

TISCIA (SZEGED) 4. 1968.

## LIMNOLOGISCHE FORSCHUNGEN IN DEN EINZUGSGEBIETEN DER FLÜSSE SAJÓ UND BODROG

G. UHERKOVICH

Biologische Station für Tisza-Forschung, Attila József Universität, Szeged

(Eingegangen am 25. Nov. 1967)

### Einleitung

Unter den rechtsmündenden Nebenflüssen der Tisza (Theiss) verdienen als berüchtigte „Abwasserspender“ die Flüsse Sajó und Bodrog eine besondere Aufmerksamkeit. Diese Flüsse werden als Vorfluter teilweise schon in der Tschechoslowakei und teilweise auf ungarischem Gebiet mit industrieller Abwässer verschiedenster Art stark belastet und beeinflussen nicht selten in schädlicher Form die Lebewelt der Tisza. So ist das potamolimnologische Studium dieser Flüsse in erster Linie für die saprobiologische Erkenntnis der Tisza von einer gewissen Bedeutung.

Auch kann man an diesen Flüssen — wenn man bei ihrer Erforschung die kleineren Nebengewässer mit in Betracht zieht — die Umwandlung der Algentrift, des Phytosestons vom Rheontyp (in den Bächen) zum Rheoplankontyp (in kleineren Flüssen) und schliesslich zum richtigen Potamoplankton gut verfolgen. (Über die hier verwendete Nomenklatur vgl. Ackenheil 1946 und Uherkovich 1966 b). Somit ist das Studium dieser Nebenflüsse auch vom allgemeineren limnologischen Standpunkt aus betrachtet von einer gewissen Interesse.

Unter den limnologischen Ereignissen, die für einen grösseren Fluss als am massgebendsten, am eigenartigsten anzusehen sind, spielen sich die meisten zweifellos in der langsam dahinströmenden Hauptwassermasse, und die Zuflüsse — besonders wenn diese keine bedeutendere Wasserführung representieren — haben im allgemeinen nur eine akzessorische Bedeutung. Aber wenn diese Nebengewässer — trotz ihrer kleineren Wasserführung — das ökologische Gesamtbild des Flusses beeinträchtigen, so gewinnt die Notwendigkeit ihrer Erforschung sofort an Gewicht.

Diese Erwägungen begründen unsere Interesse an den Flüssen Sajó und Bodrog.

Als ich mich vor vielen Jahren mit der Algenvegetation einiger Gebirgswasserläufe des Sajó-Einzugsgebietes beschäftigte (Uherkovich, 1938; 1942 a; 1942 b), stand ich unwillkürlich im Dienste dieser Erwägungen und habe — zwar nur peripherisch — etwas schon mit der Tisza-Forschung zu tun gehabt.

Eine planmässige limnologische Erforschung der Fließgewässer im Sajó- und Bodrog-Einzugsgebiet wurde von den tschechoslowakischen Forschern Bilý, Hanuška, Winkler (1952, zwei Zuflüsse des Sajó) und von Antonič, Brys, Hanzliková, Kirchhoff (1962, Bodrog-Einzugsgebiet) in Angriff genommen. Es sei hier erwähnt, dass manches über die Vorflutereigenschaften dieser Flüsse auch von ungarischen Forschern publiziert wurde (Lesenyei, 1952; Papp, 1961; 1964; 1965).

In Erweiterung des ungarländischen Tisza-Forschungsprogramms habe ich selber von neuem limnologische Forschungen in diesem ostslowakischen Gebiete angefangen, indem ich zunächst meine älteren Angaben über die Algenvegetation der Umgebung von Dobsina (Dobšiná) zusammenfasste (Uherkovich, 1966 a), nachher eine an einem Sajó-Zufluss errichtete Talsperre untersuchte (Uherkovich, 1967) und neuerdings mit Mitarbeitern die hydrobotanischen Verhältnisse einiger Bodrog-Zuflüsse studierte (Antoš-Safranko-Uherkovich, 1967). Die zwei letzterwähnten Arbeiten sind unterm Erscheinen.

Ohne auf jede Einzelheit einzugehen, möchte ich im folgenden — betont aus dem Gesichtspunkt der Tisza-Forschung — die wichtigsten limnologischen Ergebnisse der zwei letzterwähnten Arbeiten hierorts zusammenfassen.

### Der Stausee der Gölnic (Hnilec) bei Dedinky

Der Sajó (Slana) vereinigt sich kurz vor seiner Mündung in die Tisza mit dem Fluss Hernád (Hornád). Letztere nimmt als grösstes Nebengewässer das Gebirgsflüsschen Gölnic (Hnilec) auf. Im Gölnic-Tal wurde bei der Ortschaft Dedinky eine 20—30 m hohe und 209 m lange Sperrmauer errichtet. In der beckenartigen Erweiterung des Tales entstand dadurch ein Talsperrsee, der 11,4 Millionen m<sup>3</sup> Wasser fassen kann (Marczel-Puskás-Starosolszky, 1958). Das Flüsschen Gölnic (Hnilec) hat hier, wo die Talsperre errichtet wurde, eine mittlere Wasserführung von 2,1 m<sup>3</sup>/s. Die geringste (0,32 m<sup>3</sup>/s) und die maximale (40 m<sup>3</sup>/s) Wasserführung weisen auf recht grosse Schwankungen der Abflusspenden hin, doch kommt es nur selten zu diesen extremen Werten.

Ich hatte Gelegenheit am 14. 7. 1959, 3. 4. 1960, 4. 9. 1966 aus dem Stausee der Talsperre Planktonproben zu nehmen. Die drei Probeentnahmen haben je einen limno-phänologisch typischen Zeitpunkt erfasst, uzw. den des Tauwetters, den des Anfangs von Hochsommer und den der spätsommerlichen Periode. Aus verschiedenen Gründen konnte ich an eine planmässigere, sich auf mehreren Probeentnahmen basierende Erforschung dieses Gewässers nicht denken. Meine hiesigen Untersuchungen dienten ja nur zu einer eingehenderen Orientierung.

Die Planktonalgenvegetation dieser Talsperre möchte ich durch einige Angaben umreissen.

Algen, die wahrscheinlich im ganzen Jahr oder wenigstens vom

Frühsommer bis Herbst anzutreffen sind, waren folgende: *Dactylococcopsis raphidioides* Hansg., *Oscillatoria limosa* Kütz., *Phormidium corium* (Agh.) Gom.; *Ankistrodesmus angustus* Bern., *Chlamydomonas* sp., *Coelastrum microporum* Naeg., *Eudorina charkowiensis* Pascher, *Pandorina morum* Bory, *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Pedistrium duplex* Meyen, *Tetrastrum glabrum* (Roll) Ahlstr. et Tiff., *Volvox aureus* Ehrb.; *Cosmarium depressum* (Naeg.) Lund; *Dinobryon divergens* Imh.; *Asterionella formosa* Hassal, *Fragilaria capucina* Desmaz., *Fragilaria crotonensis* Kitton. Unter den aufgezählten Arten sind zahlenmässig im grossen Durchschnitt folgende dominierend: *Eudorina charkowiensis*, *Pandorina morum*, *Cosmarium depressum*, *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa* und *Fragilaria capucina*.

Für die Sommerperiode ist im Stausee das Auftreten, bzw. die Vermehrung von einigen Blaualgen (vor allem *Microcystis*- und *Phormidium*-Arten), Kieselalgen (*Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata* (Ehrbg.) Ralfs var. *angustissima* Müll.), *Chlorococcalen* (*Planctococcus sphaerocystiformis* Korschik., *Ankistrodesmus angustus* Bern.) charakteristisch.

Im Spätsommer scheint das Auftreten von *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Colacium vesiculosum* Ehrbg., *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Schrank f. *austriacum* (Bachm.) Huber-Pest., *Closterium acerosum* (Schrank) Ehrbg., *Chrysocapsa planctonica* Pascher jahreszeitlich charakteristisch zu sein, aber zu einer grösseren Vermehrung gelangt keiner dieser Organismen.

Die Frühjahrsperiode erhält durch das Auftreten von einigen „Bachalgen“ (wie etwa *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heiberg, *Ceratoneis arcus* Kütz., losgerissene Exemplare von *Achnanthes*-Arten, Thallusstücke von Fadenalgen usw.) ein besonderes Gepräge.

### Tarca, Nebenfluss der Hernád

Die Tarca (Torysa) ist ebenfalls ein Nebenflüsschen der Hernád. Mündet unterhalb Kassa (Košice) in die Hernád und weist eine etwa halb so grosse Wasserführung als diese auf. Das ganze Einzugsgebiet der Tarca (Torysa) befindet sich auf tschechoslowakischem Staatsgebiet.

Ich habe aus der Tarca am 22. 5. 1967. an drei Stellen Schöpf- und Netzproben genommen. Die wichtigsten Ergebnisse dieser skizzenhaften Längsprofiluntersuchung sind folgendermassen zusammenzufassen:

Die erste Probe habe ich im bachartigen Oberlauf des Flösschens, bei der Ortschaft Červenica genommen. Das Phytoseston (225000 Ind./l) bestand grösstenteils aus Kieselalgen. Dominierend waren *Diatoma vulgare* Bory und ihre Varietäten (mit insgesamt 63,54 % der Gesamtindividuenzahl), aber auch weitere stein- und bodenbewohnende Kieselalgen, besonders *Cymbella*-Arten, hatten bedeutenderen Anteil an der Zusammensetzung dieser Zönose, bei der es sich offensichtlich um eine Rheogesellschaft handelt, also um Algen, die vom strömenden Wasser

losgerissen wurden (vgl. Ackenheil, 1946; auch Uherkovich, 1966 b).

Die nächste Probe wurde weiter flussabwärts, bei Nagysáros (Velký Šaris) genommen. Der  $\Sigma$  Ind./l-Wert hat — gegenüber der vorigen Probeentnahmestelle — signifikant zugenommen und betrug 434000. Neben den vom Flussbett losgerissenen Diatomeen (vorherrschend *Diatoma vulgare* Bory mit 47,70 %) kommen im Phytoseston bereits typische Planktonorganismen vor. Unter diesen war *Nitzschia acicularis* W. Smith zahlenmässig am auffallendsten (20,04 %). Im Sinne von Ackenheil handelt es sich hier um eine Rheoplanktongesellschaft.

Die dritte Probe wurde vor der Mündung genommen. Die Gesamtindividuenzahl hat gegenüber der vorigen Probeentnahmestelle abgenommen ( $\Sigma$  Ind./l = 250000). Ich neige zur Auffassung, dass man dies als eine ungünstige Auswirkung der Abwasserbelastung von Eperjes (Prešov) deuten kann. Der Planktoncharakter des Phytosestons wird bei dieser dritten Probe noch ausgeprägter, was vor allem durch eine weitere Verminderung der losgerissenen benthischen Formen (z.B. *Diatoma vulgare* Bory 21,6 %) und eine weitere Zunahme der Planktonorganismen (z.B. *Nitzschia acicularis* W. Smith 24,4 %) zum Ausdruck kommt. Die Zunahme von *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith, ferner eine kleinere Zunahme von *Euglenophyten*, *Mycophyten* und der Fadenbakterienart *Cladothrix dichotoma* Cohn sind gewiss auf die Verschlechterung des saprobiologischen Gütebildes zurückzuführen. Aus der Tarca (Torysa), die im Oberlauf von oligo, bzw. oligo- $\beta$ -mesosaprobem Charakter war, ist unterhalb Eperjes (Prešov) ein Wasserlauf von  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobem Charakter geworden.

### Die Zuflüsse des Bodrog

Das Einzugsgebiet des Bodrog nimmt eine Fläche von 11825 km<sup>2</sup> ein. An dieser Fläche beteiligen sich die Tschechoslowakei und die UdSSR, und nur ein ganz kleiner Bruchteil dieser (54 km<sup>2</sup>) entfällt auf ungarisches Staatsgebiet.

Das Wasser dieses Gebietes wird durch ein fächerförmiges Flusssystem dem Bodrog zugeleitet. Der Fluss Bodrog entsteht durch den Zusammenfluss von Ondava und Latorca (Latorica). Es gibt also oberhalb dieses Zusammenflusses keinen Fluss namens Bodrog. Die beiden Zuflüsse des Bodrog, die Ondava und Latorca (Latorica) vereinigen in sich eine grössere Anzahl von Nebengewässern.

Die Latorca (Latorica) hat eine Gesamtlänge von 204 km. Sie empfängt rechtuferig die 135 km lange Laborc (Laborec), letztere empfängt vom linken Ufer die 126 km lange Ung (Uh, Už). Die 144 km lange Ondava hat als grössten rechtuferigen Nebenfluss die Tapoly (Topľa), die 124 km lang ist.

Ich beabsichtige durch meine Beobachtungen, die ich an der Ondava, Tapoly (Topľa) und Laborc (Laborec) ausgeführt habe, das von den hin (Vorherrschaft von *Achnanthes*-Arten, *Cymbella affinis* Kütz., *Diatoma vulgare* Bory, *Gomphonema*-Arten). Der Gesamtindividuen/l-Proben genommen. Die bei Bártfa (Bardejov) am 23. 5. 1967 genommene

Tapoly (Topľa). — Entlang der Tapoly habe ich an zwei Stellen in bescheidenen Masse in hydrobotanischer Richtung zu ergänzen. tschechoslowakischen Forschern umrissene Bild (vgl. mit der Einleitung) Schöpfprobe wies auf eine Phytosestongemeinschaft von Rheoncharakter

Wert beträgt hier 236000. Die am selben Tag weiter flussabwärts, bei Cierne n. Toplou genommene Probe zeigt den  $\Sigma$  Ind./l-Wert von 626000, davon machen 96,33 % die Kieselalgen aus. (Die genaue taxonomische Abstufung dieser Schöpfprobe war wegen der zu grossen Mengen der mineralischen Schwebstoffe nicht möglich, da letztere an der Grundplatte des umgekehrten Mikroskop eine starke Deckung verursachte.)

O n d a v a. — Die erste Probe wurde im bachartigen Oberlauf, bei der Ortschaft Felső-Vízköz (Svidník) am 23. 5. 1967 genommen.  $\Sigma$  Ind./l-Wert dieser Probe: 459000. Phytoseston von Rheoncharakter mit der Vorherrschaft von *Ceratoneis arcus* Kütz., *Cymbella*-Arten, *Diatoma vulgare* Bory, *Gomphonema*-Arten, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrbg.; gewisse „planktonische Wesenszüge“ sind auch schon bemerkbar (*Cyclotella*-Arten 6,97 %).

Die zweite Probe wurde weiter flussabwärts, bei Sedliska am 23. 5. 1967 genommen. Der  $\Sigma$  Ind./l-Wert erhöhte sich auf 767000 und der „Planktoncharakter“ der Sestongemeinschaft hat beträchtlich zugenommen: *Cyclotella*-Arten 37,81 %, *Nitzschia acicularis* W. Smith 24,77 %. Es handelt sich hier um eine ausgeglichene,  $\beta$ -mesosaprobe Rheoplanktongesellschaft.

Die dritte Probe wurde unmittelbar vor der Mündung genommen. Der  $\Sigma$  Ind./l-Wert hat hier — gegenüber der Probeentnahmestelle von Sedliska — sehr stark abgenommen: 187000. Es handelt sich in diesem Falle um die toxische Wirkung der Abwässer der Zellulosefabrik zu Hencovce. Sehr auffallend ist die zahlenmässige Abnahme der gegen Verschmutzungen empfindlicheren *Cyclotella*-Arten. Die Abnahme von *Nitzschia acicularis*, dieser ausgeprägten  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobe Art ist dagegen weit geringer. Auf die kritische Lage, die durch die industriellen Abwässer von Hencovce hervorgerufen wird, wurde auch in der Arbeit von Hanzliková (1962) betont hingewiesen. Die zeitweisen Verluste im Fischbestand des Bodrog sind sehr auffallende „Indikationserscheinungen“ für die Schäden, die nachweisbar grösstenteils von Hencovce verursacht werden.

L a b o r c (Laborec). — Die erste Probe wurde aus diesem Fluss am bachartigen Oberlauf, bei Krásny Brod am 23. 5. 1967 genommen. Nach dieser Probe war in hiesigem Abschnitt des Flusses eine individuenreiche ( $\Sigma$  Ind./l = 968000) Rheongemeinschaft mit *Gomphonema-Diatoma vulgare* Bory-*Cymbella ventricosa* Kütz.-Dominanz, die aber nebenbei auch einige „planktonische“ Züge erkennen liess (*Nitzschia acicularis* W. Smith 7,23 %).

Die zweite, weiter flussabwärts, bei Lubiša am 23. 5. 1967 genommene Probe zeigte einen zunehmenden  $\Sigma$  Ind./l-Wert (1779000). Neben den „Rheorganismen“ vermehrt sich in auffallender Weise die Planktonalge *Nitzschia acicularis* W. Smith, nämlich von 7,23 % auf 39,07 %.

Die dritte Probe wurde noch weiter flussabwärts, bei Vaján (Vojany) am 22. 5. 1967 genommen. Nach der quantitativen Bearbeitung ist diese Probe sehr individuenreich,  $\Sigma$  Ind./l = 2000000 und das hiesige Phytoseston ist typisch planktonartig, indem in seiner Zusammensetzung *Cyclotella*-Arten (13,50 %), *Melosira granulata* (Ehrbg.) Ralfs var.

*angustissima* Müll. (10,25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), *Melosira italica* (Ehrbg.) Kütz. var. *tenuissima* (Grun.) O. Müll. (26,75<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), *Nitzschia acicularis* W. Smith (26,50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) die Vorherrschaft erreichten. Es handelt sich um eine richtige Planktongesellschaft, die neben den aufgezählten vorherrschenden Organismen noch weitere typische Planktonalgen enthält (*Asterionella formosa* Hassal, *Synedra acus* Kütz, *Ankistrodesmus angustus* Bern. usw.). Diese Planktonalgenzönose ähnelt der der grösseren Flüsse, wie etwa der Planktonzönosen der Tisza.

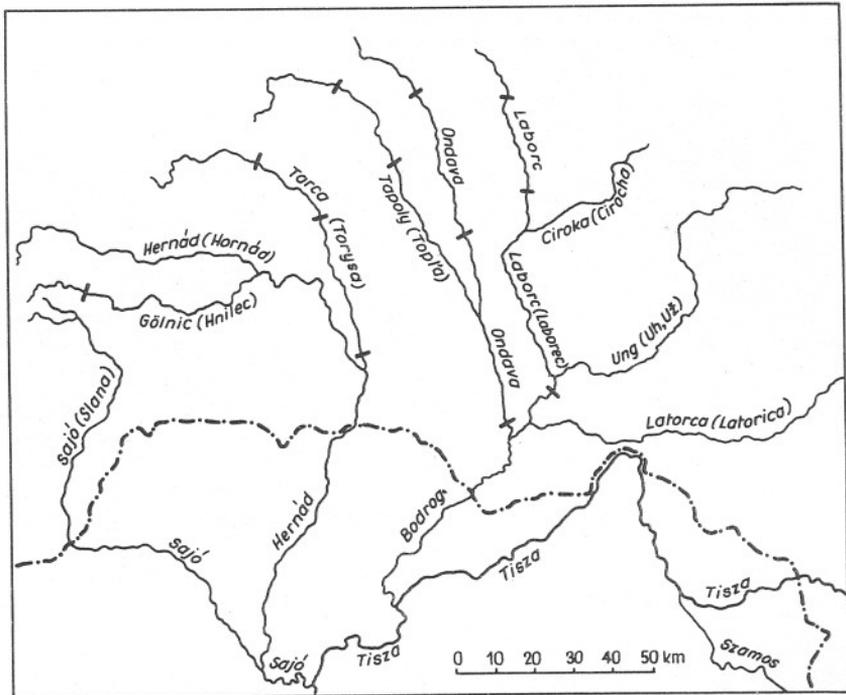


Abb. 1. Einzugsgebiet der Flüsse Sajó und Bodrog.

### Zusammenfassende Besprechung der Ergebnisse

1. Der Stausee der Gölnic bei Dedinky. Das Wasser dieses Stausees scheint vom oligotrophen Charakter zu sein, es erfährt aber zur Sommerzeit (Badesaison!) eine gewisse Eutrophierung. Auf eine unmittelbare Beeinflussung seitens des Sees auf die Zusammensetzung des Tisza-Phytoplanktons ist kaum zu denken, obzwar die Möglichkeit für die Rolle eines „Infektionsherdes“ durchaus besteht = Brutstelle von echten Planktonorganismen, die von hier aus verschleppt werden können und dann bei günstigen Verhältnissen in der Tisza wieder ein richtiges planktonisches Leben — mit grösserer Vermehrung verknüpft — führen

können. Als Organismen solcher Art könnten mehrere Grünalgen (z.B. *Eudorina charkowiensis* Pascher, *Pandorina morum* Bory), einige Kieselalgen (*Fragilaria capucina* Desmaz., *Melosira granulata* (Ehrbg.) Ralfs var. *angustissima* Müll.) in Frage kommen.

2. Tarca, Nebenfluss der Hernád. Das Phytoseston des Flüsschens lässt eine Umgestaltung vom Rheoncharakter zum Rheoplanktoncharakter deutlich erkennen. Die Stadt Eperjes (Prešov) beeinflusst saprobio- logisch das Gütebild der Tarca.

3. Die Zuflüsse des Bodrog. Unter den Zuflüssen des Bodrog wurden die Flüsse Tapoly (Topľa), Ondava und Laborc (Laborec) durch skizzen- hafte Längsprofiluntersuchungen studiert. Die quantitative Analyse der Schöpfproben — den übrigen Proben ähnlich — wurde mit der Utermöhl'schen Methode ausgeführt (Utermöhl, 1958). Diese be- stätigte, dass das Phytoseston im Oberlauf der untersuchten Flüsse durchwegs vom Rheoncharakter, dagegen im Unterlauf — wie das zu erwarten war — vom Rheoplankton- oder Planktorheoncharakter war. Das Vorhandensein eines richtigen Potamophytoplanktons konnte man nur im Unterlauf der Laborc feststellen. Die ungünstigen, schädlichen Einflüsse der industriellen Abwässer von Hencovce haben auch meine Untersuchungen bewiesen.

Zur Zeit des Tauwetters, also bei der grössten Wasserführung werden aus dem Oberlauf dieser und weiterer Flüsse gewiss viele „Rheonorganismen“ bis zur Tisza verschleppt. In der Tisza haben näm- lich diese Organismen im Frühling in der Zusammensetzung des Phyto- sestons immer einen bedeutenderen Anteil.

Die vorliegende Arbeit erzielte — vom Gesichtspunkt der Tisza- forschung — einige ergänzende Beiträge zur limnologischen-algologi- schen Kenntnis des ostslowakischen Gebietes darzubieten.

### Literatur

- Ackenheil, H. V. (1946): Rheon aus dem Flusse Lagan bei Ågård. — Meddel- enden fran Telmatologiska Stationen Ågård 4, 1—34.
- Antonič, M. (1962): Hydrochemische Charakteristik der Fließgewässer des Bod- rog-Einzugsgebietes. — Technologie vody 6, 37—141.
- Antonič, M.—G. Kirchhoff (1962): Hydrologische und gesundheitlich- wasserwirtschaftliche Verhältnisse im Bodrog-Einzugsgebiet. — Technologie vody 6, 5—35.
- Antoš, T.—E. Šafranko—G. Uherkovich (1968): Hydrobotanische Beiträge zur Kenntnis ostslowakischer Flüsse. I. — Sbornik Pedag. Fak. Prešov (im Druck).
- Bilý, J.—L. Hanuška—O. Winkler (1952): Hydrobiologia Hnilca a Hornádu. — Bratislava.
- Brys, K. (1962): Die mikrobiologische Charakteristik der Fließgewässer des Bodrog-Einzugsgebietes. — Technologie vody 6, 143—169.
- Hanzliková, G. (1962): Saprobologische Charakteristik der Fließgewässer des Bodrog-Einzugsgebietes auf der Basis von Bioseston- und Aufwuchsanalysen. — Technologie vody 6, 171—225.

- Lesenyei, J. (1952): A Sajó szennyezettsége. — Hidrológiai Közlöny 32, 106—113.
- Marczell, F.—Puskás, T.—Starosolszky, Ö. (1958): A dobsinai és árvai völgyzárógátas vízi erőművek. — Hidrológiai Közlöny 38, 55—56.
- Papp, Sz. (1961): Felszíni vizeink szennyezettsége. — Hidrológiai Közlöny 41, 188—209.
- Papp, Sz. (1964): A Tisza felső szakasza mellékfolyóinak vízminősége. — Hidrológiai Közlöny 44, 269—271.
- Papp, Sz. (1965): Felszíni vizeink minősége. — Hidrológiai Közlöny 45, 30—36.
- Uherkovich, G. (1938): Patakalgológiai munkálatok fiziográfiai adatainak ábrázolása. (Graphische Darstellung physiographischer Angaben von bachalgologischen Arbeiten.) — Botanikai Közlemények 35, 230—232.
- Uherkovich, G. (1942 a): Algenphysiologische Beobachtungen an einem Dobschauer (Dobsina) Gebirgsbach. — Acta Botanica (Szeged) 1, 75—80.
- Uherkovich, G. (1942 b): Angaben zur Kenntnis der Algenvegetation von Dobschau (Dobsina). I. — Borbásia Nova 7, 1—5.
- Uherkovich, G. (1943): Angaben zur Kenntnis der Algenvegetation von Dobschau (Dobsina). II. — Borbásia Nova 11, 1—4.
- Uherkovich, G. (1966 a): Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation der Umgebung von Dobšiná. I. — Sbornik Pedag. Fak. Prešov 5, 75—87.
- Uherkovich, G. (1966 b): Das Leben der Tisza. XXVII. Zur Frage der Potamolimnologie und des Potamoplanktons. — Acta Biol. Szeged 12, 55—66.
- Uherkovich, G. (1967): Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation der Umgebung von Dobšiná. II. Über das Phytoplankton der Talsperre von Dedinky. — Sbornik Pedag. Fak. Prešov 6, 55—62.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. — Int. Verein. theor. angew. Limnol. Mitt. 9, 1—38.