

# Caratterizzazione morfologica e anatomica della ninfea bianca (*Nymphaea alba* L.) nel Lago Trasimeno (Umbria)

**Rosalba Padula**

Arpa Umbria, Via Pievaiola Str. San Sisto – 06132 Perugia

E-mail: r.padula@arpa.umbria.it

Pervenuto il 12.8.2021; accettato il 18.9.2021

## RIASSUNTO

La ninfea bianca, *Nymphaea alba* L., è una specie erbacea completamente adattata alla vita acquatica. Fino ad alcuni decenni fa era molto diffusa nelle acque del lago Trasimeno, oggi è quasi del tutto scomparsa. Tra le cause della sua drastica diminuzione soprattutto nei “chiari” del lago (zone palustri circondate dal canneto) sono da segnalare il progressivo aumento di specie animali aliene, una gestione poco attenta alla salvaguardia dell’area umida, la modifica di alcuni parametri chimico-fisici, il cambiamento climatico. Citata in diversi documenti come specie comune in molte regioni italiane, in Umbria *N. alba* può considerarsi gravemente minacciata in quanto oramai visibile solo nel Giardino delle Piante Acquatiche di isola Polvese (ex Piscina Porcinai) e in alcune vasche di riproduzione, sempre alimentate dalle acque del lago, poste nell’Oasi La Valle di San Savino e nel Centro Ittiogenico di Sant’Arcangelo. Il preoccupante stato di conservazione della ninfea bianca ha indotto gli organi istituzionali regionali ad inserirla in normative che ne riconoscono gli obiettivi di tutela, vietandone ad esempio il commercio e la raccolta, e inserendola nelle misure di conservazione del Piano di Gestione del Sito Natura 2000. La presente ricerca si occupa della descrizione morfologica, anatomica e microscopica di *N. alba*, attraverso un’accurata documentazione fotografica. A tale scopo è stata utilizzata strumentazione tecnica ad elevate prestazioni.

PAROLE CHIAVE: specie minacciate / idrofite / microscopia / foto

## Morphological and anatomical characterization of white water-lily (*Nymphaea alba* L.) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy)

*Nymphaea alba* L., white water-lily, is an herbaceous species completely adapted to the aquatic life. Until a few decades ago it was widespread in the waters of the Lake Trasimeno, today it has almost completely disappeared. Among the different causes behind the drastic reduction especially in the “chiari” of the lake (marshy areas surrounded by reeds), it is important to, acknowledge the growingly relevant presence of alien animals, a management not very attentive to the protection of the wetland, the modification of some chemical and physical parameters, climate change. Cited by numerous documents (Fiori et al., 1908; Pignatti, 1982) as a common species in many Italian regions, the white water-lily in Umbria is to be considered highly threatened in that it is now only visible in the Gardens of Aquatic Plants an area in the Polvese Island (Piscina Porcinai), and in a few reproduction tanks. The latter are located in the Oasis La Valle of San Savino and in the Ichthyogenic Center of Sant’Arcangelo and are supplied by the water of the Lake. The worrying status of conservation of the white water-lily has prompted regional institutions to include it in regulations that establish specific protective goals. For instance, the collection and commercial use of the white water-lily is today forbidden, and the species has been included in the conservation measures of the management plan of the Natura 2000 site. The following research focuses on the morphologic, anatomic and microscopic description of the *Nymphaea alba* through a large photographic documentation. To achieve this scope, high-performing technical equipment has been deployed.

KEY WORDS: threatened species / hydrophytes / microscopy / photos

## INTRODUZIONE

La presente ricerca riguarda lo studio delle caratteristiche morfologiche, anatomiche e microscopiche della *Nymphaea alba* L.<sup>(\*)</sup> (Fig. 1).

La ninfea bianca appartiene alla famiglia delle *Nymphaeaceae*. È specie palustre perenne che predilige acque ferme o a lento decorso e può sopportare abbassamenti temporanei del livello dell'acqua. Di *N. alba* esistono numerose varietà e sottospecie anche a fiori rosei, rossi e violacei, create da ibridatori a scopo ornamentale. Nel linguaggio dei fiori è simbolo di innocenza e purezza, ma in tempi lontani e soprattutto di carestia, i rizomi venivano utilizzati come alimento perché ricchi di amido, o cotti in infuso per le proprietà calmanti, sedative e antifrodisiache date dalla *ninfeina* contenuta nella pianta.

Originaria dell'emisfero boreale e dei paesi tropicali, attualmente è diffusa in molte aree dell'intera Europa. In Italia diversi autori l'hanno indicata ampiamente presente in laghi, paludi e canali artificiali (Fiori e Paoletti, 1908; Fiori, 1925; Pignatti, 1982) di quasi tutte le regioni italiane, con l'esclusione di Abruzzo, Molise, Calabria e Sicilia (Conti *et al.*, 2005). La ninfea bianca ha acquisito così

il rango di specie floristica di interesse fitogeografico.

In Umbria, in particolare nel lago Trasimeno, veniva segnalata già alla fine del 1800 (Batelli, 1886) e da numerosi autori del secolo scorso (Barsali, 1913; Moretti, 1961; Granetti, 1965 e 1968; Pedrotti e Orsomando, 1982; Liberman Cruz, 1988; Orsomando e Catorci, 1991) come pianta stabilmente distribuita su tutto lo specchio lacustre. Fino alla prima metà del '900, infatti, si estendeva in ampie fasce che andavano dalla costa lacustre verso il centro del lago e intorno alle tre isole. Formava estesi tappeti di foglie affioranti, soprattutto in corrispondenza dei "chiari", cioè di quelle porzioni di lago delimitate dal canneto e dalle tife, con scarsa vegetazione palustre e protette dal vento e dal moto ondosso (Fig. 2).

Granetti (1968) segnalava numerose piante di ninfea bianca a Tuoro in prossimità del pontile e a Sant'Arcangelo nei pressi del pontile vecchio, con estensioni di 100-200 m lungo la riva che, agevolate dalla modesta profondità dell'acqua, 1,30-2,50 m circa, e dal substrato sabbioso o limoso, si sviluppavano per centinaia di metri verso l'interno del lago. Le favorevoli condizioni ambientali consen-

tivano il lungo periodo di fioritura (tolleranza antesica) di ben 180 giorni, dalla fine di aprile alla prima metà di ottobre (Granetti l.c.). In quel periodo le medie delle temperature massime giornaliere registrate dalla stazione idro-pluviometrica di Sant'Arcangelo, gestita dall'Istituto di Ecologia Agraria dell'Università degli Studi di Perugia, erano comprese tra 23°C circa a fine aprile e inizio ottobre, e 28°C circa a inizio luglio (Granetti l.c.). Gli estesi tappeti di ninfee creavano luoghi ideali per la riproduzione e il riparo di uccelli e pesci che frequentavano le acque lacustri in tutte le stagioni dell'anno, oltre a fornire protezione e nutrimento ai pascolatori di macroinvertebrati (Kok e Van der Velde, 1994), come insetti, lumache e sanguisughe (Paillisson e Marion, 2001).

In Umbria, a causa della errata gestione delle aree umide e in

\* Il binomio scientifico *Nymphaea alba* è stato istituito da Carl von Linné, biologo e scrittore svedese, nell'opera *Species Plantarum* Sp. Pl. 1:510 del 1753.

Il nome del genere "*Nymphaea*" deriva dal greco "*νυμφᾶς*" ovvero ninfa, una divinità minore della mitologia greca custode e animatrice di particolari ambienti naturali, raffigurata come una bellissima giovane in onore della bellezza del fiore. L'attributo "*alba*" della specie si riferisce, ovviamente, alla colorazione bianca dei petali.



Fig. 1. Fiori in ambiente naturale.



Fig. 2. *Nymphaea alba* nei "chiari" del Trasimeno. Centro Ittiogenico di S. Arcangelo.

particolare della cementificazione delle sponde lacustri e delle opere di bonifica che hanno prosciugato gli specchi d'acqua minori ed abbassato il livello di quelli più grandi, la ninfea bianca è considerata sempre più specie in grave pericolo di estinzione. Dalla seconda metà del 1900 gli studi condotti sul territorio regionale evidenziano, infatti, un crescente calo di segnalazioni da cui risulta che la ninfea bianca è una specie vulnerabile, ormai quasi del tutto scomparsa (Conti *et al.*, 1997; Venanzoni *et al.*, 2006).

Nel lago Trasimeno ulteriori cause della sua scomparsa sono da ricercarsi nella riduzione e degradazione del canneto, e sicuramente nella presenza della nutria (*Myocastor coypus*, Molina 1782) e del gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*, Girard, 1852). Le loro abitudini alimentari, vegetariana e detritivora, e la comune pratica di scavare tane e cunicoli che destabilizzano argini e fondo lacustre, hanno procurato significativi danni all'habitat ideale per la riproduzione della specie vegetale. Non è infine trascurabile negli ultimi decenni l'influenza della modifica dei parametri chimico-fisici delle acque del lago, fra cui una crescente salinità e un aumento della temperatura media, correlata in parte alla diminuzione costante del livello e in parte al cambiamento climatico. Attualmente in Umbria *Nymphaea alba* è presente con un'ampia popolazione nella Palude di Colfiorito (Foligno-PG).

### INTERVENTI LEGISLATIVI

Per le motivazioni sopra esposte e per il suo elevato pregio naturalistico, *Nymphaea alba* viene attualmente tutelata tramite apposite direttive comunitarie e leggi regionali. La Comunità Europea (Dir. Habitat 92/43/CEE) la rico-

nosce come specie idrofita tipica di habitat lacustri, palustri e di acque stagnanti eutrofiche (Allegato I: H3150). La criticità dell'habitat è data dalla progressiva scomparsa di questi sistemi di acqua dolce che deriva dai possibili fenomeni di interrimento provocati dall'accumulo di sedimento sui fondali, o dalla modifica artificiale del regime idrico che, se particolarmente accentuati, possono provocare l'irreversibile alterazione dell'habitat e l'insediarsi di altre tipologie vegetazionali.

La Regione Umbria, grazie alle conoscenze tecnico-scientifiche del patrimonio floristico-vegetazionale del lago Trasimeno, ha messo in atto numerosi interventi per la salvaguardia e la tutela di *Nymphaea alba* (RU LR.40/78; RU LR.49/87). Il concetto di protezione è stato rafforzato poi con l'individuazione del Lago Trasimeno come Sito Natura 2000 IT5210018, con la redazione del relativo Piano di gestione (RU DGR.92/12) e con il conseguente riconoscimento di Zona Speciale di Conservazione (ZSC) della regione biogeografica mediterranea (DM Ambiente, 2014). Nell'Allegato "A" della LR.27/00 e della LR.1/15 si considera la ninfea bianca come specie floristica rara, vulnerabile, con alta probabilità di estinzione e di interesse fitogeografico regionale per la quale deve essere avviato un programma di protezione dell'habitat e divieto di distruzione e danneggiamento della specie. La situazione ormai allarmante, ha quindi indotto la Regione Umbria ad inserirla nella categoria IUCN CR-Critically Endangered, quale "*specie rara a livello regionale legata ad ambienti minacciati di distruzione, in acque stagnanti oligotrofe*" (RU Piani di Parco, 2015). Grazie a queste iniziative di recupero, oggi nel bacino del Trasimeno la specie sopravvive in tre

diversi siti: il Centro Ittiogenico di Sant'Arcangelo, il Giardino delle Piante Acquatiche di isola Polvese (ex Piscina Porcinai) e l'Oasi naturalistica "la Valle" di San Savino, tutti localizzati nel comune di Magione (PG).

### MATERIALI E METODI

L'indagine è stata avviata nell'agosto del 2019 presso il Laboratorio di Microscopia del Centro "Cambiamento climatico e Biodiversità in ambienti lacustri e aree umide" di Arpa Umbria, e proseguita nel 2021 per gli approfondimenti morfologici. I campioni sono stati raccolti in quattro stazioni diverse, rappresentate dalle vasche di allevamento presenti nel Centro Ittiogenico di Sant'Arcangelo e nelle vasche delle Piante Acquatiche di isola Polvese, permettendo così di mettere a confronto esemplari in diverso stadio di crescita. L'analisi morfologica e microscopica ha messo in evidenza alcuni particolari di sicuro interesse che nel presente lavoro vengono illustrati con numerose immagini, tutte uniche e originali realizzate da Bruno Granetti, Andrea Mezzetti e Rosalba Padula<sup>§</sup>.

A tal fine è stata utilizzata la seguente strumentazione: microscopio ottico Nikon ECLIPSE Ci-L e stereomicroscopio NIKON SMZ 745T, entrambi con telecamera DS-Fi3 e software di gestione immagini NIS-Elements D; microscopio invertito Olympus IX50 con telecamere Nikon DS-Fi2 e software Nikon NIS-Elements D4.4; microscopio elettronico a scansione SEM Jeol JCM-6000-plus da banco, con tavolino motorizzato XY e campioni metallizzati in oro con JEOL SMART Coater; fotocamera Nikon D50 con obiettivi standard e superzoom.

<sup>§</sup> Le immagini a piena pagina sono visualizzate nel file associato "Iconografia".

## RISULTATI

*Nymphaea alba* è dotata di un rizoma lungo e carnoso munito di radici che si fissano sul fondo fangoso (Fig. 3 e 4).

Il rizoma non è ramificato ed ha una struttura ricca di tessuti parenchimatici e di canali aeriferi (Fig. 5 e 6).

Porzioni di rizoma posso-

no riprodurre l'intera pianta. Dal rizoma, e particolarmente dalla sua zona apicale, si sviluppano foglie e fiori portati alla superficie da piccioli e peduncoli lunghi da



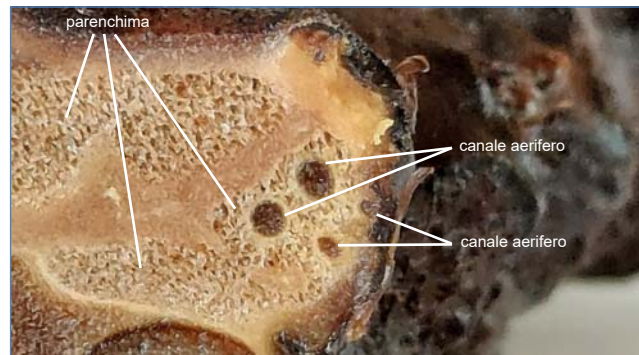
**Fig. 3.** Rizoma di ninfea bianca con le radici e, indistinguibili tra loro, i piccioli fogliari e i peduncoli fiorali.



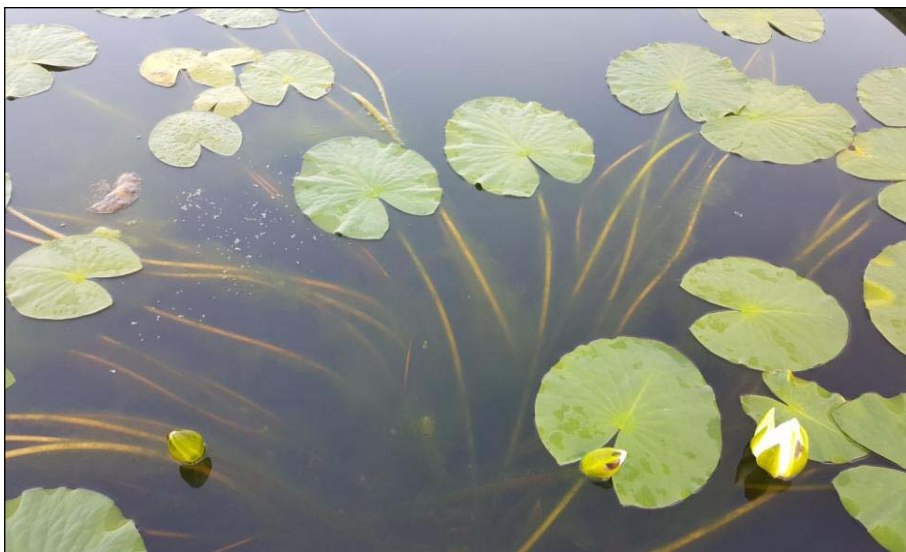
**Fig. 4.** Particolare di un giovane rizoma con le cicatrici dei piccioli e dei peduncoli.



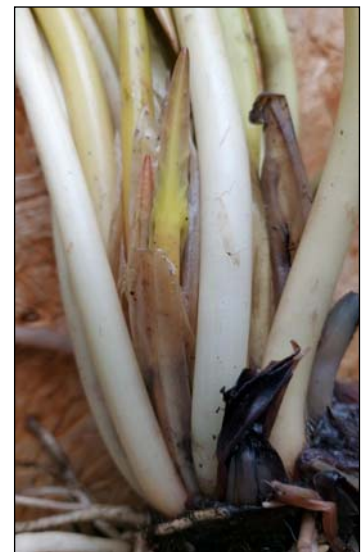
**Fig. 5.** Sezione trasversale del rizoma con le inserzioni delle radici.



**Fig. 6.** Particolare dei tessuti parenchimatici e dei canali aeriferi del rizoma.



**Fig. 7.** Lunghi piccioli e peduncoli che si sviluppano dal rizoma sommerso e portano in superficie foglie e fiori.



**Fig. 8.** Particolare delle giovani foglie che si sviluppano dal rizoma.

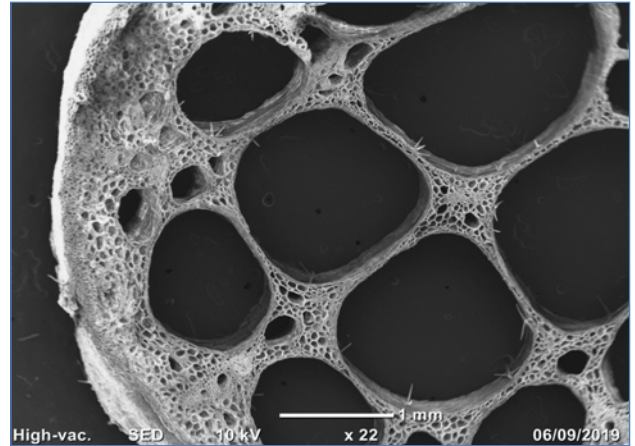
1 a 4 metri secondo la profondità dell'acqua (Fig. 3, 7, 8) e percorsi anch'essi da ampi canali aeriferi.

Questi ultimi hanno diametro diversificato (Fig. 9, 10) e nella parete interna presentano numerosi

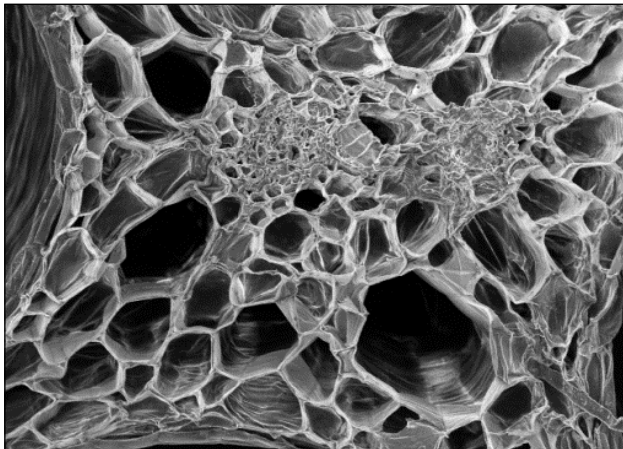
pelici o tricomi (Fig. 11), di differente dimensione e variamente ramificati (Fig. 12, 13 e 14).



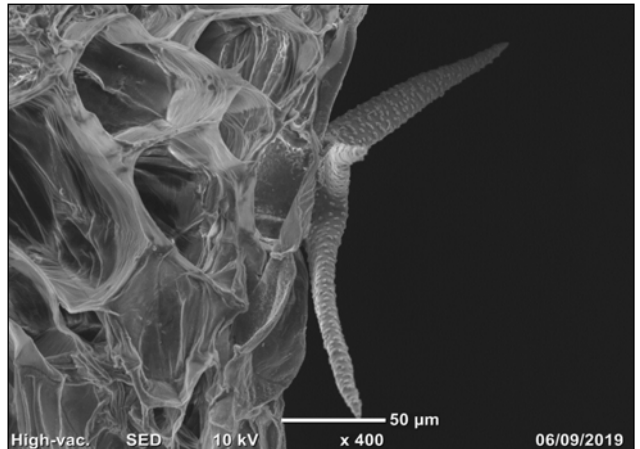
**Fig. 9.** Sezione trasversale di un picciolo con gli ampi canali aeriferi.



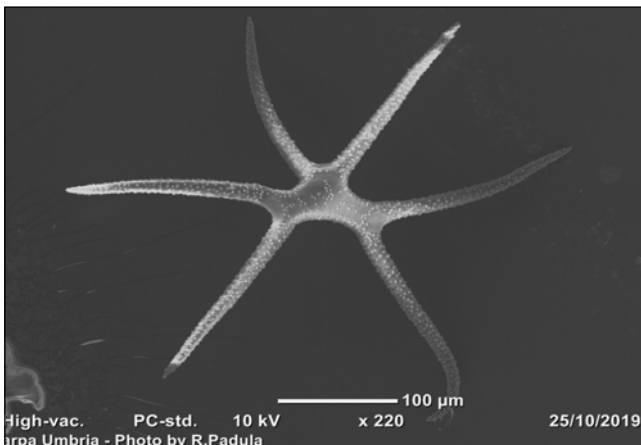
**Fig. 10.** Sezione trasversale di picciolo: canali aeriferi di diversa ampiezza, delimitati dal tessuto parenchimatrico. Immagine al microscopio elettronico a scansione (SEM).



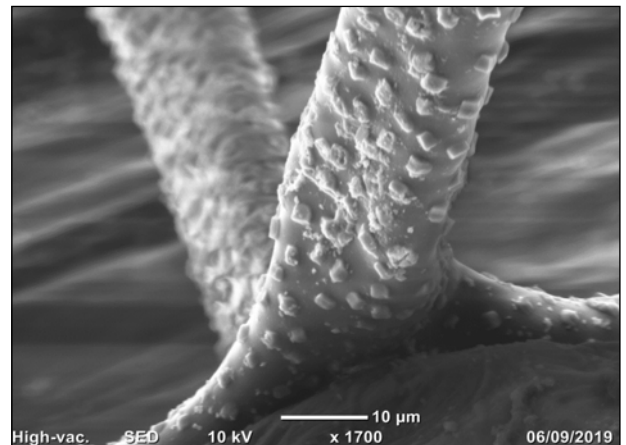
**Fig. 11.** Sezione trasversale di un picciolo con alcuni tricomi sulla parete interna dei canali aeriferi (SEM).



**Fig. 12.** Particolare di un tricoma ramificato, inserito sulla parete interna di un canale aerifero (SEM).



**Fig. 13.** Tricoma ramificato (SEM).



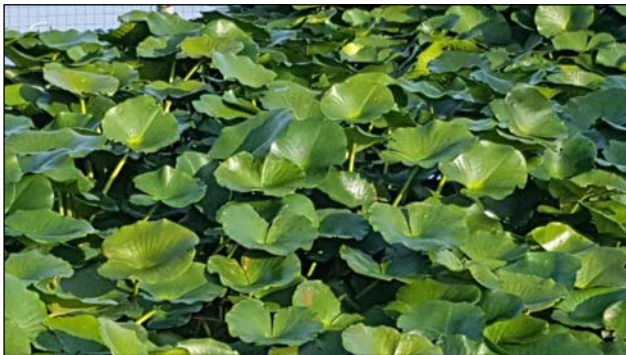
**Fig. 14.** Diffuse concrezioni sulle ramificazioni di un tricoma (SEM).



**Fig. 15.** Foglie orbicolari con margine liscio distese sulla superficie dell'acqua.



**Fig. 16.** Foglia, faccia inferiore: in evidenza il complesso sistema di nervature ramificate.



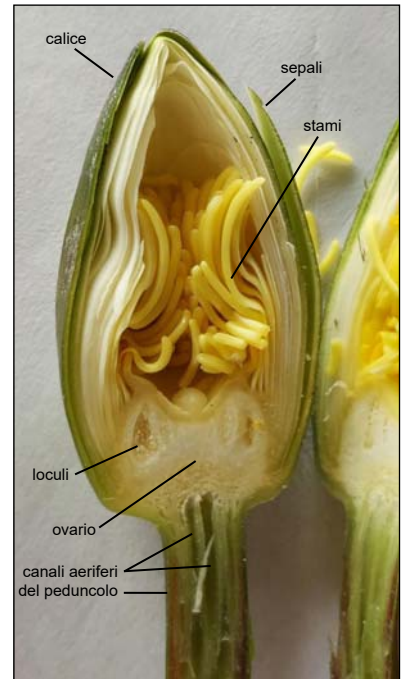
**Fig. 17.** Tappeto di foglie parzialmente emergenti, in ambiente naturale.



**Fig. 18.** Vari stadi di maturazione del fiore.



**Fig. 19.** Fiore di *Nymphaea alba* completamente aperto.



**Fig. 20.** Sezione longitudinale di un fiore: disposizione dei vari elementi florali.

Le foglie adulte, orbicolari o ellittiche, con margine liscio (Fig. 15), sono lunghe da 10 a 30 cm. Di consistenza leggermente coriacea, hanno lamina piana e sono del tipo dorsoventrale.

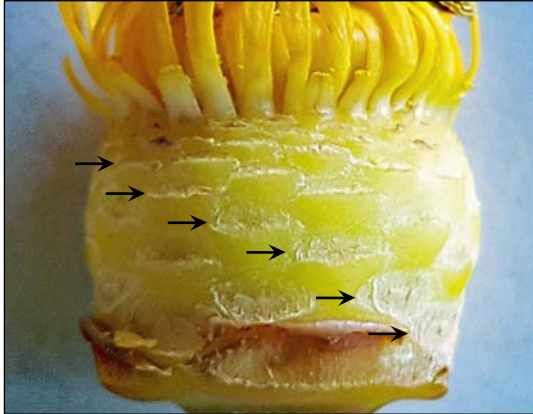
Le nervature reticolate sono molto marcate soprattutto nella

pagina inferiore (Fig. 16).

Generalmente sono distese sull'acqua e ricoprono vaste aree, ma a volte possono trovarsi anche in posizione semi-eretta e quindi parzialmente emergenti (Fig. 17).

In corrispondenza delle due facce della foglia le strutture ana-

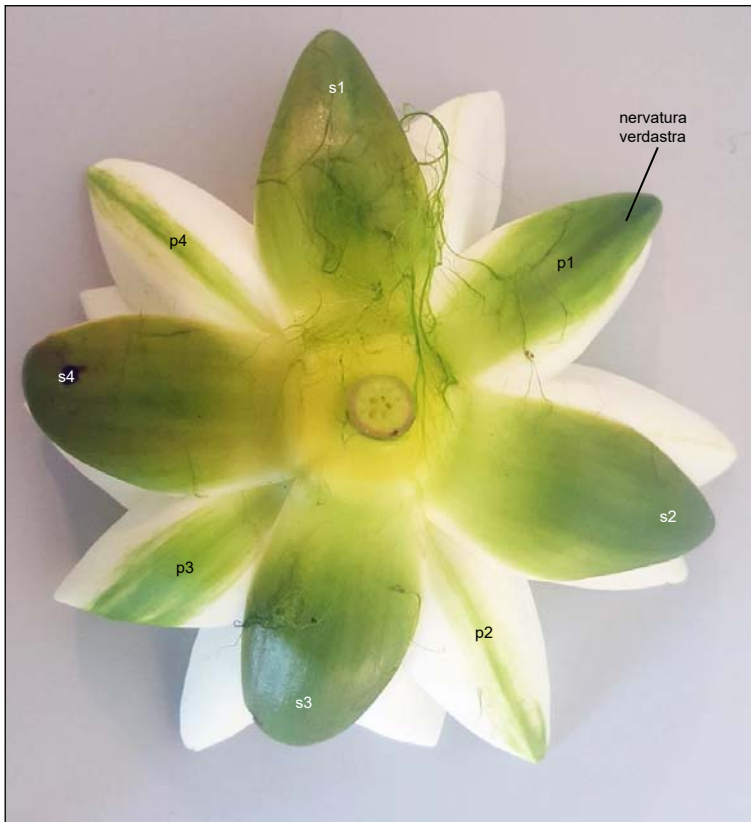
tomiche sono differenti perché a contatto con due elementi distinti, l'acqua e l'aria. La faccia superiore è protetta da uno strato ceroso che fa scivolare via l'acqua e presenta numerosi stomi per lo scambio gassoso, a seguito della fotosintesi e della respirazione.



**Fig. 21.** Ricettacolo del fiore, a forma di "otre", con le cicatrici degli elementi del perianzio (sepali e petali) disposti secondo linee elicoidali.



**Fig. 22.** Sepali lanceolati, verdi.



**Fig. 23.** Sepali (s1-s4) disposti a croce e i primi 4 petali (p1-p4) con nervatura dorsale verdastra.



**Fig. 24.** Petali con striscia verde, più o meno accentuata, sulla pagina esterna.

I fiori, nello stadio iniziale di sviluppo, hanno una forma ovoidale con i sepali che avvolgono completamente tutti gli altri elementi florali (Fig. 18, 20). Sono galleggianti e solitari (Fig. 19), diurni, larghi 10-12 cm, ermafroditi, autofertili e delicatamente profumati. Sono caratterizzati dalla presenza di un ricettacolo cavo a forma di "otre" che avvolge il pistillo.

Sulla faccia esterna del ricettacolo sono inseriti i sepali, i petali e gli stami (Fig. 21).

Il calice è formato da 4 sepali, lanceolati, verdi all'esterno e bian-

chi all'interno (Fig. 22), disposti a croce e inseriti sul ricettacolo pressoché sul medesimo piano (Fig. 23).

La corolla è costituita da 15-25 petali ovato-allungati per la maggior parte lunghi quanto o più dei sepali, disposti secondo linee elicoidali. I primi quattro petali più esterni sono bianchi con una colorazione verdognola più o meno estesa sul dorso (Fig. 24). Gli altri petali sono interamente di colore bianco (Fig. 25).

L'androceo, situato all'interno della corolla, è formato da nu-

merosi stami. Quelli esterni hanno il filamento appiattito, petaloideo, di colore giallo pallido con apice rastremato che porta, lateralmente, le sacche polliniche (Fig. 26).

Gli stami più interni, invece, hanno i filamenti sottili (Fig. 27) e le antere differenziate in modo sempre più netto, assumendo infine una forma pressoché cilindrica e incurvata (Fig. 28).

L'epidermide dell'antera al SEM appare come una struttura a "puzzle" (Fig. 29).

I granuli pollinici (Fig. 30) sono monadi di dimensioni me-



**Fig. 25.** Petali completamente bianchi.



**Fig. 26.** Stami "petaloidei" con apice rastremato e sacche polliniche.



**Fig. 27.** Procedendo verso il centro del fiore si passa gradualmente dai petali agli stami, inizialmente petaloidei, poi con filamento sottile e, infine, con antera cilindrica e incurvata.



**Fig. 28.** Stami più interni con filamento sottile e antera cilindrica e incurvata.



dio-piccole. Le nostre osservazioni riportano misure comprese tra 25-35  $\mu\text{m}$  di lunghezza e 20-30  $\mu\text{m}$  di larghezza. Appaiono di forma leggermente ovata o oblata in funzione dello stato di idratazione.

Sono eteropolari e monosolcati. Al polo distale è presente una sola apertura, mentre al polo prossimale l'esina presenta ornamentazioni sporgenti (Fig. 31), alcune a forma di verruche e altre più

allungate, pressoché cilindriche (papula). La riproduzione sessuale inizia con l'impollinazione che è entomofila, cioè effettuata dagli insetti, prevalentemente mosche.

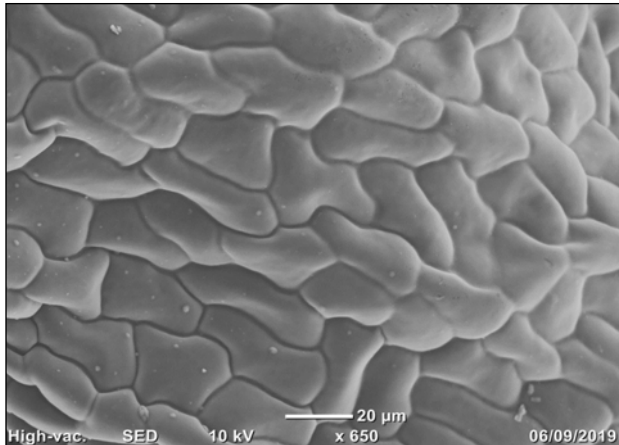
All'interno dell'androceo (Fig. 32) è presente lo stimma piatto e a forma di disco, con circa 10-25 raggi che terminano con formazioni carnose, ricurve verso l'interno, di colore giallo-arancione (Fig. 33).

Al centro del disco stimmati-

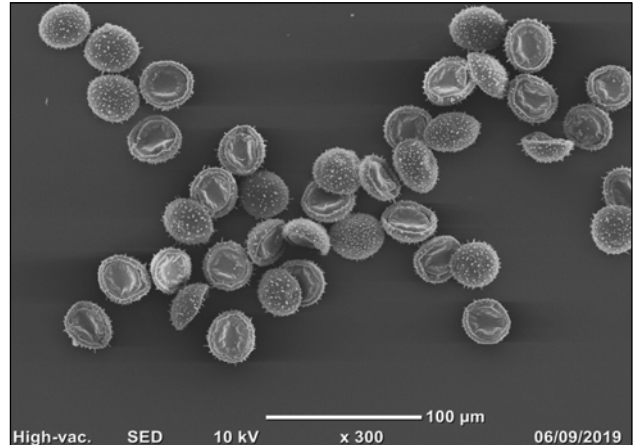
co è presente una papilla globosa semi-traslucida (Fig. 34). L'ovario ha una struttura pluriloculare con un numero di loculi pari a quello dei raggi stimmatici (Fig. 35).

All'interno dei loculi si formano numerosi ovuli di forma ellissoidale-oblunga, di colore rosa pallido (Fig. 36).

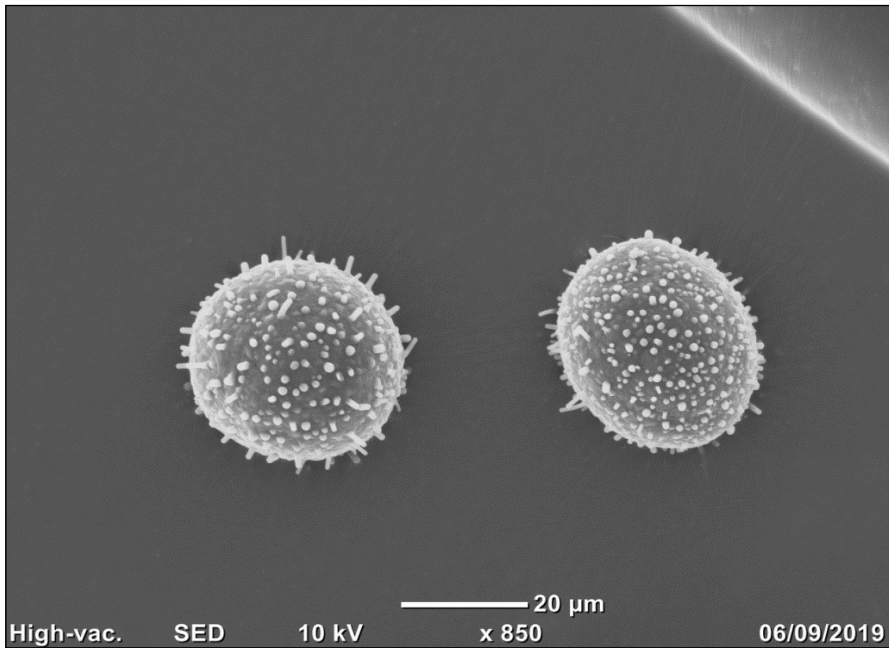
Il frutto è una sorta di bacca che matura sott'acqua, contenente i semi immersi in una mucillagine.



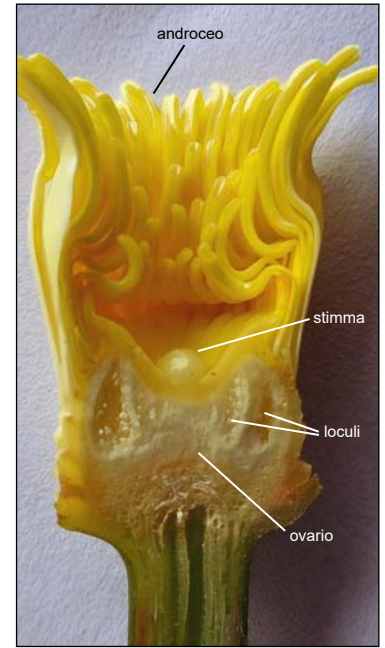
**Fig. 29.** Epidermide dell'antera (SEM).



**Fig. 30.** Granuli pollinici eteropolari (SEM).



**Fig. 31.** Ornamentazioni del granulo pollinico con verruche e papule dell'esina (SEM).



**Fig. 32.** Sezione longitudinale della parte centrale del fiore per evidenziare la posizione dell'ovario.

Le cellule della foglia, del fusto e del picciolo contengono le antocianine, pigmenti idrosolubili che ne determinano il colore rosso-violetto a seconda della reazione acida o neutra del succo vacuolare in cui sono disciolte e dalla formazione di sali con metalli pesanti presenti nei tessuti. Le antocianine svolgono un ruolo importante soprattutto nella pian-

ta giovane, proteggendola dai raggi ultravioletti quando la formazione di clorofilla e di cere non è ancora iniziata. La produzione e la quantità di questi pigmenti dipendono anche da altre condizioni esterne quali la natura del terreno, la temperatura e la luce.

Nei tessuti e negli organi della ninfea bianca sono contenuti anche cristalli di ossalato di calcio,

comunemente presenti in molte piante ornamentali. Le varie forme cristalline possono dipendere dal pH di cristallizzazione e dal numero di molecole d'acqua presenti. Le funzioni biologiche di questi cristalli non sono completamente conosciute. Alcuni ricercatori suggeriscono sia quello di creare un ostacolo alla masticazione da parte degli erbivori e modificare la tolle-



**Fig. 33.** Regione stigmatica con numerosi raggi e papilla subsferica, traslucida.



**Fig. 34.** Particolare della papilla globosa al centro dello stigma.



**Fig. 35.** Sezione trasversale dell'ovario, con le numerose logge contenenti gli ovuli disposti in maniera ordinata e appressata.



**Fig. 36.** Ovuli rosei pressoché ellissoidali all'interno di un loculo.

ranza ai metalli pesanti (Nakata, 2012); altri sostengono che possano funzionare come piccoli specchi riflettenti ed avere un ruolo importante per diffondere la luce nei tessuti clorofilliani (Horner *et al.*, 1995); altri ancora ipotizzano che la funzione dell'ossalato di calcio serva a mantenere il giusto equilibrio ionico (Franceschi e Horner, 1980).

## DISCUSSIONE

La ricerca presentata in questo articolo ha permesso di descrivere in dettaglio la morfologia di *Nymphaea alba*, specie floristica di rilevante interesse fitogeografico che in Umbria ha subito negli ultimi decenni un rapido declino. Gli interventi legislativi messi in atto per la sua tutela e salvaguardia possono diventare però più incisivi se c'è il contributo anche dei cittadini. Per fare ciò bisogna, tuttavia, prendere consapevolezza della bellezza e allo stesso tempo della fragilità di questa pianta acquatica, e diventare consapevoli che la conoscenza permette la cura dell'habitat e della specie. Illustrare in dettaglio le diverse parti della ninfea bianca e le sue caratteristiche strutturali intende, dunque, sollevare nel lettore curiosità e interesse, e spingerlo a comprendere quanto sia importante adoperarsi

per la sua tutela. In questo lavoro, certo non del tutto esaustivo nelle illustrazioni della foglia e del frutto per i quali esiste margine di miglioramento, si riportano sicuramente interessanti elementi che colmano il vuoto informativo spesso causa di confusione tra le varietà di ninfea bianca. Attualmente, infatti, non è facile reperire una tale complessità di nozioni su un solo lavoro scientifico, creando incertezze nel riconoscimento delle diverse entità tassonomiche appartenenti al genere *Nymphaea*. In questa ricerca è stata privilegiata un'ampia illustrazione fotografica macro- e microscopica, perché ritenuta la più idonea a raggiungere una vasta platea di soggetti che così potrebbero meglio comprendere le finalità del progetto di protezione della ninfea bianca del Trasimeno, tanto cara agli umbri.

## CONCLUSIONI

L'importanza del lago Trasimeno per la regione Umbria soprattutto dell'area nord-occidentale, è storicamente sottolineata dalla definizione di "lago di Perugia" che lo promuove come grande risorsa naturale che va rigorosamente tutelata e salvaguardata (RU LR.9/1995 - Istituzione del Parco Naturale Regionale). Parte integrante della bellezza di que-

sto specchio lacustre è *Nymphaea alba*, idrofita un tempo molto diffusa ed oggi sempre più rara e a rischio di estinzione. E' di fondamentale importanza quindi imparare ad apprezzarla come specie peculiare, e conoscere le motivazioni della sua lenta scomparsa.

Il presente articolo ha come obiettivo fondamentale migliorare la conoscenza di *Nymphaea alba* anche attraverso moderne tecniche di ricerca in laboratorio, al fine di acquisire una maggiore consapevolezza del ruolo ecologico della specie per meglio provvedere alla sua protezione.

## RINGRAZIAMENTI

Il presente studio è stato possibile grazie al valido supporto di Luca Nicoletti, tecnico di Arpa Umbria e Andrea Mezzetti, tecnico del Centro Ittiogenico di Sant'Arcangelo, che hanno collaborato attivamente al campionamento del materiale di studio e alla ricostruzione storica e scientifica sulla conservazione dell'antica popolazione di *Nymphaea alba* del Trasimeno. Un ringraziamento va anche alla professoressa Emma Bricchi per i suoi preziosi suggerimenti per la caratterizzazione dei granuli pollinici. Ringrazio, infine, il professore Bruno Granetti per il suo significativo contributo alla redazione di questo articolo.

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Barsali E., 1913. Sulla macroflora del lago Trasimeno o di Perugia. *Boll. Società Botanica Italiana*, **7-8**: 159-165.
- Batelli A., 1886. Prima contribuzione alla flora umbra. *Annali dell'Università libera di Perugia* Anno I 1885-1886 Vol. **I**: 3-56.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005. *An annotated Checklist of the Italian Vascular Flora*. Palombi Editori, Roma, 420 pp.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1997. *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. WWF Italia. Società Botanica Italiana. Università di Camerino, 139 pp.
- Decreto Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare del 7 agosto 2014. Designazione di 31 ZSC della regione biogeografica continentale e di 64 ZSC della regione biogeografica mediterranea insistenti nel territorio della Regione Umbria, ai sensi dell'art.3, comma 2, del DPR 8 settembre 1997, n. 357. *G.U. Serie Generale*, n. 194/2014.
- Direttiva Habitat 92/43/CEE. *Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche*.
- Fiori A., 1925. *Nuova Flora analitica*

- d'Italia, descrizione delle piante vascolari indigene, inselvatichite e largamente coltivate in Italia*. Tip. M. Ricci, Firenze, Vol. I.
- Fiori A., Paoletti G., 1908. *Flora analitica d'Italia, descrizione delle piante vascolari indigene, inselvatichite e largamente coltivate in Italia disposte in quadri analitici*. Accademia dei Lincei, Padova, Vol. I.
- Franceschi V.R., Horner H.T. Jr., 1980. Calcium Oxalate Crystals in Plants. *Botanical Review*, **46** (4): 361-427.
- Granetti B., 1965. La flora e la vegetazione del Lago Trasimeno. Parte 2: La vegetazione idrofittica sommersa e natante. *Rivista di Idrobiol.*, **4** (3): 155-183.
- Granetti B., 1968. Rilevamenti fenofitici su alcune idrofite del Lago Trasimeno. *Rivista di Idrobiol.*, Vol. VII Fasc. 3.
- Horner H., Wagner B.L., 1995. *Calcium oxalate formation in higher plants*. Calcium Oxalate in Biological Systems. 53-72.
- Kok C.J., Van der Velde G., 1994. Decomposition and macroinvertebrate colonization of aquatic and terrestrial leaf material in alkaline and acid still water. *Freshwat. Biol.*, **31**: 65-75.
- Liberman Cruz M., 1988. Las asociaciones de la clase *Lemnetea minoris* del Lago Trasimeno. Italia central. Situacion en septiembre de 1986. *Riv. Idrobiol.*, **25** (1-3) (1986): 49-61.
- Moretti G.P., 1961. Il declino biologico del lago Trasimeno. *Verh. Int. Ver. Limn.*, **14**: 657-660.
- Nakata P.A., 2012. Plant calcium oxalate crystal formation, function, and its impact on human health. *Frontiers in Biology*, **7**: 254-266.
- Orsomando E., Catorci A., 1991. *Carta della vegetazione del comprensorio Trasimeno*. Ed. Graf. L'Etruria.
- Paillisson J.M., Marion L., 2001. Interaction between coot (*Fulica atra*) and waterlily (*Nymphaea alba*) in a lake: the indirect impact of foraging. *Aquat. Bot.*, **71**: 209-216.
- Pedrotti F., Orsomando E., 1982. *Flore et végétation du lac Trasimène. Guide-Itinéraire, Excursion Internationale de Phytosociologie en Italie centrale*. Camerino 2-11 juillet 1982: 469-478.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole. Voll.1-3.
- Regione Umbria, 10 ottobre 2015. *Piani dei Parchi Regionali dell'Umbria Area Naturale Protetta "Parco del lago Trasimeno"*. PSR UMBRIA 2007-2013 Mis. 323.
- Regione Umbria LR. 1 del 21 gennaio 2015 (e s.m.i.). *Testo unico Governo del territorio e materie correlate*. Regione Umbria DGR. 92 del 06/02/2012. *Rete Natura 2000. Approvazione del Piano di Gestione del Sito di Importanza Comunitaria (SIC) IT 5210018 "Lago Trasimeno"*.
- Regione Umbria LR. 27 del 24 marzo 2000 (e s.m.i.). *Piano Urbanistico Territoriale*.
- Regione Umbria LR. 9 del 03 marzo 1995. *Tutela dell'ambiente e nuove norme in materia di Aree naturali protette in adeguamento alla legge 6 dicembre 1991, n. 394 e alla legge 8 giugno 1990, n. 142*. Bollettino ufficiale della Regione Umbria n.13.
- Regione Umbria LR. 49 del 18 novembre 1987 (e s.m.i.). *Nuove norme per la salvaguardia dell'ambiente naturale e per la protezione degli alberi e della flora spontanea*.
- Regione Umbria LR. 40 del 11 agosto 1978 (e s.m.i.). *Norme per la salvaguardia dell'ambiente naturale e per la protezione degli alberi e della flora spontanea*.
- Venanzoni R., Gigante D., Montagnoli L., Frattegiani M., 2006 (e s.m.i.). *Habitat e specie della direttiva 92/43/CEE ed altri aspetti di rilevanza naturalistica al lago Trasimeno*. Progetto LIFE NATURA LIFE02NAT/IT/8556.
- [www.actaplantarum.org](http://www.actaplantarum.org)  
[www.specieinvasive.it](http://www.specieinvasive.it)