

## ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 902.672

Олена ВОЛІК, Франсін Марі Гісель МАККАРТІ, Йосип СВИНКО, Надія ВОЛІК

## АНТРОПОГЕННА ЕВТРОФІКАЦІЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО СТАВУ: РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ НЕПИЛКОВИХ ПАЛІНОМОРФІВ

В статті подано попередні результати палінологічного аналізу відкладів з Тернопільського ставу і показано вплив антропогенного збільшення концентрації поживних речовин (зокрема, сполук фосфору) на угруповання непилових паліноморфів. У зразках вивлено численні евтрофні види водоростей, зокрема, *Pediastrum boryanum pseudoglabrum*, *P. implex*, *Cosmarium botrytis*, *C. depressum*. Невисока видова різноманітність черепашкових ризопод і домінування серед них *Centropyxis aculeata discoides*, *C. constricta*, *C. aculeata aculeata* – видів, які знатні виживати в умовах значного забруднення й евтрофікації, свідчить про стресовий стан екосистеми. Також в зразках нами виявлено *Codonella cratera* – вид, який є індикатором гіпоксичних умов у придонних шарах води. Присутність у зразках спор гриба *Glomus mosseae* свідчить про високий ступінь ерозії в межах водозбору ставу. Концентрація вище перелічених видів збільшується до поверхні, що дозволяє робити висновок про наростання евтрофікації водойми і пов'язне із цим погіршення якості води.

**Ключові слова:** палінологічний аналіз, Тернопільський став, антропогенна евтрофікація, якість води.

Volik O.V., McCarthy F.M.G., Svyanko Y.M., Volik N.V.

## CULTURAL EUTROPHICATION OF TERNOPIL POND INFERRED FROM NON-POLLEN PALYNOMORPHS

### 1. Introduction

Since its founding in 1916, palynological analysis has established itself as one of the most effective methods of paleoenvironmental reconstruction. Initially, the first objects (palynomorphs) for palynological analysis were pollen of spermatophytes and spores of spore-producing organisms; that's why palynological analysis is sometimes mistakenly considered to be spore-pollen ones, thus constricting its use. With the development of palynology as a science, remnants of plants (i.e. stomas), fungi, algae, protozoa (thecamoebians, ciliates etc.), vertebrates and invertebrates were added to the category of palynomorphs. The interest of the scientific community in these non-pollen palynomorphs has constantly grown in recent decades [6], as their study adds reliability to spore-pollen diagrams, and becomes the key element in creating finalized paleoecological reconstructions, where landscape is presented not only as a sum of natural conditions, but also as an environment where humans live and in which their influence has been felt since prehistoric times.

It is worth mentioning that despite significant improvement in studying of non-pollen palynomorphs, the majority of related questions still remain open: very often detailed analysis of an aspect that was considered to be very well studied brings up more questions than answers[6]. One of the problems that are actively pursued by palynologists nowadays is the significance of non-pollen

palynomorphs as indicators of anthropogenic changes in aquatic ecosystems from prehistoric times to present. With this aim in mind, not only the common questions of ecology, taxonomy, and systematics are being studied but also the questions of identifying the organisms that are sensitive to changes of nutrient levels (Nitrogen and Phosphorus) in water, determination of reaction of living organisms to pollution (i.e. Heavy metals, pesticides, oil refinery waste etc.), and changes in pH, water hypoxia etc.

### 2. Study area

Ternopil is a city in the western Ukraine (49°34'N 25°36'E), located on the banks of the Seret River. Ternopil is one of the major cities of Western Ukraine and the historical region of Galicia. In 2010, the population was 218,641 [7].

Ternopil Pond has an area of 289 ha, average depth 3,75 m, maximal depth 11,75 m and extends approximately 2.8 km from north to south, and 1 km from east to west. It was established in 1548 by Jan Amor Tarnowski as one link in a chain of fortifications encircling his residence, the Tarnopol Castle. In the 16th century, the pond was stretched for 7 kilometres (4.3 mi) up to the high dam carrying the Lwów Highway. The pond was drained during the World War II due to destruction of the dam. It was reconstructed and expanded in 1952 to include a network of marshes bordering the Seret River [7].

### 3. Methods

A 18 cm-long sediment core was collected at

a water depth of 1.5m from the west part of Ternopil Pond (49°33'27,20" N 25°34'29,75"E) on March 30, 2012.

Sub-samples of 5cm<sup>3</sup> volume were taken every 5 cm downcore and prepared for palynological analysis in the Palynology Laboratory at Brock University, using a slightly modified procedure from that typically used to process Quaternary lacustrine sediments (e.g. Faegri and Iversen, 1975): muds were disaggregated using a weak base (0.02% Calgon), and no acetolysis treatment was performed. Otherwise, processing was relatively standard: carbonates were dissolved using hot 10% HCl, and hot HF (48%) was used to dissolve silicates. A tablet containing a known number of *Lycopodium clavatum* spores was added during HCl treatment in order to quantify the absolute abundances of palynomorphs. Residues were sieved using 10µm Nitex mesh and mounted on slides using glycerine jelly. As for the NPP, a minimum of 50 of palynomorphs from each group (i.e. infusoria (Ciliophora), colonial green algae (*Pediastrum*) and conjugates (Desmidiaceae)) were counted.

The calculations of absolute concentration of palynomorphs were performed according to the following equation:

$$C_p = (\sum_p * N_L / \sum_{CL}) / V,$$

where  $C_p$  is concentration of palynomorphs in the sample,  $\sum_p$  – the sum of counted palynomorphs in the sample,  $N_L$  – number of markers that were added to the sample,  $\sum_{CL}$  – the number of markers that were counted in the sample,  $V$  – the volume of the sample.

Four sub-samples of 2 cm<sup>3</sup> volume were taken from the core and prepared for thecamoebian analysis. Sediments were sieved to retain the >45 µm fraction, although for ease of analysis and to allow comparison with a variety of published studies, the 45-63 µm fraction was analyzed separately from the >63 µm fraction. Calculation of absolute concentration was performed using the following equation:

$$C = \sum_T / V,$$

where  $C$  is concentration of theca in the sample,  $\sum_T$  – the sum of counted theca in the sample,  $V$  – volume of the sample.

#### 4. Results and discussion

The most abundant NPP that we found in samples from Ternopil Pond were algae (genus *Pediastrum* (*P. boryanum pseudoglabrum*, *P. simplex*) and *Cosmarium* (*C. botrytis*, *C. depressum*), protozoa (*Codonella cratera* and thecamoebians (*Centropyxis aculeata discoides*, *C. constricta*, *C. aculeata aculeata*)) and some unknown

palynomorphs (Fig.1).

*P. boryanum pseudoglabrum* and *P. simplex* inhabit meso- and eutrophic water bodies, but they don't tolerate hypereutrophication and significant pollution [3]. In the core from Ternopil Pond, *P. boryanum var. pseudoglabrum* is more or less stable from 15 to 5 cm, and then peaks at the top of the core, doubling its concentration. *P. simplex* exhibits gradual rise, peaking at the top of the core, increasing 4-fold compared to the 15 cm sample (Fig.2).

Although Desmids often inhabit oligotrophic water bodies, *C. botrytis*, *C. depressum* are species that live in meso- or in eutrophic ones [5]. In the core, *C. botrytis* shows sharp increase from 15 to 5 cm, gaining 100%, and then continues to grow at a slower pace, peaking at the top of the core. *C. depressum* is stable from 15 to 10 cm, and then exhibits gradual rise throughout remainder of the core, peaking at its top (Fig.2).

*Centropyxis aculeata* and *Centropyxis constricta* are able to adapt to extreme conditions: they inhabit as oligotrophic water bodies (i.e. postglacial lakes), as hypereutrophic, highly polluted ones [4]. In our core, *Centropyxis aculeata discoides* concentration is more or less the same throughout the core, *Centropyxis constricta* concentration is stable, with 50% rise at the top 5 cm of the core, and *Centropyxis aculeata aculeata* slightly decreases at 10 cm, then recovers and peaks at 5 cm to the top of the core (Fig.2).

*Codonella cratera* is especially abundant in eutrophic waters where bottom water anoxia sharply reduces the number of benthic protozoa [1]. *C. cratera* is the most abundant NPP throughout the core, and it produces 50% increase from 15 to 10 cm, then maintains its numbers from 10 to 5 cm, with peaking at the top of the core, gaining another 50% (Fig.2).

There were several unknown NPP found in the samples from Ternopil pond. One of them we suspect is *Glomus mosseae*. It is cosmopolitan, common in disturbed soil, and genetically similar around the world. This species is easy to isolate from dried root fragments and dried soil. The fungus is easily identified because of the funnel-shaped hyphal attachment [8]. The other 4 unknown NPP need further study and identification.

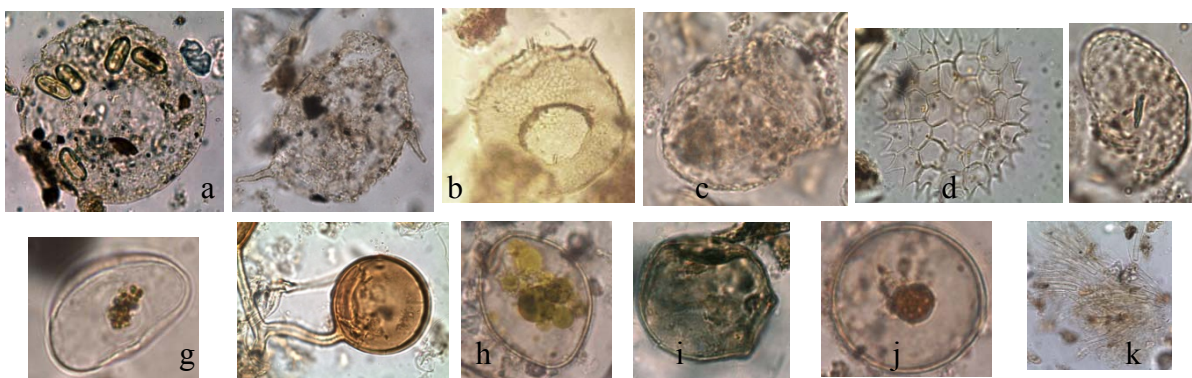
Distribution of NPPs in core from Ternopil Pond suggests increased nutrients influx indicating extensive anthropogenic impact on the watershed of the pond. Appearance of *Codonella cratera* and dominance of *Centropyxis aculeata* among thecamoebians indicate hypoxic

conditions.

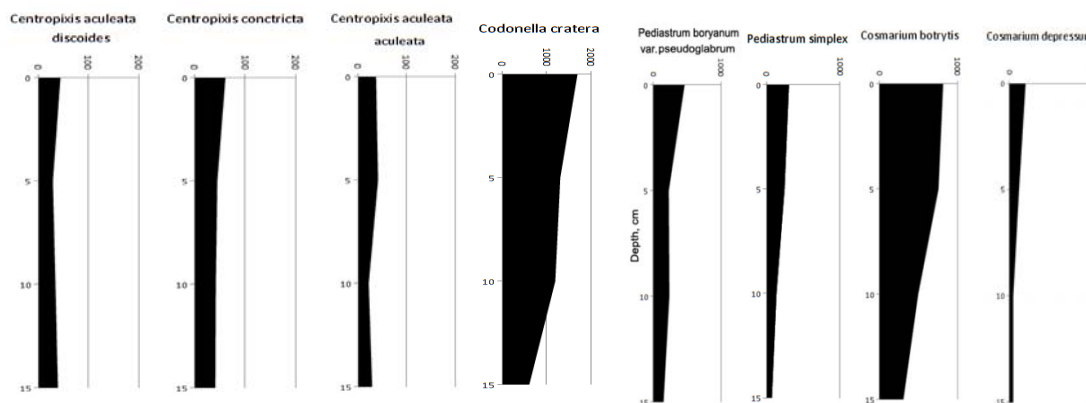
**5. Conclusion**

The results of our study are preliminary and represent a small part of the lake only. Further sampling of the lake in multiple locations with core dating and longer cores is necessary in order to have valid and reliable information on the

changes in lake ecology from its establishment to present. In addition, there remain some palynomorphs that still need to be studied, and determination of their paleoecological significance is still pending.



**Figure 1:** a) *Centropixis aculeata discoides*, b) *C. constricta*, c) *C. aculeata aculeata*, d) *Codonella cratera*, e) *Pediastrum boryanum*, f) *Cosmarium botrytis*, g) *C. depressum*, h) *Glomus mosseae?*, i, j), l) unknown NPP, k) *Peridinium willei* ?



**Figure 2.** Distribution of NPP in the core from Ternopil Pond

**Література:**

1. Dolan, JR, Montagnes, DJS, Agatha, S., Coats, DW, Stoecker, DK, eds. (2012). The Biology and Ecology of Tintinnid Ciliates: Models for Marine Plankton. Wiley-Blackwell Publishers, 323 p
2. Fægri, K. & Iversen, J. (1975) Textbook of pollen analysis, 3rd ed. by Knut Fægri, Scandinavian University Books, Copenhagen. 294 p.
3. Komárek, J., Jankovská, V., 2001. Review of the green algal genus Pediastrum; implications for pollen-analytical research. Bibliography of Phycology 108, 127 p.
4. Scott BD, Medioli FS, Schafer CT (2001). Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators. Cambridge University Press. Cambridge p. 177.
5. Wehr J.D, Sheath R. G. (2003). Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. Academic Press, 918 p
6. Van Geel, B., 2006. 'Quaternary non-pollen palynomorphs' deserve our attention! Review of Paleobotany and Palynology 141, 7–8.
7. Петровський О., Гаврилюк О., Окаринський В., Крочак І. Тернопіль/Тарнополь. Історія міста. Тернопіль: Астон, 2010.- 208 с.

**Резюме:**

Алена Волик, Франсин Мари Гисель Маккарти, Йосип Свинко, Надежда Волик. АНТРОПОГЕННАЯ ЭВТРОФИКАЦИЯ ТЕРНОПОЛЬСКОГО ПРУДА: РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА НЕПІЛЬЦОВИХ ПАЛІНОМОРФОВ.

В статье представлены предварительные результаты палинологического анализа отложений из Тернопольского пруда и показано влияние антропогенного увеличения концентрации питательных веществ (в

частности, соединений фосфора) на группировки непиловых палиноморфов. В образцах выделено многочисленные эвтрофные виды водорослей, в частности, *Pediastrum boryanum pseudoglabrum*, *P. implex*, *Cosmarium botrytis*, *C. depressum*. Невысокая видовое разнообразие раковинных ризопод и доминирование среди них *Centropuxis aculeata discoides*, *C. constricta*, *C. aculeata aculeata* – видов, которые способны выживать в условиях значительного загрязнения и эвтрофикации, свидетельствует о стрессовом состоянии экосистемы. Также в образцах нами выявлено *Codonella Crater* – вид, который является индикатором гипоксических условий в придонных слоях воды. Присутствие в образцах спор гриба *Glomus mosseae* свидетельствует о высокой степени эрозии в пределах водосбора озера. Концентрация выше перечисленных видов увеличивается к поверхности и позволяет судить о нарастании эвтрофикации водоема и связанного с этим ухудшения качества воды.

**Ключевые слова:** палинологический анализ, Тернопольский пруд, антропогенная эвтрофикация, качество воды.

Рецензент: проф. Сивий М.Я.

Надійшла 13.04.2013р.

УДК 551.583.

Ганна ЧЕРНЮК, Любомир ЦАРИК, Ігор КАСІЯНИК

### РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ТЕРМІЧНІ РЕСУРСИ КЛІМАТУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Стаття містить дані всіх метеостанцій Хмельницької області про середні, максимальні та мінімальні температури повітря і поверхні ґрунту по місяцях та за рік, амплітуди температур, тривалість і суми температур теплового, вегетаційного, без-морозного періодів, а також періодів з температурами вище 10° і 15°C, глибину промерзання ґрунтів. Встановлено закономірності змін термічного режиму та теплозабезпечення з півночі на південь та з заходу на схід. На основі розподілу теплових ресурсів виділено 6 районів: Хмельницьке Придністер'я (придністровський), південний, центральний, східний-південно-східний, північно-західний, північний.*

**Ключові слова:** Поділля, Хмельницька область, Придністер'я, температури повітря, амплітуди температур, температура ґрунту, безморозний період, теплий період, вегетаційний період, суми температур вище 10°C, кліматичні райони.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Кліматичні процеси є фактором розвитку ландшафтів. Вони визначають можливості господарського освоєння території і комфортність проживання населення. Регіональні особливості клімату є складовою дослідження та оцінки природних умов і ресурсів. Завданням географічного дослідження є районування території за кліматичними параметрами та оцінка ресурсів погоди і клімату певних регіонів. Ґрунтовний аналіз, якісні характеристики та створення графічних матеріалів кліматичних показників є актуальним завданням для Хмельницької області. Це обумовлено: слабкою деталізацією інформації у доступних наукових публікаціях відповідної тематики, відсутністю якісних узагальнень первинних даних та картографічних матеріалів у статистичних документах і науково-методичних виданнях, а також потребами освіти (зокрема при вивченні природних особливостей рідного краю).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Окремі результати досліджень клімату Хмельницької області висвітлені в опублікованих роботах (1,2,3,4).

**Мета публікації** – висвітлення і оцінка розподілу параметрів теплового режиму в межах

Хмельницької області та розробка схеми районування території на їх основі.

**Виклад основного матеріалу.** За результатами аналізу довідників по клімату [1, 2, 3, 4, 5], опублікованих джерел, кліматичних карт, довідників та монографій по клімату та агрокліматичних ресурсах були побудовані таблиці, діаграми і графіки та картосхеми розподілу основних показників термічного режиму повітря за даними метеостанцій Поділля та прилеглих територій. Аналіз цих матеріалів дозволив встановити певні закономірності розподілу температури повітря та оцінити термічні ресурси Хмельницької області. Термічні ресурси залежать від радіаційних та циркуляційних процесів клімату помірно-континентального сектору атлантично-континентальної кліматичної області помірного поясу Східної Європи, в межах якого розміщена територія Поділля та Хмельницької області зокрема. В ряд публікацій проведено оцінку та аналіз ресурсів сонячної радіації, радіаційного балансу та циркуляційних процесів [1,3,4,5]. Ними обумовлено переважання на Поділлі хмарної погоди з хмарністю 8-10 балів з великими коливаннями від 40-50% у літні місяці до 80-82% у листопаді та грудні. Для території області встановлено