© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 88	S. 99 - 105	Innsbruck, Okt. 2001

Über *Glaucocystis nostochinearum* ITZIGSOHN (Algae, Glaucocystophyta) in Nordtirol und Bemerkungen zur Systematik der Gattung

von

Georg GÄRTNER & Elisabeth INGOLIĆ[*)**)]

A further record of *Glaucocystis nostochinearum* ITZIGSOHN in Northern Tyrol with additional remarks on the taxonomy and systematics of the genus

Synopsis: The hitherto sparsely indicated alga *Glaucocystis nostochinearum* was recently rediscovered in N.-Tyrol in a small pond. Some data on the morphology and taxonomy of the newly found alga are given and accord with those, described for the type species. Some remarks on the taxonomy of the genus *Glaucocystis* are added.

1. Einleitung:

Obwohl *Glaucocystis nostochinearum* ITZIGSOHN in RABENHORST (1868) seit ihrer Entdeckung immer wieder in sauren Moorgewässern aus vielen Teilen der Welt nachgewiesen wurde (BOURELLY 1966), sind Funde aus den Alpen nahezu unbekannt. Für Südtirol und Trentino liegen zwei Angaben aus dem Etschtal durch den böhmischen Algenforscher Anton Hansgirg vor (DALLA TORRE & SARNTHEIN 1901), für Nordtirol wurde *Glaucocystis nostochinearum* zwar von ETTL (1968) erstmals für die Moorgewässer des Lanser und Seefelder Sees und bei Obergurgl erwähnt, jedoch ohne nähere Details oder Abbildungen zu geben. An den von ETTL (1968) beschriebenen Lokalitäten konnte die Art bisher nicht wiedergefunden werden. Umso überraschender war das neuerliche Vorkommen dieser bemerkenswerten und in ihrer Taxonomie bis heute nicht ganz geklärten Sippe in einem kleinen Teichbiotop eines Hausgartens in Völs bei Innsbruck bei mehreren Probenentnahmen im April und Oktober 2001.

[*)] Anschrift der Verfasser: UD Dr. G. Gärtner, Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck, Dr. E. Ingolić, Forschungszentrum für Elektronenmikroskopie, Steyrergasse 17, A-8010 Graz.

[**)] Im Gedenken an HANUŠ ETTL (1931 - 1997)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

2. Material und Methodik:

Die Probenentnahme erfolgte aus einem ca. 6 m^2 großen und maximal 80 cm tiefen Gartenteich (pH 6), stark bewachsen mit *Nymphaea alba*, *Carex elata* und diversen Moosen. Die mikroskopische Untersuchung erfolgte im frischen Zustand mittels Olympus BH-2-Lichtmikroskop (Vergrößerungen: 400x, 600x 1000x), die fotografische Dokumentation wurde mittels Olympus-PM-10AK-Photoautomatik auf Ektachrome-T160 Kunstlichtdiafilm ohne Fixierung nach lebendem Material angefertigt. Belegmaterial ist im Herbar des Erstautors deponiert.

Für die elektronenmikroskopische Untersuchung wurden die Proben mit 3% Glutaraldehyd in 0,1mol. Cacodylatpuffer 24 Stunden fixiert, mit 1% OsO_4 in 0,1mol. Cacodylatpuffer nachkontrastiert und in Epon beziehungsweise zum Teil in Spurr (SPURR 1969) eingebettet.

Kontrastierung der Ultradünnschnitte erfolgte mittels 1% Uranylacetat als auch mittels Bleicitrat nach REYNOLDS (1963). Sämtliche Aufnahmen wurden mit einem Mikroskop Philips 420 hergestellt.

3. Ergebnisse und Diskussion:

Die Art *Glaucocystis nostochinearum* fand sich zerstreut zwischen anderen Algen (*Oedogonium* spec.) meist mit der Breitseite an Algenfäden angeheftet (Abb.1, 3). Sowohl Einzelzellen als auch Zellgruppen (zu 2 – 4) aus Autosporenbildungen in der erweiterten Mutterzellwand waren vorhanden. Die ellipsoidisch bis schmal-elliptischen Zellen (Abb.1 und 2) besitzen eine deutliche, an den Polen schwach verdickte, sonst aber glatte Zellwand (Abb.5, 6). Die anstelle von Chloroplasten vorhandenen Cyanellen gehen mehr oder weniger radial vom Zentrum in Form gebogener, zylindrisch bis leicht keulenförmiger Gebilde aus (Abb.2, 3). Ihr Querschnitt ist mehr oder weniger kreisförmig bis leicht unregelmäßig (Abb. 7, 9), ihre Cytologie elektronenmikroskopisch von UEDA (1961), LEFORT (1965) und SCHNEPF et al. (1966) ausführlich untersucht. Ein auch ohne Färbung im Lichtmikroskop deutlicher Zellkern liegt seitlich im Äquatorbereich (Abb.1, 4). Als Assimilationsprodukt ist Stärke in Körnchen zwischen den Cyanellen vorhanden (Abb. 8, S). Die Reproduktion erfolgt ausschließlich asexuell durch 2 – 4 (manchmal bis 8) Autosporen (Abb.2 - 6) ohne pulsierende Vakuolen. Zellgröße: 22 bis 46 µm lang, 13,5 – 22 µm breit.

Glaucocystis nostochinearum ITZIGSOHN ist seit ihrer Erstbeschreibung (ITZIGSOHN in RABENHORST 1868) wiederholt eingehend untersucht und aufgrund ihrer blaugrünen, ursprünglich als Chloroplasten gedeuteten Cyanellen vorerst zu den Cyanobakterien,dann zu den Bangioideae (Rhodophyceae) und später wegen ihrer Zellform und Autosporenbildung als selbständige, provisorische Unterfamilie zu den Oocystaceae (Ordnung Chlorococcales) innerhalb der Grünalgen gestellt worden (KOMAREK & FOTT 1983). Eine ausführliche Darstellung der Cytologie von *Glaucocystis* gibt GEITLER (1923) und definiert diesen Organismus als Symbiose zwischen einer einzelligen, apoplastischen Alge und einer

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

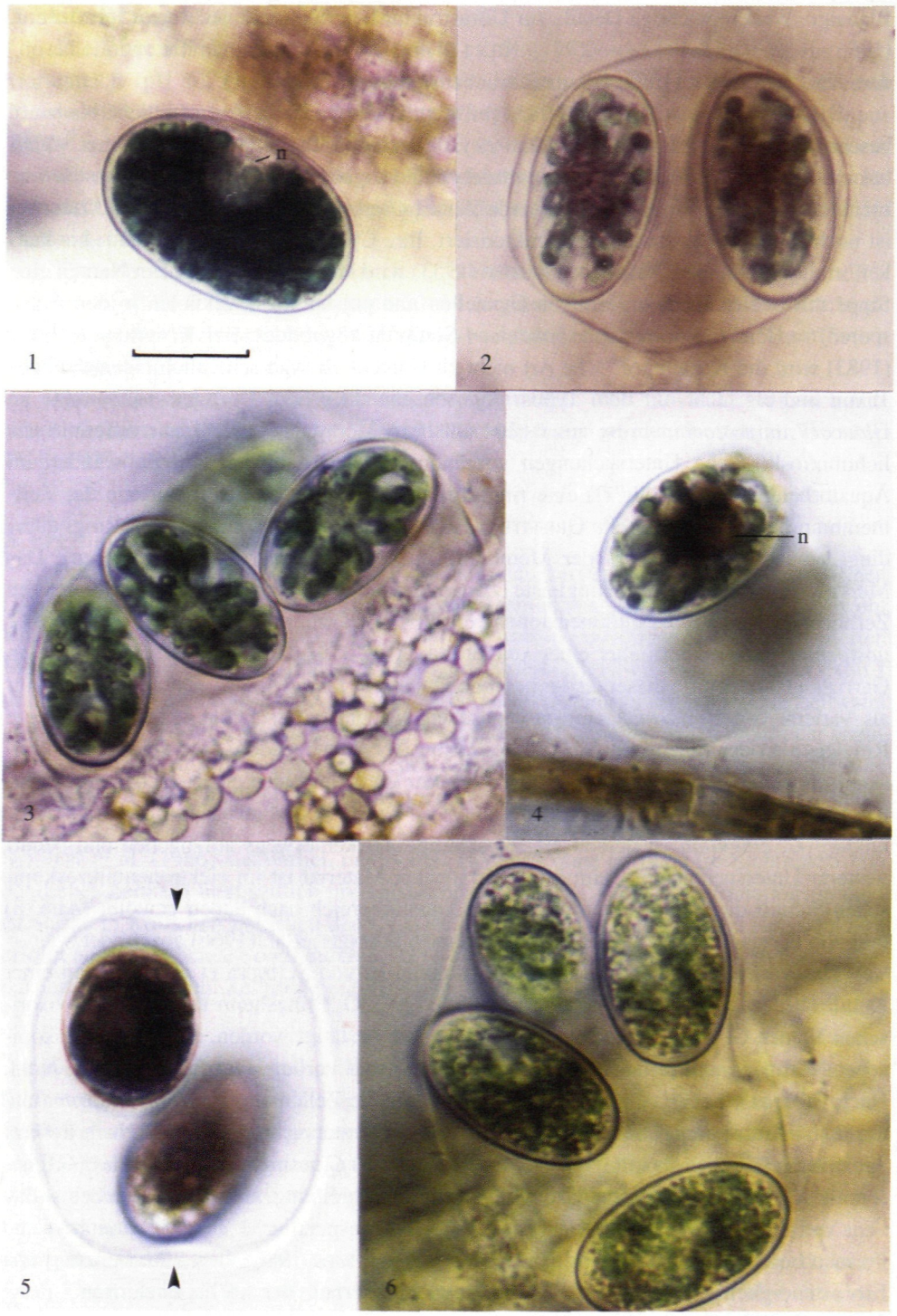
Blaualge. Weitere wichtige Details zur Ultrastruktur lieferten unter anderen SCHNEPF et al. (1966), ROBINSON & PRESTON (1971), KIES (1979, 1988 und 1992), zur Taxonomie besonders KIES & KREMER (1990, mit ausführlichem Literaturverzeichnis).

Die von KOMAREK & FOTT (1983) veröffentlichte Übersicht über sämtliche bis heute beschriebenen Arten der Gattung *Glaucocystis* enthält 7 Taxa, davon sind 6 eher wenig bekannt oder nur sehr ungenügend beschrieben und abgebildet. Auch die am weitesten verbreitete und relativ häufig vorkommende Leitart *Glaucocystis nostochinearum* ITZIGSOHN ist noch immer nicht eindeutig charakterisiert. Ihre Cyanellen werden als band- bis keulenförmig beschrieben. Von KORSCHIKOFF (1953) wird ebenfalls unter diesem Namen eine Sippe mit ovalen scheibenförmigen Cyanellen und pulsierenden Vakuolen in den Autosporen (= Hemizoosporen) aus *Sphagnum*-Sümpfen abgebildet. Bei KOMAREK & FOTT (1983) wird die Korschikoff'sche Art nicht zu Unrecht als wahrscheinlich eigenständiges Taxon und als nicht mit dem Typus identisch charakterisiert. GEITLER (1923) hatte an *Glaucocystis nostochinearum* aus österreichischen Mooren neuerlich sehr differenzierte lichtmikroskopische Untersuchungen vorgenommen und dabei an den Zellwänden im Äquatorbereich regelmäßig (!) eine ringförmige Verdickung an der Innenseite der Zellmembran beobachtet. (Bereits GRIFFITHS (1915) hatte auf einen äquatorialen Ring, allerdings an der Außenseite (!) der Membran von *G. nostochinearum* hingewiesen). Das Merkmal einer äquatorialen Ringleiste (zusammen mit einer mehr oder weniger kugeligen Zellform und anderen Zelldimensionen) entspricht allerdings nicht dem Typus von *G. nostochinearum* sondern eher einer von BOHLIN (1897) beschriebenen *G. cingulata*. Von GEITLER (1923) wurde dieser letztgenannten Sippe aber kein Artrang zuerkannt und sie nur als Varietät von *G. nostochinearum* angesehen. Im hier untersuchten Material war diese Ringleiste an der Innenseite der Zellmembran nicht licht- sondern erst elektronenmikroskopisch nachzuweisen (Abb. 7,8). Das Vorkommen oder Fehlen einer solchen äquatorialen Wandverdickung an Freilandmaterial ist in seiner taxonomischen Bedeutung noch unklar. *G. cingulata* ist derzeit als selbständige Art keineswegs aufzugeben und bedarf weiterer Untersuchungen. Beim hier untersuchten Material ist im elektronenmikroskopischen Schnitt die Zellwandverdickung im Äquatorbereich nach außen gewölbt (Abb. 8) und von Poren durchsetzt. Ähnliches hatten auch SCHNEPF et al. (1966) abgebildet.

Das Vorkommen von pulsierenden Vakuolen ist von SCHNEPF et al. (1966) an einer Kultur (Isolat LB-229-1 aus dem Jahre 1952 von E. G. Pringsheim unter dem provisorischen Namen *G. geitleri*) elektronenmikroskopisch bestätigt worden, ein lichtmikroskopischer Nachweis an Freilandmaterial gelang auch bei vorliegender Untersuchung nicht. Nach KOMAREK & FOTT (1983) hat *G. geitleri* größere Zellen als *G. nostochinearum* und nur 2 – 4 Autosporen. Dies entspricht dem von uns untersuchten Material. Nach unserer Auffassung fällt dies aber durchaus in den Rahmen von *G. nostochinearum*, sodass *G. geitleri* als selbständige Art, noch dazu ohne gültige Beschreibung, aufgelassen werden sollte.

Von *Glaucocystis nostochinearum* sind als infraspezifische Taxa 5 Varietäten und Formen beschrieben (Auflistung u.a. bei KIES & KREMER 1986), deren Abgrenzung und Eigenständigkeit jeweils fraglich ist und die wohl innerhalb der Art liegen dürften.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at



© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 1 - 6: *Glaucocystis nostochinearum* im Lichtmikroskop

1: Einzelzelle mit der Breitseite an einer Fadenalge (*Oedogonium* spec.) angeheftet, n = Zellkern mit Nukleolus (ungefärbt, nach dem Leben)

2 - 6: Zellgruppen (aus Autosporen) zu 2 - 4 in der Mutterzellwand; (Zellen bei Abb. 2,4 und 5 mit Lugol gefärbt), n = Zellkern , Pfeile = polar verdickte Wände des Autosporangiums; Maßstab = 10 µm

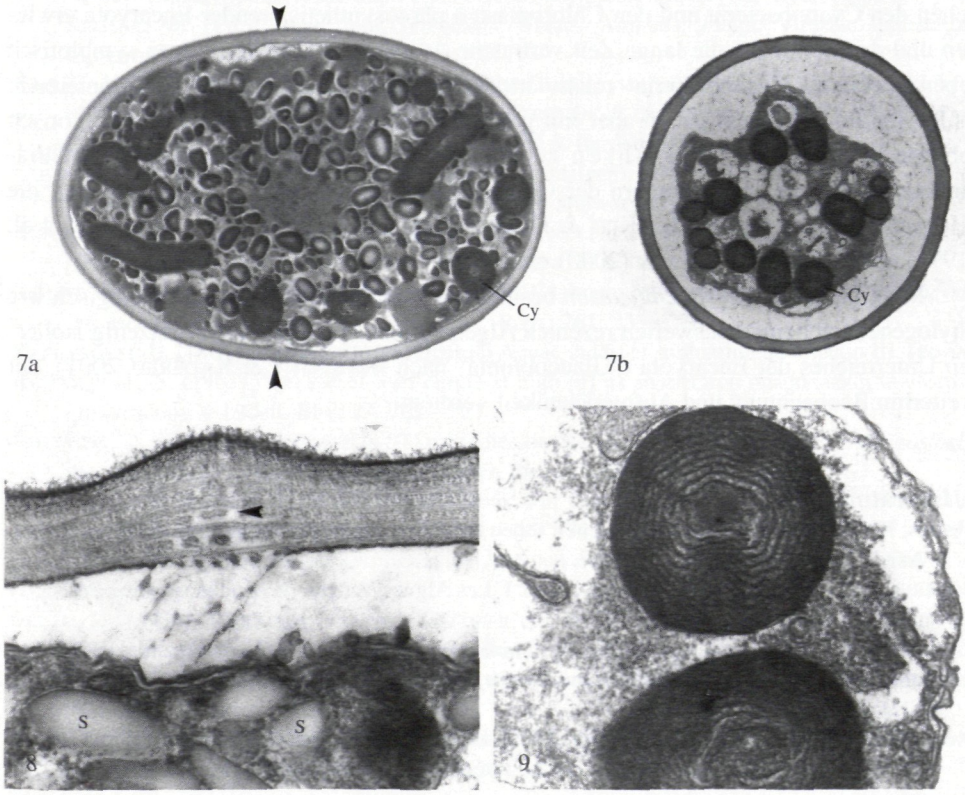


Abb. 7 – 9: *Glaucocystis nostochinearum* elektronenmikroskopisch

7a: Querschnitt durch eine Zelle (Längsprofilansicht), äquatoriale Ringleiste (Pfeile) und auch die Cyanellen im Querschnitt sichtbar (Cy), 6600X

7b: Querschnitt durch eine Zelle (Querprofilansicht), auch die Cyanellen im Querschnitt sichtbar (Cy), 7600X

8: Querschnitt durch die Zelle im Bereich der äquatorialen Wandverdickung (nicht im LM sichtbar!), an dieser Stelle Wölbung der Zellwand nach außen und Wand mit Poren (Pfeil!) durchbrochen; S = außerhalb der Chloroplasten gebildete Stärke; 48000X

9: Querschnitt durch Cyanellen (Querprofil), Thylakoide in gleichem Abstand voneinander liegend wie bei Cyanobacteria; 48000X

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Die Sonderstellung von *Glaucocystis* und weniger weiterer Gattungen einzelliger Flagellaten (beziehungsweise flagellatenähnlicher) farbloser, eucaryotischer Algen mit Cyanellen[1] als Chloroplasten hatte zur Aufstellung einer eigenen Abteilung Glaucophyta (SKUJA 1954) geführt. Nach Typisierung durch KIES & KREMER (1986) ist nunmehr für die Abteilung der Name **Glaucocystophyta** mit einer einzigen Klasse Glaucocystophyceae gültig. Die mögliche Entstehung cyanellenführender Algen aus der Phagocytose eines Cyanobacteriums durch einen farblosen Flagellaten (primäre Endocytobiose) wird von verschiedenen Autoren (CAVALIER-SMITH 1987, KIES 1992, SITTE 1993) angenommen. Zahlreiche Untersuchungen haben bis heute die Brückenfunktion der Glaucophyta zwischen den Cyanobacteria und den Chloroplasten photosynthetisierender Eucaryota erwiesen und darüberhinaus die lange Zeit vertretene Annahme, Cyanellen wären symbiotisch lebende rezente Cyanobacteria[2] relativiert: es stellen Cyanellen zwar funktionierende Chloroplasten dar, diese gehen aber mit größter Wahrscheinlichkeit auf endosymbiotisch lebende Cyanobacterien-Vorfahren zurück. Bauplan, Cytologie, Biochemie und Ultrastruktur ist bei einigen Vertretern der Glaucocystophyta bereits sehr gut untersucht, die relevante Literatur dazu ist bei KIES & KREMER (1990), KIES (1992), van den HOEK et al. (1995) und GRAHAM & WILCOX (2000) umfassend zitiert.

Mit *Glaucocystis nostochinearum* besitzen wir in unserer Flora einen cytologisch wie phylogenetisch bemerkenswerten rezenten Algenorganismus eines wohl frühzeitig isolierten Unterreiches der Eucaryota ("Glaucobionta" nach BRESINSKY & KADEREIT 2001), der weiterhin Beobachtung und Aufmerksamkeit verdient.

4. Literatur:

BOHLIN, K. (1897): Die Algen der I. Regnell'schen Expedition. I. Protococcoideen. - K. Svenska Vet. Akad. Handl. Stockholm, **23**: 3 - 47.

BOURRELLY, P. (1966): Les Algues d'eau douce. I. Les Algues Vertes. - N. Boubee & Cie., Paris, 511 pp.

BRESINSKY, A. & J. W. KADEREIT (2001): Systematik-Poster: Botanik.- 2.A., Spektrum, Heidelberg.

CAVALIER-SMITH, T. (1987): Glaucophyceae and the origin of plants. – Evolutionary Trends in Plants, **1 (2)**: 75 - 78.

DALLA TORRE v., K. W. & L. v. SARNTHEIN (1901): Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. Bd. 2. Die Algen. – Wagner, Innsbruck, 210 pp.

ETTL, H. (1968): Ein Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Tirols. – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **56**: 177 - 354.

GEITLER, L. (1923): Der Zellbau von *Glaucocystis Nostochinearum* und *Gloeochaete Wittrockiana* und die Chromatophoren-Symbiosetheorie von MERESCHKOWSKY. – Arch. Protistenk. **47**: 1 -

[1]Cyanellen kommen auch bei Vertretern anderer Algenklassen vor

[2]GEITLER (1923) berichtet über Kulturversuche mit isolierten Cyanellen, sie sind bis heute nicht gelungen.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

24.
GRAHAM, L. E. & L. W. WILCOX (2000): Algae. – Prentice-Hall, NJ, 640 pp.
GRIFFITHS, B. M. (1915): On *Glaucocystis Nostochinearum* ITZIGSOHN.- Ann. of Bot., **29**: 423 - 432.
HOEK, van den C., D. G. MANN & H. M. JAHNS (1995): Algae: An Introduction to Phycology. – Cambridge Univ. Press, Cambridge, 623 pp.
KIES, L. (1979): Zur systematischen Einordnung von *Cyanophora paradoxa*, *Gloeochaete wittrockiana* und *Glaucocystis nostochinearum*. – Ber. Deutsche Bot. Ges. **92**: 445 - 454.
- (1988): The effect of penicillin on the morphology and ultrastructure of *Cyanophora*, *Gloeochaete* and *Glaucocystis* (Glaucocystophyceae) and their cyanelles. – Endocytobiosis and Cell Research, **5**: 361 – 372.
- (1992): Glaucocystophyceae and other protists harbouring procaryotic endocytobionts. – In: REISSER, W. (Ed.), Algae and Symbioses: Plants, Animals, Fungi, Viruses, Interactions Explored. Biopress, Bristol, 746 pp.
KIES, L. & B. P. KREMER (1986): Typification of the Glaucocystophyta. – Taxon 35: 128 - 133.
- (1990): Phylum Glaucocystophyta. – In: L. MARGULIS, J. O. CORLISS, M. MELKONIAN & D. J. CHAPMAN (Eds.), Handbook of Protoctista, Jones & Bartlett, Boston, 152 - 166.
KOMAREK, J. & B. FOTT (1983): Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales. – In: G. HUBER-PESTALOZZI (Ed.), Das Phytoplankton des Süßwassers, **7** (1): 1 - 1044.
KORSCHIKOFF, A. A. (1953): Pidklas Protokokovi (Protococcinae). Viznacnik prisnovodnich vodorostej Ukrainskoj RSR. – Akad. Nauk. URSR, Kiew, **5**: 1 - 439.
LEFORT, M.(1965): Sur le chromatoplasme d'une Cyanophycee endosymbiotique, *Glaucocystis nostochinearum* ITZIGS. – C. R. Acad. Sci. (Paris) **261**: 233 - 236.
RABENHORST, L. (1868): Flora Europaea Algarum Aquae dulcis et submarinum. – Sectio III. Lipsiae.
REYNOLDS, E. S. (1963): The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. – J. Cell. Biol. **17**: 208 - 212.
ROBINSON, D. G. & R. D. PRESTON (1971): Studies on the fine structure of *Glaucocystis nostochinearum* ITZIGS. I. Wall Structure. – J. Exper. Bot. **22**: 635 - 643.
SCHNEPF, E., W. KOCH & G. DEICHGRÄBER (1966): Zur Cytologie und taxonomischen Einordnung von *Glaucocystis*. – Archiv Mikrobiol. **55**: 149 - 174.
SITTE, P. (1993): Symbiogenetic evolution of complex cells and complex plastids. – Eur. J. of Protistology **29**: 131 - 143.
SKUJA, H. (1954): Glaucophyta. – In: MELCHER, H. & E. WERDERMANN (Eds.), Syllabus der Pflanzenfamilien (12. A.), I, Borntraeger, Berlin, pp. 56 – 57.
SPURR, A. R. (1969): A low viscosity epoxy resin embedding for electron microscopy. – J. Ultrastruct. Res. **26**: 31 - 43.
UEDA, K.(1961): Structure of plant cells with special reference to lower plants. VI. Structure of chloroplasts in algae.- Cytologia (Tokyo) **26**: 344 - 358.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 88

Autor(en)/Author(s): Gärtner Georg, Ingolic Elisabeth

Artikel/Article: Über Klaucocystis nostochinearum Itzigsohn (AlgaeGlaucocystophyta) in Nordtirol und Bemerkungen zur Systematik der Gattung. 99-105