centro-meridionale e dall'Africa, zone in cui il genere *Russula* precedentemente era poco o per nulla studiato.

Nel genere *Russula* attualmente sono riconosciuti 9 sottogeneri: *R.* sottogenere ***Archaea**** Buyck & V. Hofst. (Hongsanan *et al.* 2015), *R.* sottogenere ***Brevipedum**** Buyck & V. Hofst. (Hongsanan *et al.* 2015), *R.* sottogenere ***Glutinosae*** Buyck & X.H. Wang (Buyck *et al.* 2020), *R.* sottogenere ***Malodora*** Buyck & V. Hofst. (Hongsanan *et al.* 2015), *R.* sottogenere ***Cremeoochraceae*** Buyck & X.H. Wang (Buyck *et al.* 2023), *R.* sottogenere ***Compactae**** (Fr.) Bon emend. Buyck & V. Hofst. (Hongsanan *et al*. 2015), *R.* sottogenere ***Crassotunicata**** Buyck & V. Hofst (Das *et al.* 2017), ***Heterophyllidia**** Romagn. emend. Buyck & V. Hofst. (Buyck *et al.* 2018) *e R.* sottogenere ***Russula**** emend. Buyck & V. Hofst. (Buyck *et al.* 2018). I sottogeneri con l'asterisco sono rappresentati in Europa.

Le sezioni e sottosezioni di *R.* sottogenere *Russula* sono ancora lungi da essere chiarite e vengono comunemente suddivise su base genetica in due grandi cladi: *Core Clade* e *Crown Clade*, per cui, in genere ci si basa sulla sistematica di Romagnesi (Romagnesi 1967) o su quella di Sarnari (Sarnari 1998). *R.* sottosezione *Sardoninae* Singer è situata all'interno di *R.* sottogenere *Russula,* sezione *Russula,* e si inserisce nel *Core Clade*. L'indipendenza di questa sottosezione è supportata dalle analisi molecolari (Buyck *et al.* 2018). Sarnari (1998) considerava le *Sardoninae* a livello di sottosezione della sezione *Russula* e, a livello europeo,

ammetteva quattro serie al suo interno: serie *Exalbicans*, serie *Sardonia*, serie *Persicina* e serie *Sanguinea,* basate sulla monocromia o policromia del cappello e soprattutto sull'habitat.

In seno al genere *Russula*, la sottosezione *Sardoninae* si caratterizza per il sapore più o meno acre, il cappello con presenza di tinte rosa-rosse, violacee, spesso presenti anche nel gambo, le lamelle adnate o sub-decorrenti, il colore della sporata bianco, bianco-crema fino a ocra-giallastro, la pileipellis con dermatocistidi non incrostati, tendenzialmente non settati e l'assenza di ife primordiali incrostate.

Le *Sardoninae* sono diffuse in Europa, Nordamerica e Asia (India, Mongolia e Cina), soltanto una specie è gasteroide: *R. gilkeyae* (Zeller & C.W. Dodge) Trappe & T.F. Elliott (Vidal *et al.* 2019), presente nel Nordamerica. Le specie europee sono diffuse, in parte, nell'Europa centrale e settentrionale e in ambiente alpino, in parte nell'Europa mediterranea e altre ancora in entrambi gli areali.

R. suecica Ruots. & Vauras (Vauras *et al.* 2016) è stata recentemente descritta dall'Europa settentrionale ma è diffusa anche in Canada e USA; *R. queletii* Fr., presente in Europa in boschi di conifere, soprattutto *Picea abies* (L.) H. Karst. e *Abies alba* Mill., è stata segnalata anche nel Nord America e in Asia, ma da una verifica sulle sequenze di raccolte provenienti da questi continenti depositate su GenBank, sembrerebbe che possa trattarsi di altre entità; *R. gracillima* Jul. Schäff. e *R. exalbicans* (Pers.) Melzer & Zvára, simbionti delle betulle, sono diffuse in habitat alpino, nel Centro e Nord dell'Europa, in Cina e negli USA; *R. citrinochlora* Singer è diffusa nelle Alpi, nell'Europa settentrionale e in Groenlandia.

La zona mediterranea ospita nei boschi di latifoglie *R. persicina* Krombh., inoltre, nelle pinete cresce *R. torulosa* Bres.; altre specie sono diffuse sia nelle zone mediterranee, sia nell'Europa centrale ed occidentale, nelle Alpi e fino al Nord Europa come *R. sanguinea* Fr., *R. sardonia* Fr., *R. cavipes* Britzelm. e *R. luteotacta* Rea.

Recentemente sono state descritte dalla Francia *R. vinosoflavescens* Trendel & F. Hampe (Trendel *et al.* 2017), raccolta finora solo nel Nord-Est della Francia, e *R. arvernensis* Bidaud & Chalange (Bidaud & Chalange 2022). Entrambe le specie non sono note al di fuori della località di descrizione.

Per quanto riguarda le specie del continente americano abbiamo *R. albidula* Peck, *R. americana* (Singer) Singer, *R. palustris* Peck e R. *pseudopelargonia* Bazzical., D. Mill. & Buyck, *R. rhodocephala* Bazzical., D. Mill. & Buyck e *R. salishensis* Bazzical., D. Mill. & Buyck (Hyde *et al.* 2017), recentemente descritte.

Nel continente asiatico le *Sardoninae* appaiono ben rappresentate grazie alle numerose recenti segnalazioni: *R. leucomarginata* Bin Chen, Jun F. Liang & X.M. Jiang, *R. subsanguinaria* Bin Chen, Jun F. Liang & X.M. Jiang e *R. roseola* Bin Chen, Jun F. Liang & X.M. Jiang [non *R. roseola* (J.E. Lange) Crawshay] (Chen *et al.* 2022), *R. begonia* G.J. Li, T.Z. Liu & T.Z. Wei, *R. photinia* G.J. Li, T.Z. Liu & T.Z. Wei, *R. rhodochroa* G.J. Li & Chun Y. Deng e *R. rufa* G.J. Li & T.Z. Wei (Li *et al.* 2023), tutte descritte dalla Cina, e R. *thindii* K. Das & S.L. Mill., descritta dall'India (Das *et al.* 2014).

Infine in Sardegna sono state finora segnalate: *R. persicina* (Brotzu 1993), *R. sanguinea*, *R. torulosa*, *R. luteotacta* (Sarnari 1998) e *R. sardonia* (osservazioni degli autori, exsiccata 1320MS).

Il presente studio descrive una nuova specie appartenente a tale sezione. Le prime osservazioni di tale entità furono effettuate alcuni anni fa da uno di noi (M. Casula), presso le aiuole che si trovano all'esterno del cimitero di Sinnai (CA), in via del Tramonto. Vennero raccolti dei basidiomi del genere *Russula* che richiamavano *R. persicina* e, in parte, anche *R. luteotacta*, ma che presentavano delle caratteristiche non del tutto confacenti con le suddette specie. Tale occasione si ripresentò qualche anno dopo nello stesso luogo e poi ancora negli anni a seguire. Le aiuole in cui cresceva questa specie venivano costantemente irrigate dai giardinieri della municipalità. La condivisione delle raccolte con gli altri autori ha indotto l'intero gruppo ad effettuare approfondite ricerche a livello europeo e successivamente mondiale per

determinare la specie. Tali ricerche non hanno raggiunto l'obiettivo poiché nessuna specie possedeva le caratteristiche macro e microscopiche degli esemplari oggetto di studio. Si è quindi fatto ricorso alla genetica tramite il sequenziamento della regione ITS; anche i dati genetici si sono dimostrati sufficientemente diversi da quelli delle raccolte la cui sequenza del DNA era stata depositata sui database GenBank e Unite.

In seguito ad ulteriori approfondimenti e ad una nuova raccolta in lecceta su terreno calcareo si è deciso di presentare la specie come nuova per la scienza.

Materiali e metodi

Analisi macroscopica e microscopica

Lo studio è stato effettuato su esemplari freschi e su exsiccata. Le reazioni macrochimiche sono state effettuate con i seguenti reagenti: $FeSO_4$, fenolo 2%, resina di guaiaco + alcool etilico (reazione estemporanea), KOH 30% e sulfovanillina. Lo studio microscopico è stato effettuato utilizzando i seguenti coloranti e reagenti: rosso Congo al 2% oppure floxina per lo studio generale, il reagente di Melzer per lo studio delle spore, la sulfovanillina per lo studio dei dermatocistidi e dei cistidi imeniali, ottenuta estemporaneamente miscelando acido solforico al 70% con polvere di vanillina, la fucsina basica con successivo lavaggio in acido cloridrico e osservazione in acqua per verificare l'eventuale presenza di ife primordiali incrostate e di incrostazioni nei dermatocistidi. Gli exsiccata sono stati rigonfiati con ammoniaca al 3% oppure con KOH al 5%. I preparati sono stati osservati con microscopi OPTIKA, OPTEC e Motic.

I dati relativi alle misure sporali sono il risultato di un numero uguale o maggiore di 32 misurazioni per raccolta, ottenute da deposito sporale di diverse raccolte. secondo quanto indicato da Parmasto & Parmasto (1987).

Il dato relativo alle dimensioni sporali, lunghezza e larghezza, è composto da un primo numero tra parentesi che rappresenta le spore più piccole, un secondo numero senza parentesi che rappresenta il valore minore ottenuto sottraendo alla media aritmetica il valore della deviazione standard, un terzo numero, sottolineato, che indica il valore medio, un quarto numero che individua il valore maggiore addizionando alla media il valore della deviazione standard ed, infine, un quinto numero che è il valore relativo alle spore più grandi. Il quoziente (Q) di una spora è il rapporto tra lunghezza e larghezza; anche di esso sono state fornite la media e la deviazione standard. Dalle misurazioni sono escluse le decorazioni e l'apicolo.

Analisi molecolare

Le quattro raccolte studiate di *Russula occasus* sono state oggetto di analisi finalizzate al sequenziamento del DNA relativo alla regione ITS (marcatori ITS 1, 5.8S e ITS2).

Il DNA totale è stato estratto da campioni secchi utilizzando un metodo standard con bromuro di cetiltrimetilammonio (CTAB) (Murray & Thompson 1980), i marcatori ITS 1, ITS2 e rpb2 sono stati amplificati e sequenziati utilizzando le coppie di primer ITS-1F - ITS-4B (White *et al.* 1990; Gardes & Bruns 1993), I prodotti ottenuti dalla PCR sono stati trattati in gel di agarosio all'1%. I cromatogrammi sono stati verificati per rilevare eventuali errori di lettura che poi sono stati opportunamente corretti manualmente.

Una volta ottenuta la sequenza del tratto che comprende 18S parziale, ITS1, 5,8S e ITS2 totali, 28S parziale, la stessa è stata confrontata tramite il software Blastn (Altschul *et al.* 1990) del website NCBI con le sequenze presenti nelle banche dati del web, Unite e GenBank. L'albero filogenetico (**Fig. 1**) è stato ottenuto creando un dataset contenente diverse sequenze prelevate dai database GenBank e Unite della sottosez. *Sardoninae*, ad esse abbiamo aggiunto le sequenze relative alle nostre raccolte: 4 di *R. occasus*, 2 di *R. persicina*, 1 di *R. luteotacta*, 1 di *R. sanguinea*. Tutte le sequenze impiegate per costruire l'albero filogenetico sono elencate nella apposita tabella allegata (**Tab. 1**); esse sono state allineate tramite la applicazione Muscle presente nel software Mega 12. Sono stati utilizzati i metodi statistici di massima verosimiglianza (Maximum

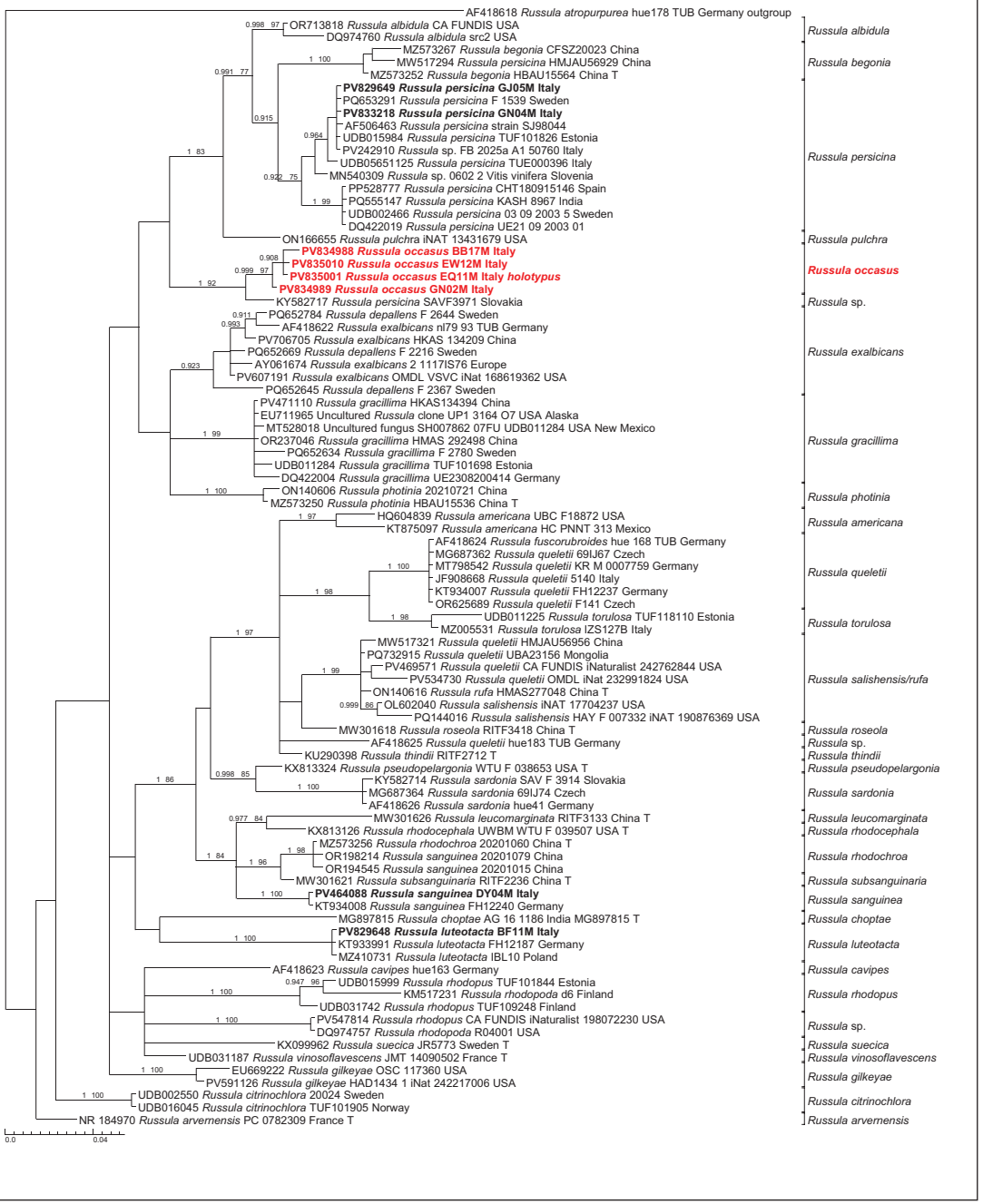


Fig. 1. Filogramma di sequenze della regione ITS del genere *Russula* sottosezione *Sardoninae* basato sull'analisi combinata con i metodi dell'inferenza bayesiana (MrBayes) e della massima verosimiglianza (RAxML). I valori di probabilità a posteriori (PP) e di bootstrap (BP) inferiori rispettivamente a 90 e a 70 non sono riportati. Le sequenze in grassetto sono state realizzate dagli autori per il presente lavoro..

likelihood) e l'inferenza bayesiana dopo aver ottenuto i file con estensione .nex (nexus for Mr Bayes) e .phy mediante il programma MESQUITE (Maddison & Maddison 2017),

L'analisi di massima verosimiglianza è stata eseguita tramite il software raxml GUI.2.0 (Stamatakis 2006, Edler *et al.*, 2021), inserendovi il file con estensione .phy, scegliendo il valore di 1000 replicazioni bootstrap e il modello di sostituzione GTRGAMMA.

L'analisi bayesiana è stata effettuata tramite il software Mr. Bayes 3.2.7a (Zhang *et al.* 2019) della piattaforma CIPRES sul quale è stato caricato il file nexus for Mr. Bayes, impostando come parametri 10 milioni di generazioni, frequenza di campionamento 1000 e infine il valore di 0,25 per il setting burn-in. Come outgroup è stata scelta una sequenza di *Russula atropurpurea* (Krombh.) Britzelm. (GenBank AF418618).

Gli alberi in estensione .tre sono stati letti con il programma Treegraft2. All'albero ottenuto con l'inferenza bayesiana sono stati aggiunti i valori di bootstrap ottenuti con la massima verosimiglianza e l'albero stesso è stato poi salvato in formato vettoriale.

Tab. 1. **Sequenze utilizzate in questo lavoro**

Specie	Voucher/ isolate/strain	Provenienza	GenBank ITS	Articolo/testo di riferimento
R. albidula	CA FUNDIS iNaturalist # 151771362	USA	OR713818	https://www.fundis.org
R. albidula	voucher src2	USA	DQ974760	Smith *et al.* (2007)
R. americana	UBC:F18872	USA	HQ604839	N
R. americana	HC-PNNT-313	Messico	KT875097	N
R. arvernensis	PC 0782309 Typus	Francia	NR_184970	Bidaud & Chalange (2022)
R. atropurpurea	voucher hue178 - outgroup	Germania	AF418618	Eberhardt (2002)
R. begonia	voucher CFSZ20023	Cina	MZ573267	Li *et al.* (2023)
R. begonia	voucher HBAU15564 T	Cina	MZ573252	Li *et al.* (2023)
R. cavipes	voucher hue163 TUB Eberhardt	Germania	AF418623	Eberhardt (2002)
R. choptae	voucher AG_16_1186 T	India	MG897815	Das *et al.* (2017)
R. citrinochlora	20024	Svezia	UDB002550	N
R. citrinochlora	TUF101905	Norvegia	UDB016045	N
R. depallens	isolate F-2644	Svezia	PQ652784	N
R. depallens	isolate F-2216	Svezia	PQ652669	N
R. depallens	isolate F-2367	Svezia	PQ652645	N
R. exalbicans	isolate 2-1117IS76	N	AY061674	Miller & Buyck (2002)
R. exalbicans	isolate OMDL / VSVC iNat # 168619362	USA	PV607191	N

Specie	Voucher/isolate/ strain	Provenienza	GenBank ITS	Articolo/testo di riferimento
R. exalbicans	voucher HKAS 134209	Cina	PV706705	Cui *et al.* (2025)
R. exalbicans	voucher nl79/93 TUB	Germania	AF418622	Eberhardt (2002)
R. fuscorubroides	voucher hue168 TUB	Germania	AF418624	Eberhardt (2002)
R. gilkeyae	OSC 117360	USA	EU669222	N
R. gilkeyae	voucher HAD1434_1 iNat#242217006	USA	PV591126	N
R. gracillima	voucher HKAS134394	Cina	PV471110	N
R. gracillima	voucher HMAS 292498	Cina	OR237046	N
R. gracillima	isolate F 2780	Svezia	PQ652634	N
R. gracillima	TUF101698	Estonia	UDB011284	N
R. gracillima	voucher UE23.08.2004-14	Germania	DQ422004	N
R. leucomarginata	voucher RITF3133 T	Cina	MW301626	Chen *et al.* (2022)
R. luteotacta	voucher BF11M	Italia	PV829648	**Presente lavoro**
R. luteotacta	strain FH12187	Germania	KT933991	Looney *et al.* (2016)
R. luteotacta	isolate IBL102	Polonia	MZ410731	N
R. occasus	voucher BB17M	Italia	PV834988	**Presente lavoro**
R. occasus	voucher EW12M	Italia	PV835010	**Presente lavoro**
R. occasus	voucher GN02M	Italia	PV834989	**Presente lavoro**
R. occasus	voucher EQ11M holotypus	Italia	PV835001	**Presente lavoro**
R. persicina	voucher CHT180915146	Spagna	PP528777	Canal Plaza & Traba-Velay (2024)
R. persicina	voucher GJ05M	Italia	PV829649	**Presente lavoro**
R. persicina	voucher GN04M	Italia	PV833218	**Presente lavoro**
R. persicina	isolate F 1539	Svezia	PQ653291	N
R. persicina	KASH 8967	India	PQ555147	N
R. persicina	SAVF3971	Slovacchia	KY582717	Cabon *et al.* 2017
R. persicina	strain SJ98044	Svezia?	AF506463	Larsson & Larsson (2003)
R. persicina	03.09.2003-5	Svezia	UDB002466	N
R. persicina	soil TUE000396	Italia	UDB05651125	N

Specie	Voucher/isolate/ strain	Provenienza	GenBank ITS	Articolo/testo di riferimento
R. persicina	voucher UE21.09.2003-01		DQ422019	N
R. persicina	TUF101826	Estonia	UDB015984	N
R. persicina	voucher HMJAU56929	Cina	MW517294	N
R. photinia	voucher 20210721	Cina	ON140606	Li *et al.* (2023)
R. photinia	voucher HBAU15536 T	Cina	MZ573250	Li *et al.* (2023)
R. pseudopelargonia	voucher :WTU-F-038653 T	USA	KX813324	Hyde *et al.* (2017)
R. pulchra	voucher iNAT:13431679	USA	ON166655	N
R. queletii	voucher hue183	Germania	AF418625	Eberhardt (2002)
R. queletii	voucher KR-M-0007759	Germania	MT798542	*Russula*-micro.com
R. queletii	voucher HMJAU56956	Cina	MW517321	N
Russula queletii	voucher UBA23156	Mongolia	PQ732915	N
R. queletii	CA FUNDIS iNaturalist # 242762844	USA	PV469571	https://www.fundis.org
R. queletii	isolate OMDL iNat # 232991824	USA	PV534730	N
R. queletii	strain 69IJ67	Cechia	MG687362	Leonhardt *et al.* (2019)
R. queletii	voucher 5140	Italia	JF908668	Osmundson *et al.* (2013)
R. queletii	strain FH12237	Germany	KT934007	Looney *et al.* (2016)
R. queletii	voucher F141	Cechia	OR625689	N
R. rhodocephala	UWBM WTU F 039507 T	USA	KX813126	Hyde *et al.* (2017)
R. rhodochroa	voucher 20201060 T	Cina	MZ573256	Li *et al.* (2023)
R. rhodopus	TUF101844	Estonia	UDB015999	N
R. rhodopus	TUF109248	Finlandia	UDB031742	N
R. rhodopus	isolate CA FUNDIS iNaturalist # 198072230	USA	PV547814	https://www.fundis.org
R. rhodopoda	voucher R04001	USA	DQ974757	Smith *et al.* (2007)

Specie	Voucher/isolate/ strain	Provenienza	GenBank ITS	Articolo/testo di riferimento
R. rhodopoda	isolate d6	Finlandia	KM517231	N
R. roseola	voucher RITF3418 T	Cina	MW301618	Chen *et al*. (2022)
R. rufa	voucher HMAS277048 T	Cina	ON140616	Li *et al.* (2023)
R. salishensis	voucher iNAT:17704237	USA	OL602040	N
R. salishensis	voucher HAY-F-007332	USA	PQ144016	https://www.fundis.org
R. sanguinea	voucher DY04M	Italia	PV464088	**Presente lavoro**
R. sanguinea	strain FH12240	Germania	KT934008	Looney *et al.* (2016)
R. sanguinea	voucher 20201079	Cina	OR198214	Liu *et al.* (2024)
R. sanguinea	voucher 20201015	Cina	OR194545	N
R. sardonia	voucher hue41 TUB	Germania	AF418626	Eberhardt (2002)
R. sardonia	voucher SAV F-3914	Slovacchia	KY582714	N
R. sardonia	strain 69IJ74	Cechia	MG687364	Leonhardt *et al.* (2019)
R. sp.	isolate 0602-2 Vitis vinifera	Slovenia	MN540309	Radić *et al.* (2021)
R. sp.	FB-2025a isolate A1-50760	Italia	PV242910	Benigni *et al.* (2025) in press
R. subsanguinaria	voucher RITF2236 Chen T	China	MW301621	Chen *et al.* (2022)
R. suecica	voucher JR5773_ Sweden_T	Sweden	KX099962	Vauras *et al.* (2016)
R. thindii	haplotype RITF2712	Cina	KU290398	Das *et al.* 2014
R. torulosa	voucher IZS127B	Italia	MZ005531	Giusti *et al.* (2021)
R. torulosa	TUF118110	Estonia	UDB011225	N
Uncultured fungus	isolate SH007862.07FU_ UDB0112284	USA	MT528018	Hewitt *et al.* (2020)
Uncultured *R.*	clone UP1_3164_ O7	USA	EU711965	N
R. vinosoflavescens	JMT 14090502 T	Francia	UDB031187	Trendel *et al*. (2017)

TASSONOMIA

Russula occasus Mua, Carcangiu, Casula, Rinaldi & Sanna
MycoBank n. 859798

Etimologia dal latino *occasus, occasus*: tramonto, dal luogo delle prime raccolte.

Holotypus raccolta del 17/03/2017 in loc. Sinnai (CA) Italia, *leg.* Marco Casula. Habitat: aiuola erbosa con *Quercus ilex* L. Gen Bank: PV835001, depositato in herbarium CAG (CAG C/14.2), isotypus in erbario personale Alberto Mua (EQ11M).

Diagnosi originale

R. occasus is characterised by its medium-small size, the whitish or cream colour of the cuticle, with reddish but never dominant shades, the cream to light ochre coloured gills, the stem devoid of red pigment, the acrid taste, the non-septate dermatocystidia, the sub-reticulated spores, its habitat in the Mediterranean woods of Quercus ilex and the uniqueness of the ITS region sequence.

Descrizione macroscopica (Foto 1-2-3)

Cappello 3-5 (7) cm, inizialmente compatto, duro, emisferico, poi convesso, infine piano, senza accenno di umbone, infine depresso; margine involuto, poi disteso, abbondantemente screpolato con tempo asciutto, scanalato a maturità, tubercolato per breve tratto. Cuticola asciutta, opaca, liscia, untuosa con tempo umido, asportabile solo per un terzo di raggio, bianca, fino a ocra-giallo chiaro, spesso colorata di rosso sul bordo, anche sfumata di ruggine verso il centro.

Lamelle inizialmente bianche, poi bianco-crema, adnate, arrotondate al gambo, da mediamente fitte a fitte, sinuose, ottuse in avanti, inizialmente falciformi poi appena panciute verso l'orlo, intercalate da qualche lamellula, intervenate, spesso con forcature e anastomosi; filo regolare.

Gambo 3-7 × 1-2 cm, cilindrico, talora attenuato in basso o clavato, svasato alla sommità, rugoso, bianco, pennellato di giallo qua e là e di ruggine alla base, inizialmente sodo e duro, poi molle, farcito, infine cavernoso.

Carne dapprima compatta e dura, quindi molle e fragile, bianca, poi crema, odore gradevole, fungino, sapore più o meno acre.

Reazioni macrochimiche sulla carne, tintura di guaiaco: blu immediato e intenso; fenolo: prima fucsia, infine brunastro; $FeSO_4$: rosa banale; KOH giallastro (**Foto 4**).

Sporata crema (IIa del codice di Romagnesi) (**Foto 5**).

Descrizione microscopica (Fig. 2 e foto da 6 a 14)

Spore (6,36) 7,06-7,64-8,23 (9,32) × (5,53) 6,24-6,68-7,11 (7,94) μm, Q = 1,08-1,15-1,21, subglobose, ovoidali, zebrate, crestate, subreticolate, con verruche unite fino a formare qualche maglia chiusa, numerose conico-appuntite, altre ottuse, alte 0,5-0,8 μm; tacca soprailare leggermente amiloide (**Foto 6**).

Basidi 40-56 × 9-12 μm clavati, tetrasporici, meno frequentemente bisporici e anche monosporici, con sterigmi lunghi 5-8 μm (**Foto 7-8-9**).

Cistidi 60-100 × 8-12 μm fusiformi, con apice attenuato, talvolta con piccolo rigonfiamento apicale, anche moniliformi, annerenti con la sulfovanillina (**Foto 10-11**).

Pileipellis (**Foto 12**) costituita da ife filamentose aggrovigliate, cilindriche ad apice ottuso, molte gelificate larghe 2-4 μm, accompagnate da dermatocistidi (**Foto 13-14**) larghi 4-8 μm unicellulari, raramente con presenza di qualche diverticolo; laticiferi abbondanti, non rilevate ife incrostate né incrostazioni nei dermatocistidi dopo il passaggio della fucsina basica.

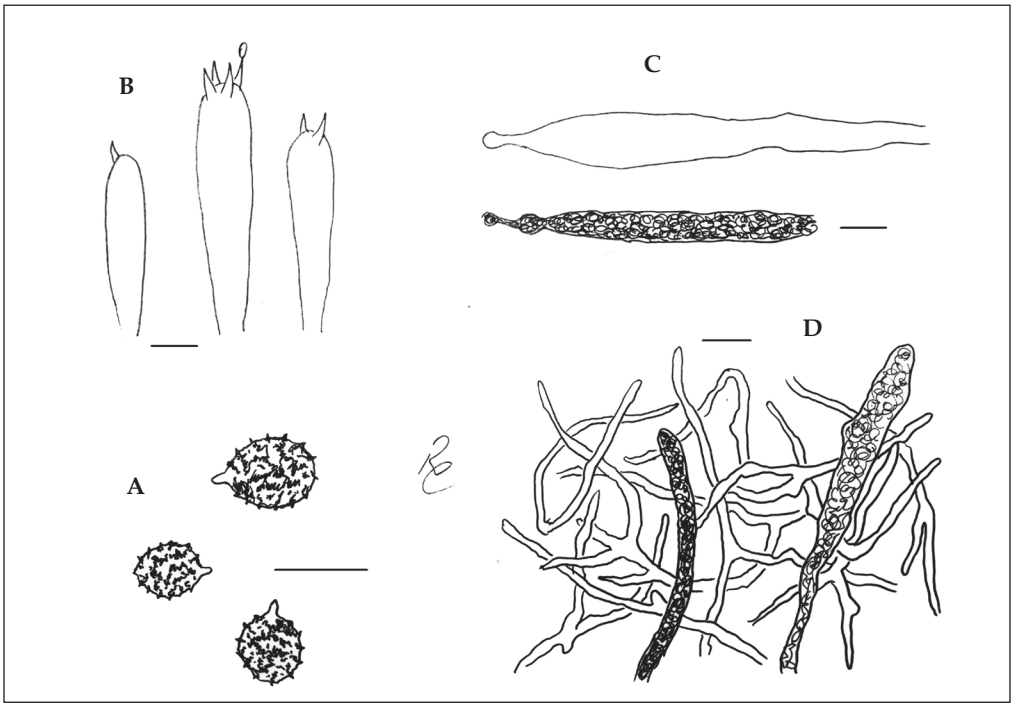


Fig. 2. *Russula occasus.* **A**: Spore; **B**. Basidi; **C**. Cistidi imeniali; **D**. Pileipellis. Le barre indicano la misura di 10 µm.
Disegno di Ramona Cardia



Foto 1. *Russula occasus* in habitat. Holotypus (EQ11M). Foto di Marco Casula



Foto 2. *Russula occasus* (EW12M). Foto di Alberto Mua



Foto 3. *R. occasus* (GN02M). Foto di Marco Casula

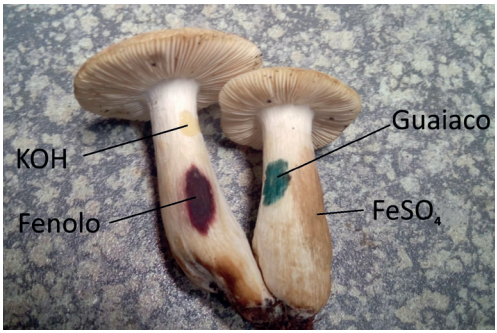


Foto 4. *R. occasus*. Reazioni. Foto di Marco Casula



Foto 5. *R. occasus* (GN02M). Foto di Marco Casula

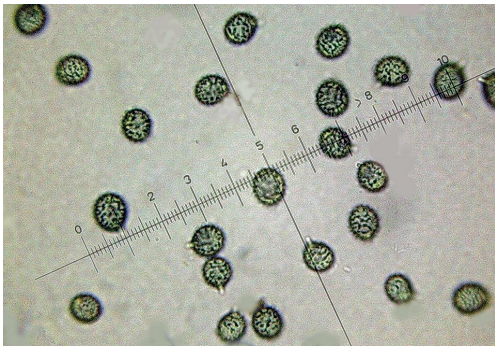


Foto 6. *R. occasus*. Spore (1000×). Foto di Marco Casula

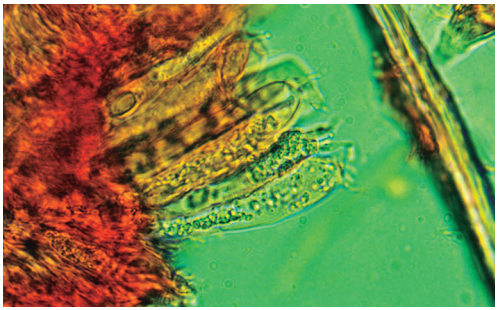


Foto 7. *R. occasus*. Basidi in rosso Congo (1000×).
Foto di Alberto Mua



Foto 8. *R. occasus*. Basidi in rosso Congo (400×).
Foto di Marco Casula

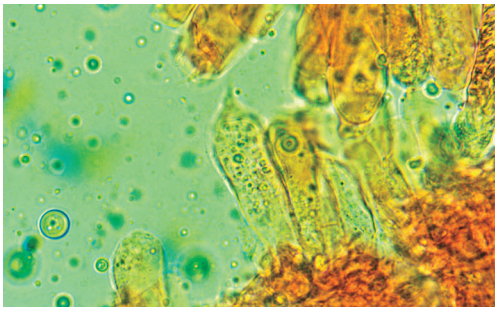


Foto 9. *R. occasus*. Basidio monosporico in rosso Congo (1000×).
Foto di Alberto Mua



Foto 10. *R. occasus*. Cistidio imeniale in SV (1000×).
Foto di Marco Casula

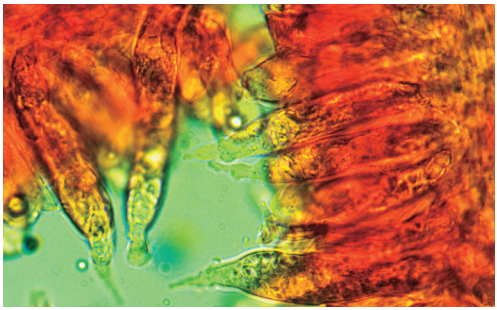


Foto 11. *R. occasus*. Cistidi imenial in rosso Congo (1000×).
Foto di Alberto Mua

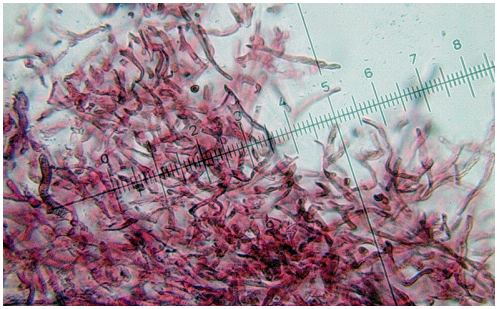


Foto 12. *R. occasus*. Pileipellis in fucsina basica (400×).
Foto di Marco Casula

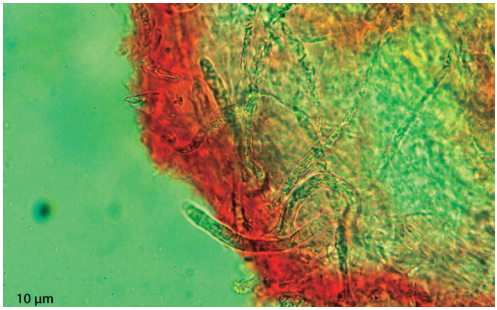


Foto 13. *R. occasus*. Dermatocistidi in rosso Congo (400×).
Foto di Alberto Mua



Foto 14. *R. occasus*. Dermatocistidio in rosso Congo (1000×).
Foto di Marco Casula

Habitat macchia mediterranea con *Quercus ilex*, *Arbutus unedo* L., *Phyllirea* spp., su terreno calcareo, anche nei parchi cittadini con stesso substrato e presenza di *Q. ilex*.

Altre raccolte studiate 27/09/2017, Sinnai (CA), aiuola cittadina, sotto *Quercus ilex*, *leg.* Marco Casula (BB19M) (GenBank PV834988); 29/10/2019, ibidem, *leg.* Marco Casula e Alberto Mua (EW12M) (GenBank PV835010); 02/12/2023, Gadoni (NU), loc. Ilixi e Pezza, bosco di *Q. ilex*, *leg.* Alessio Carcangiu (EN02M) (Gen Bank PV834989).

Discussione

Come evidenziato dall'albero filogenetico (**Fig. 1**) *R. occasus* si inserisce in *R.* sottosezione *Sardoninae*, in un ampio clade che comprende *R. persicina, R. photinia, R. gracillima, R. exalbicans, R. depallens, R. pulchra, R. albidula* e *R. begonia*. *R. occasus* forma un clade, ben supportato nel suo insieme, con un'altra sequenza piuttosto vicina (GenBank KY582717), attribuita in modo verosimilmente errato a *R. persicina* raccolta in Slovacchia nei Monti Carpazi in presenza di *Carpinus* sp., *Fagus* sp. e *Quercus cerris* L. (Caboň *et al.* 2017).

R. occasus è caratterizzata da taglia media, colorazione biancastra o crema della cuticola con sfumature rossastre, mai dominanti, lamelle di colore da crema a ocra chiaro, gambo privo di pigmento rosso, sapore acre, dermatocistidi non settati e spore subreticolate.

Nonostante la sua somiglianza macroscopica con *R. persicina, R. sanguinea, R. exalbicans* e *R. luteotacta*, dalle quali è peraltro distinguibile, essa presenta una diversità molecolare ben evidente.

Russula persicina si differenzia per la tendenza ad avere colorazioni pileiche totalmente rosse, per il gambo quasi sempre sfumato di rosso, per la presenza di sfumature gialle, per la mancanza di colorazione rugginosa alla base, per la sporata un po' più scura, inoltre per le spore che presentano delle verruche in parte isolate, in parte connesse tra loro, talvolta fino ad apparire zebrate, ma mai subreticolate.

Russula luteotacta può essere simile nelle sue forme decolorate ma si differenzia per le lamelle in genere più spaziate, per la carne e le parti contuse ingiallenti, per la sporata di colore bianco puro e per le spore verrucose e crestate, ma mai subreticolate.

Russula sanguinea è diversa per l'habitat nei boschi di conifere, soprattutto di *Pinus* spp., per le colorazioni pileiche rosse con margine più pallido, per le lamelle tendenzialmente subdecorrenti, per il gambo normalmente slavato di rosa-rosso, per le lamelle di un crema più carico, per la sporata più scura e per i dermatocistidi in parte settati.

Infine, *Russula exalbicans* si differenzia, per l'habitat presso betulle, per la reazione blanda alla tintura di guaiaco, per le lamelle più scure, per la sporata più carica e per le spore allungate.

Indirizzi degli autori

Alberto Mua
Associazione Micologica Bresadola, Gruppo 'Sette Fratelli', Via 45, 09131 Cagliari (CA), Italy.
E-mail: albermua@gmail.com (Correspondence author)

Alessio Carcangiu
Associazione Micologica Bresadola, Gruppo 'Sette Fratelli', Via 45, 09131 Cagliari (CA), Italy.
E-mail: carcangiualessio@tiscali.it

Marco Casula
Associazione Micologica Bresadola, Gruppo 'Sette Fratelli', Via 45, 09131 Cagliari (CA), Italy.
E-mail: casula.mek@gmail.com

Andrea C. Rinaldi
Dipartimento di Scienze Biomediche, Università di Cagliari, 09042 Monserrato (CA), Italy.
E-mail: rinaldi@unica.it

Massimo Sanna
Associazione Micologica Bresadola, Gruppo 'Sette Fratelli', Via 45, 09131 Cagliari (CA), Italy.
E-mail. massanfungo@gmail.com

Bibliografia

Altschul S.F., Gish W., Miller W., Myers E.W. & Lipman D.J. – 1990: Basic local alignment search tool. *Journ. of Molec. Biol.* 215: 403-410. (https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)

Bidaud A. & Chalange R. – 2022: *Russula arvernensis* sp. nov., sosie de *Russula gracillima*. *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 138 (1-2): 11-21.

Brotzu R. – 1993: *Guida ai funghi della Sardegna* – parte seconda. Ed. Archivio Fotografico Sardo. Nuoro.

Buyck B., Horak E., Cooper J.A. & Wang X.H. – 2023: *Russula* subgen. *Cremeoochraceae* subgen. nov.: a very small and ancient lineage sharing with *Multifurca* (*Russulaceae*) an identical, largely circum-Pacific distribution pattern. *Mycosph.* 11 (1): 285–304. (https://doi.org/10.1101/2023.07.26.550279)

Buyck B., Wang X-H., Adamčíková K., Caboň M., Jančovičová S., Hofstetter V. & Adamčík S. – 2020: One step closer to unravelling the origin of *Russula*: subgenus *Glutinosae* subg. nov. *Mycosph.* 11 (1): 285-304. (https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/6)

Buyck B., Zoller S. & Hofstetter V. – 2018: Walking the thin line… ten years later: the dilemma of above-versus below-ground features to support phylogenies in the *Russulaceae* (*Basidiomycota*). *Fung. Div*. 89 (1), 267-292. (https://doi.org/10.1007/s13225-018-0397-5)

Caboň, M., Eberhardt, U., Looney, B., Hampe, F., Kolařík, M., Jančovičová, S., ... & Adamčík, S. – 2017: New insights in *Russula* subsect. *Rubrinae*: phylogeny and the quest for synapomorphic characters. *Mycol. Progr*. 16: 877-892. (https://doi.org/10.1007/s11557-017-1322-0)

Chen B., Liang J., Jiang X. & Song J. – 2022: Morphological characters and molecular phylogeny reveal three new species of subgenus *Russula* from China. *Life* 12 (4): p. 480. (https://doi.org/10.3390/life12040480)

Cui Y.J., Wu Y.D., Jiang Y.H., Zhu A.H., Wu F., Liu H.G.….. & Yuan Y. – 2025: Diversity of macrofungi in southeast Xizang 1. The wood-decay fungi. *Mycol.* 16 (2), 635-669. (https://doi.org/10.1080/21501203.2024.2379476)

Das K., Dowie N.J., Li. G.J. & Miller S.L. – 2014: Two new species of *Russula* (*Russulales*) from India. *Mycosph.* 5 (5): 612-622. (https://doi.org/10.5943/mycosphere/5/5/2)

Das K., Ghosh A., Bhatt R.P., Chakraborty D., Hofstetter V. & Buyck B. – 2017: Fungal biodiversity profiles 41-50. *Crypt., Mycol*. 38 (4): 527-547. (https://doi.org/10.7872/crym/v38.iss4.2017.527)

Eberhardt U. – 2002: Molecular kinship analyses of the agaricoid *Russulaceae*: correspondence with mycorrhizal anatomy and sporocarp features in the genus *Russula*. *Mycol. Progr.* 1 (2): 201-223.

Edler D., Klein J., Antonelli A. & Silvestro D. – 2021: RAxML-GUI 2.0: A graphical interface and toolkit for phylogenetic analyses using RAxML. *Meth. in Ecol. and Evol*. 12 (2): 373-377. (https://doi.org/10.1111/2041-210X.13512)

Gardes M. & Bruns T.D. – 1993: ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes -application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molec. Ecol.* 2: 113-118. (https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x)

Giusti A., Ricci E., Gasperetti L., Galgani M., Polidori L., Verdigi F., Narducci R. & Armani A. – 2021: Building of an Internal Transcribed Spacer (ITS) gene dataset to support the Italian Health Service in mushroom identification. *Foods* 10 (6): 1193. (https://doi.org/10.3390/foods10061193)

Hewitt R.E., Chapin III F.S., Hollingsworth T.N., Mack M.C., Rocha A.V. & Taylor D.L. – 2020: Limited overall impacts of ectomycorrhizal inoculation on recruitment of boreal trees into Arctic tundra following wildfire belie species-specific responses. *PloS One* 15 (7): e0235932. (https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235932)

Hongsanan S., Hyde K.D., Bahkali A.H., Camporesi E., Chomnunti P., Ekanayaka H., Gomes A.M., Hofstetter V., Jones E.B.G., Pinho D.B., Pereira O.L., Tian Q., Wanasinghe D.N., Xu J.-C. & Buyck B. – 2015: Fungal biodiversity profiles 11–20. *Crypt., Mycol*. 36 (3): 355-380. (https://doi.org/10.7872/crym/v36.iss3.2015.355)

Hyde K.D., Norphanphoun C., Abreu V.P., Bazzicalupo A., Thilini Chethana K.W., Clericuzio M., Dayarathne M.C., Dissanayake A.J., Ekanayaka A.H., He M.Q., Hongsanan S., Huang S.K., Jayasiri S.C., Jayawardena R.S., Karunarathna A., Konta S., Kušan I., Lee H., Li J., ... & Mortimer P.E. – 2017: Fungal diversity notes 603–708: taxonomic and phylogenetic notes on genera and species. *Fung. Div.* 87 (1): 1-235. (https://doi.org/10.1007/s13225-017-0391-3)

Larsson E. & Larsson K.H. – 2003: Phylogenetic relationships of russuloid basidiomycetes with emphasis on aphyllophoralean taxa. *Mycol.* 95 (6): 1037-1065. (https://doi.org/10.1080/15572536.2004.11833020)

Leonhardt T., Borovička J., Sácký J., Šantrůček J., Kameník J. & Kotrba P. – 2019: Zn overaccumulating *Russula* species clade together and use the same mechanism for the detoxification of excess Zn. *Chemosph*. 225: 618-626. (https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.062

Li G.J., Liu T.Z., Li S.M., Zhao S.Y., Niu C.Y., Liu Z.Z., ... & Wei T.Z. – 2023: Four new species of *Russula* subsection *Sardoninae* from China. *Journ. of Fungi* 9 (2): 199. (https://doi.org/10.3390/jof9020199)

Looney B.P., Ryberg M., Hampe F., Sánchez-García M. & Matheny P.B. – 2016: Into and out of the tropics: global diversification patterns in a hyperdiverse clade of ectomycorrhizal fungi. *Molec. Ecol*. 25 (2), 630-647. (https://doi.org/10.1111/mec.13506)

Maddison W.P. & Maddison D.R. – 2017: Mesquite: a modular system for evolutionary analisis. Version 2.0.

Miller S. L. & Buyck B. – 2002: Molecular phylogeny of the genus *Russula* in Europe with a comparison of modern infrageneric classifications. *Mycol. Res.* 106 (3): 259-276. (https://doi.org/10.1017/S0953756202005610)

Murray M.G. & Thompson W.F. – 1980: Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nuc. Ac. Res*. 8: 4321-4325. (https://doi.10.1093/nar/8.19.4321)

Osmundson T.W., Robert V.A., Schoch C.L., Baker L.J., Smith A., Robich G., Mizzan L. & Garbelotto M.M. – 2013: Filling gaps in biodiversity knowledge for macrofungi: contributions and assessment of an herbarium collection DNA barcode sequencing project. *PloS one* 8 (4), e62419. (https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062419)

Parmasto E. & Parmasto I. – 1987: Variation in Basidiospores in the *Hymenomycetes* and its significantce to their taxonomy. *Bibl. Mycol.* 115.

Radić T., Likar M., Hančević K., Regvar M., Čarija M. & Zdunić G. – 2021: Root-associated community composition and co-occurrence patterns of fungi in wild grapevine. *Fung. Ecol*. 50, 101034. (https://doi.org/10.1016/j.funeco.2020.101034)

Romagnesi H. – 1967: *Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Bordas. Paris.

Sarnari M. – 1998: *Monografia illustrata del genere Russula in Europa, tomo 1*. A.M.B. Fond. Centro Studi Micologici. Trento.

Smith M.E., Douhan G.W. & Rizzo D.M. – 2007: Ectomycorrhizal community structure in a xeric *Quercus* woodland based on rDNA sequence analysis of sporocarps and pooled roots. *New Phytol*. 174 (4). (doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.02040.x)

Stamatakis A. – 2006: RAxML-VI-HPC: Maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinf.* 22: 2688-2690.

Trendel J.M., Hampe F. & Verbeken A. – 2017: *Russula vinosoflavescens* sp. nov., from deciduous forests of Northern Alsace, France. *Mycot.* 132 (4): 707-721. (https://doi.org/10.5248/132.707)

Vauras J., Ruotsalainen J. & Liimatainen K. – 2016: *Russula suecica*, a new red species from Northern Fennoscandia. *Karst.* 56: 5-12.

Vidal J.M., Alvarado P., Loizides M., Konstantinidis G., Chachuła P., Mleczko P., ... & Llistosella, J. – 2019: A phylogenetic and taxonomic revision of sequestrate *Russulaceae* in Mediterranean and temperate Europe. *Persoonia-Molec. Phyl. and Evol. of Fungi* 42 (1): 127-185. (https://doi.org/10.3767/persoonia.2019.42.06)

White T.J., Bruns T., Lee S.J.W.T. & Taylor J. – 1990: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications, 18 (1): 315-322. *Academic Press. USA*.

Zhang C. – 2019: Molecular clock dating using MrBayes. *Verteb. Palas*. 57 (3): 241-252.

Siti internet consultati

https://www.fundis.org

https://russula-micro.com

https://www.ncbi.nlm.nih.gov

https://unite.ut.ee