

RADIVOJE Ž. MARINOVIĆ

ALGEN IN DEN QUELLEN DES FLUSSES GRADAC

(Vorläufige Mitteilung)

Die Algen in den Quellen Serbiens sind bis jetzt nicht studiert worden. Soweit eine Auslese von Arten bekannt ist, sind sie gesammelt und determiniert zusammen mit anderem Material. Unterdessen unter hydrographischen, sowie anderen Bedingungen, kann man in den Gewässern Serbiens überhaupt und nicht nur in Quellen, interessante Erscheinungen erwarten, die bei der Erforschung der Flora höherer Pflanzen festgestellt wurden (Košanin N., 1907).

Die Algen sind gesammelt und bestimmt aus einigen Quellen im Quellgebiet des Gradac (Donji Gradac), der ein Fluss im westlichen Serbien ist und den ersten grösseren Zufluss der Kolubara bildet. Von der Hauptquelle (Bogaćićsko Vrelo, Glavno vrelo) bis Valjevo, wo er in die Kolubara mündet, fließt der Fluss gewunden und bildet eine grössere Zahl Meander. Er fließt mit einer grösseren Menge Wasser, besonders in trockenen Jahren, als die Jablanica und die Obnica zusammen, zwei Zuflüsse der Kolubara (Jovanović B., 1956). Im Quellgebiete des Flusses befindet sich eine grössere Anzahl von Quellen, von denen einige starke Quellen vorstellen mit einer relativ grossen Wassermenge.

Die Algen sind losgerissen von Moosen, Felswandteilen und anderen Gegenständen, die im Wasser liegen. Dem Planktonnetz sind Algen angesammelt, sofern sie sich unmittelbar im Wasser befanden. Bestimmte Algen sind nicht gruppiert auf Krenobionten, Krenophilen und Krenoxenen (Naumann E., 1931). Gegeben ist nur eine systematische Übersicht festgestellter Algen in verschiedenen Quellarten und der qualitative Unterschied, der sich hier zeigt, als Folge der verschiedenen ökologischen Bedingungen in einzelnen Typen der Quelle. Beim Sammeln der Algen meldeten sich Schwierigkeiten im Erkennen, ob sie Quellformen oder Bachformen angehören. Das Ende der Quelle und der Beginn des Baches, die genaue Begrenzung dieser Biotopen, war oft nicht durchführbar.

Das Erdreich in der Nähe der Hauptquelle, ist infolge des ständigen Herumspritzens des Quellwassers, was durch das Anschlagen an die Felswände geschieht, die aus dem Wasser ragen, feucht. Wassertropfen, die gleichmässig und ununterbrochen fallen, rufen seine Befeuchtung und das Eindringen des Wassers in die Erde hervor. Bei hohem Wasserstand der Quelle, ergiesst sich das Wasser aus ihr und befeuchtet das sie umgebende Erdreich. Dieser Zustand dauert nicht lange, die ausgegossene Masse des Wassers ist nicht gross und erfasst keine grossen Flächen.

In dieser Arbeit sind Beiträge von Algenarten gegeben, festgestellt seit dem 23—25 April und seit dem 12—15 Mai 1958 in einigen Quellen des Gradac.

Das angesammelte Material ist im botanischen Institut der Universität Beograd studiert worden.

CHARAKTERISTIK DER ERFORSCHTEN QUELLEN

Die längste Zeit wurden die Algen aus der Hauptquelle (Bogatićsko Vrelo, Glavno Vrelo) gesammelt, die sich unterhalb des Hügelchen Tičjak befindet. Die Hauptquelle, im Sinne Steinmanns, stellt eine rheokrene Quelle vor, befindet sich über dem Flussbett, auf einer Seite ist eine Felswand auf ihr eine grössere Anzahl Löcher und Rinnen, aus denen das Wasser bricht. Es tritt unter starkem Druck aus und ist klar und geruchlos. In ihm sind minimale Mengen suspendierter Partikeln, im Grössen gehören sie zum Mikroston (Naumann E., 1931) und sind hauptsächlich anorganischer Natur. Das Wasser ist nicht sehr kalt, die Temperatur beträgt ungefähr 10° C und zeigt im Verlaufe des Jahres keine grossen Oscillationen. In ihren thermischen Erscheinungen ist ihre Temperatur konstant und soweit Schwankungen derselben vorkommen, sind sie in engen Grenzen.

Die Felswände, über die das Quellwasser fällt, weisen an ihrer Oberfläche flache Vertiefungen, Furchen und andere Unebenheiten auf. Sie sind nicht so widerstandsfähig und können die Erosion der Wasserkraft nicht abwehren. Das Kahlwerden der steinigen Unterlage ist dort bedeutend stärker, wo keine Moosdecke besteht. Die Bedeckung mit Vegetation in Gestalt von Moosen, verhindert das Auswaschen und Wegschwemmen von Felswandteilen. Veränderungen an diesen entstehen auch durch die chemische Wirkung des Quellwassers.

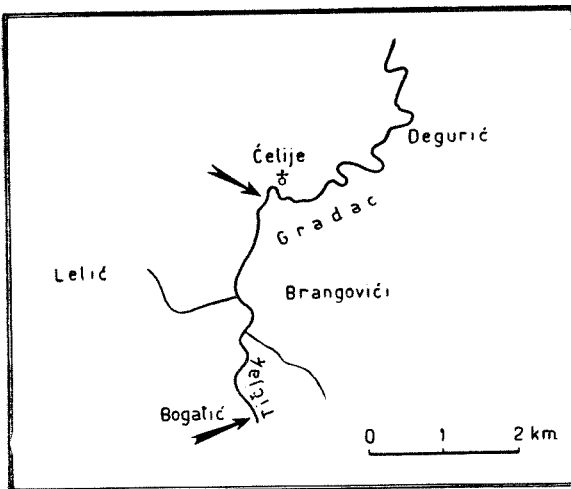


Abb. 3 Gradac. Die mit Pfeilen bezeichneten Orte sind jene, wo sich Quellen befinden, aus denen Algen entnommen wurden

(Orig.)

Unterhalb unweit der Hauptquelle, befindet sich eine Gruppe richtig verteilter Quellen die den Rissen, nahe dem Grunde des Flussstailes entspringen. Sie befinden sich auf der linken Seite des Flussbettes und der Ausbruch des Wassers aus ihnen, sowie ihr Abfluss ist bedeutend gleichmässiger und ist nicht so rasch wie das Wasser der Hauptquelle. Ihr Boden ist mit Sand bedeckt und mit Kies und zeigt schon darin ersichtliche Abweichungen von der Hauptquelle.

Nach der Art des Ausbruchs des Wassers aus dem Erdreich und dem Aussehen, limnokrener Quellen (Steinmann 1923) ist die Popovo-

quelle (Popovo Vrelo) die Naheste. Von der Hauptquelle liegt sie tiefer und ist etwa vier Kilometer entfernt, auf der linken Seite des Gradac. Sie stellt eine

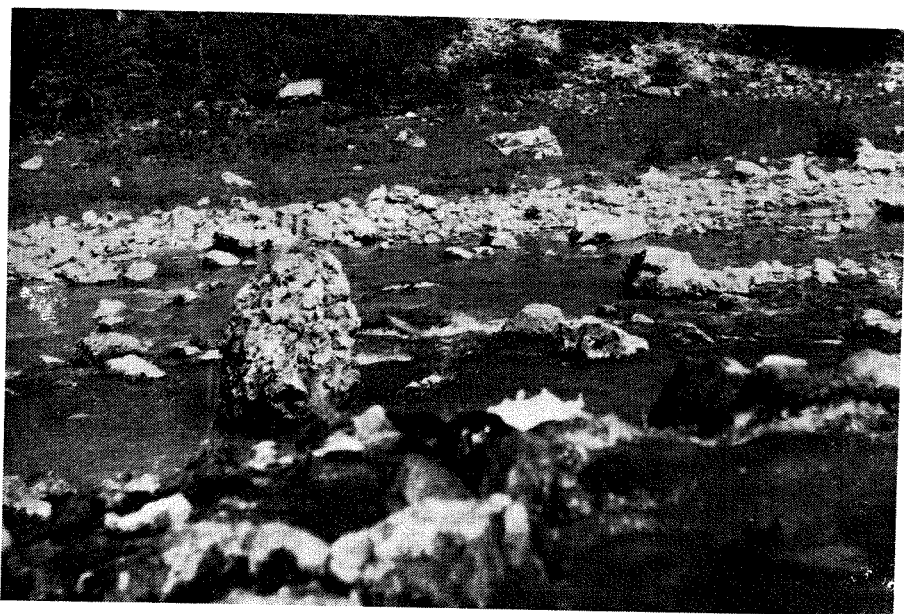


Abb. 1 Eine der Quellen, unweit der Hauptquelle

(Photo R. Marinović)



Abb. 2 Die Popovoquelle. Blick auf den westlichen Teil der Quelle

(Photo R. Marinović)



grosse Lache vor, mit einem Durchmesser von drei Metern, trichterförmig ist das Aussehen und der Boden ist mit Sand und Kies bedeckt. Aber auf dem Boden befindet sich auch Schlamm, reich an kleinen organischen Partikeln und stellenweise schlagen aus der Quelle Teile der Felswand heraus. Die Tiefe der Quelle beträgt ungefähr 0,7 Meter. Zur Zeit gesammelter Algen hatte die Quelle eine niedrigere Temperatur als die anderen Quellen und im Hinblick auf sie, zeigte sich ein Unterschied 1,5—2° C.

Die Wassermenge, die während eines Jahres aus der Quelle bricht, ist veränderlich. Wenn Regen in dem Bezirk fallen, aus dem sie ihr Wasser erhalten, steigt das Wasser, trübt sich aber nicht. Zu trockener Zeit ist ihr Wasser bedeutend verringert. Beim Besuch der Hauptquelle im August des Jahres 1958 floss das Wasser nicht aus allen Löchern und Rissen und viele Vertiefungen in der Felswand zeigten sich leer. Die Moose, die jene Öffnungen bedeckten, aus denen kein Wasser rann, boten den Anblick einer dunkelgefärbten Masse. Dieser Zustand ist die Folge der Trockenheit, die in jenem Jahr in den Sommermonaten geherrscht hatte.

ALGEN ERFORSCHTER QUELLEN

In der Hauptsache der Quellenerforschung wurde eine kleine Zahl von Algenarten festgestellt und in floristischer Hinsicht charakterisieren sie sich durch armseligen Formen. Die Quellen waren zur Zeit der Forschung reich an Wasser, aus ihnen trat es in grossen Mengen aus und aus einigen (Hauptquelle) bricht es unter starkem Druck aus und bewegt sich rasch. Infolge des raschen Ausbrechens des Wassers und Erosion seiner Kraft, können sich dorthin schwer höhere Pflanzen erhalten. Obwohl einzelne Moosarten auf den Wänden auf steiniger Unterlage grössere oder kleinere Büschel und stellenweise Decken bilden. Diese Art des Wasserausbruchs wirkt auch auf die Erhaltung der Algen in den Quellen und ihre floristischen Bestände grossenteils als Folge ein.

Die Hauptquelle unterscheidet sich durch den raschen Ausbruch des Wassers, hat eine starke Wassermasse, und ihre Wirkung ist von intensiver Art auf die Natur der Unterlage und ihre lebende Welt. Infolge ihrer starken und langdauernden dynamischen Kraft gelangen die Wasser zum Wechseln ihrer Lagen steinigen Grundes und Erosionen ihrer Oberfläche in bedeutendem Masse. Infolge der Einwirkung des Wassers zeigen sich Risse, Furchen und andere Unebenheiten. Je stärker der Ausbruch des Wassers einer Quelle ist, umso charakteristischer ist seine Pflanzenwelt. Die Wasser, die aus grossen Löchern der Hauptquelle ausbrechen, zerschlagen sich in vielen Wasserstrahlen, die das Niveau des Wassers um 50—60 sm erhöhen. In ihr erlauben solche Bedingungen die Erhaltung jener Formen, die eine besondere Anpassungsfähigkeit zeigen und für den fikologischen Bestand eines solchen Biotops stellt die mechanische Kraft des Wassers einen vorbildlichen Faktor vor.

In Quellen, wie die Hauptquelle, finden sich jedoch Stellen, die mit Algen bewachsen sind. In der Hauptquelle finden sich Steinblöcke verschiedener Grösse, auf denen Algen festgestellt sind und zum Teil nehmen sie ihre Unterseiten ein, obzwar diese schwach belichtet sind. Das Licht ist hundertfach und noch mehrfach schwächer als in den höheren Schichten des Wassers und in Hinsicht auf die Stärke der Beleuchtung die Algen näherten sie sich den terrestrischen Formen höherer Erdschichten.

Solche Lokalitäten neben schwacher Beleuchtung charakterisieren sich im Wechsel der Lichtstärke in relativ kurzer Zeit. Das Wasser aus der Hauptquelle fließt nicht gleichmässig, in kurzen Zeitabschnitten wechselt seine Menge und es zeigt Wellen. Beim Zufluss jeder neuen Wassermenge erhöht sich der Wasserstand und das schwächt den Stand der Lichtstärke am Quellengrund und bei verringerter Menge ist das Niveau niedriger und der Grund der Quelle ist mehr beleuchtet.

In der Hauptquelle die Stellen, wo sich Algen angesiedelt haben, sind mit unbedeutender Oberfläche und sie haben verschiedenes Aussehen: rund, eckig und andersartig, und sind nicht kontinuierlich. Teile der steinigen Unterlage haben durch den Zuwachs der Algen blaugrüne, gelbgrüne oder dunkelgelbe Farbe und unterscheiden sich dadurch von jenen, auf denen sich keine Algen angesiedelt haben. Und obwohl sie nach Grösse der Körper und nach dem Aussehen und der systematischen Zugehörigkeit der Algen sich stark unterscheiden, zeigen sie doch gemeinsame Eigenarten in der Verbindung mit dem Untergrund. Kräftig sind sie mit ihnen verbunden und beim abreißen der Algen löst sich immer ein Teil des Grundes los. Diese Algen sind an Wänden unter dem Wasser angesiedelt, finden sich in der Form des Aufwuchs und sind der unmittelbaren Einwirkung von Luft und Sonne nicht ausgesetzt. Oberhalb von ihnen, bei ausgiebiger Prüfung des Wassers der Quelle, befindet sich ein mehrere Dezimeter dicker Überzug des Wassers.

In unmittelbarer Nähe der Quelle befinden sich auch kleine Blöcke mit Algen. Jedoch werden diese Steingründe leicht feucht, weil kleine Tropfen des Quellwassers beim Aufschlagen an die Wand zerstieben und relativ weit fortspringen. In diesem Fall ist die mechanische Wirksamkeit des Wassers unmittelbar und sie ermöglicht die Befeuchtung jener Algen, die ausserhalb des Wassers angesiedelt sind. Ausserdem befestigen sich die Algen mit ihrer gallertartigen Hülle an ihrer Unterlage, trinken Wasser aus ihr und aus der Luft, sodass es ihnen möglich ist, auch Perioden der Trockenheit zu ertragen, die zur Zeit verringerten Ausströmens aus der Quelle entstehen. Pigmente in der gallertartigen Hülle stellen auch den Schutz vor dem zu starken chemischen Wirken der Sonnenstrahlen auf die Zellen der Algen vor (Ercegović A., 1932). Auf diese Weise erhalten und entfalten sich die Algen, wenn sie auch kurz dauernd der starken Insolation und den Winden, durch ihre Unterlage, ausserhalb des Wassers, ausgesetzt sind.

Aus dem Material, gesammelt an den Wänden unter dem Wasser der Hauptquelle wurden festgestellt: *Chroococcus turgidus*, *Gloeocapsa rupestris*, *Gloeotheca rupestris*, *Scytonema rivulare*, *Sc. crispum*, *Oscillatoria limosa*, *Cymbella aspera*, *Gomphonema constrictum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula cryptocephala*, *N. radiosa*.

Aus der Hauptquelle ist im Planktonnetz eine kleine Anzahl von Algenarten angesammelt und das Quellwasser ist ärmer für sie als für jene an den Wänden unter dem Wasser auf steiniger Unterlage. Die Zahl der Arten ist ungefähr um 50% geringer als jener an den Wänden. Wie die Mehrheit dieser Algen im Material festgestellt wurde, das an jene der Algen unter Wasser auf steiniger Unterlage angesammelt wurde, lässt sich vorstellen, dass sie von dort ins Wasser gelangen. Es zeigt sich auch eine quantitative Verschiedenheit. Algen, dem Planktonnetz angesammelt, sind in relativ kleiner Anzahl von Individuen und man trifft sie nicht so oft, wie bei den, den Wänden entnommenen Proben.

Beim Sammeln der Algen des Planktonnetzes steht die Öffnung des Netzes unmittelbar auf dem Loch oder Riss, von wo das Wasser rann und das so gesammelte Material wurde in Flaschen mit Fixativ gefüllt. Der Geschwindigkeit des Wassers wegen, war es genügend, das Netz über der Öffnung des Loches oder des Risses zu halten u. zw. in der kurzen Zeit, in der 1000 Liter Wasser durchrinnen. Beim mikroskopieren wurde vollendet, was möglich war bei der Untersuchung des gesammelten Materials und bestimmt wurden auch Pflanzenformen, die sich darin nur sehr selten zeigten. Manche Algen wurden nicht konserviert bestimmt, es wurden aber dafür, soweit als möglich lebende Formen verwendet. Unter der Einwirkung des Formalins, wie es als Konservierungsmittel gebraucht wird, veränderten manche Algen die Farbe und in bedeutendem Masse ihr Aussehen.

In dem, unmittelbar aus dem Wasser der Hauptquelle gesammelten Material wurden festgestellt: *Chroococcus* sp., *Scytonema crispum*, *Merismopedia punctata*, *Oscillatoria tenuis*, *Cymbella microcephala*, *Gomphonema constrictum*.

Zwischen Algen und höheren Pflanzen bestehen verschiedene Beziehungen untereinander und höhere Pflanzenarten sind oft von bestimmendem Einfluss auf die Entwicklung und das Bestehen vieler Algenarten (Košanin N., 1907). In der Hauptquelle gibt es nicht viele Arten höherer Pflanzen, nur Moos ist vorhanden, aber ihm ist es unter besonderen Bedingungen gestattet, in einem solchen Biotop, wie es jene Quelle ist. In der Quelle wurde an den Stellen, wo sich Moose angesiedelt haben festgestellt, dass sich dort eine bedeutend grössere Anzahl von Algen befindet, als an den Wänden unterhalb des Wassers, auf steinigen Unterlagen und im Wasser selbst. Nach Zahl der Arten und besonders nach Zahl von Individuen hebt sich *Cymbella* hervor und diese, obzwar auch an anderen Stellen angesiedelt (im Wasser und an Wänden unter Wasser auf steiniger Unterlage), ist sie hier viel häufiger. Unter höheren Pflanzen und Algen als angesiedelte Mitglieder in einem Biotop, können auch solche Beziehungen bestehen, die für sie von besonderem ökologischen Wert sind (Golubić S., 1957). Golubić S. (1957) in der Arbeit: »Die Algenvegetation an Wasserfällen des Flusses Krka in Dalmatien«, stellte dies für die Algen und Moosen und diese Pflanzen, Moosen und Algen, fest, die sich zusammen auf allen ihren Standorten auf den Wasserfällen befinden, ausser dort, wo besondere ökologische Bedingungen bestehen, und wo nur die Cyanophyta festgestellt wurde. In der Hauptquelle, wo Moose sind, hielten sich immer Algen auf, und bei Prüfung solcher Lokalitäten wurden stets Algen festgestellt. Moose bedecken Teile der Wände, die sich im Wasser der Hauptquelle befinden in Form von Büscheln oder auf vielen Orten in Hinsicht gleichartiger Bedeckung. Die Zahl der Moosarten ist gering, sie erscheinen in kleiner Zahl, aber es zeigt eine grosse Anzahl von Individuen. Sie haben einen grösseren Teil dieser Quelle angesiedelt, auf Steinblöcken haben sie eine dicke Decke geschaffen und damit schufen sie besondere Daseinsbedingungen für die Ansiedlung anderer Pflanzen in einem solchen Biotop.

Algen festgestellt auf Standorten, die mit Moosen bewachsen sind, können dennoch nicht als Formen angesehen werden, deren Bestehen nur dann möglich ist, wenn sie ein epiphytisches Leben führen. Übrigens finden sich hier am häufigsten, siedeln sich, wenn auch weniger, auf steinigen Unterlagen im Wasser an und auch im Wasser selbst. Algen finden sich auch in akumulierte Material, das sich zwischen der Moosdecke und der Wand befindet. Dieses Material stellt eine dünne Schichte vor, ist von dunkler Farbe und blieb hauptsächlich im Zerfall abgestorbener Moosteile. Auf Felswänden, die sich am

Rande der Quelle befinden, ist die Akumulisation dieser Masse grösser, als in der Mitte des Wassers.

Im gesammelten Material an Stellen, die von Moosen bewachsen sind, wurden folgende Algen festgestellt: *Chroococcus turgidus*, *Gloeocapsa aeruginosa*, *Gloeothece rupestris*, *G. palea*, *Lyngbya aerugineo-coerulea*, *Oscillatoria tenuis*, *O. limosa*, *Phormidium* sp, *Cymbella microcephala*, *C. prostata*, *C. aspera*, *Fragilaria* sp, *Gomphonema constrictum*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Synedra ulna*, *Navicula pupula*, *N. cryptocephala*, *N. menisculus*.

Von den Algen der Hauptquelle, sind charakteristisch die Mikrophyten und hauptsächlich die Protophyten (Schussing 1953) aber unter ihnen besteht keine grosse Zahl von Arten noch zeigt sich unter ihnen eine grosse Zahl von Individuen.

Die Gruppe jener Quellen, die tiefer und unweit der Hauptquelle sich befinden, ist von anderem fikologischem Bestand. In ihnen sind makroskopische fadenartige Algen und diese bilden sowohl im Wasser, wie auf dessen Oberfläche ein Geflecht von Fäden in der Dicke von 6—8 sm. Es gibt sterile Fäden, ihre Arten sind nicht bestimmt, aber auch in diesem Stadium konnte man auf mehrere Arten schliessen. Die dicke Fädenmasse, sichtbar auf der Oberfläche des Wassers hindert in bedeutendem Masse das Eindringen des Lichtes und die Schichten des Wassers sind darunter schwach beleuchtet. Für diese Quellen ist charakteristisch, zeigt sich in grossen Massen und üppig entwickelt ist Oedogonium das sonst eine Alge klarer Gewässer ist. Es stellt eine der häufigsten makroskopischen Fadenalgen dar und in Bezug auf andere Algen der Quellen zeichnet sie sich durch dichtes Geflecht von Fäden aus und durch die hellgrüne Farbe ihres Körpers. Dieser Zustand wurde beide Male beim Sammeln von Algen festgestellt, im April und Mai 1958 und mehr als 15 Tage bot sich das Aussehen der Vegetation der Quelle dar.

Mikrophyten in diesen Quellen zeigen sich in kleiner Anzahl der Formen, ihr qualitativer Bestand ist ärmlich und vorhanden sind nur einige Arten von Cyanophyta, Bacillariophyceae und Chlorophyta. Algen Mikrophyten sind hier selten und beinahe unterdrückt. Selbst in Bezug auf die Hauptquelle, in der sich sonst wenige Algen befinden, sind diese Quellen bedeutend ärmer. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der Folge die schwache Beleuchtung ist, die durch das üppige Wachstum der makroskopischen Fadenalgen auf der Oberfläche des Wassers entstand. Pevalek I. (1924) der das Moorgebiet Topuska studierte, fand in den Wässern dieses Gebiet stellenweise keine Algen und er schreibt dies dem Mangel an Licht zu. Jedoch zeigt sich ein Unterschied in der Zahl der Individuen, die hier in grösserer Anzahl vertreten sind und bedeutend häufiger, als in der Hauptquelle. Festgestellt sind *Merismopedia punctata*, *M. glauca*, *Oscillatoria tenuis*, *Synedra ulna*, *Scenedesmus quadricauda*, *S. bijugatus*.

Popovo Vrelo in Bezug auf die übrigen Quellen des Gradac ist bedeutend reicher an Algen und steht an Zahl der Arten an erster Stelle. Das Wasser der Quelle siedelt Algen an, die nicht in der Hauptquelle befindlich sind. Das rasch ausströmende Wasser und seine schnelle Bewegung in der Hauptquelle, wie früher erwähnt wurde, entsprach nicht der Ansiedlung von Algen, die in der Popovoquelle vertreten sind. Andererseits viele Algen, die in der Hauptquelle in einer kleinen Zahl von Individuen vertreten sind, weisen hier eine grosse Zahl von Individuen auf.

Der floristische Bestand des Wassers der Popovoquelle war nicht immer so wie jetzt. Die Ansiedlung von Algen in ihrem Wasser durch mehrere Etappen

reichte. Vor einigen Dezenien war sie bedeutend tiefer und das Wasser brach erheblich rascher aus ihr als heute. Veränderungen in ihr ereigneten sich vor nicht langer Zeit, vermutlich vor wenigen Jahrzehnten und sie stellt jetzt eine flache Quelle vor mit schwachem Aufschlag des Wassers. Ihr floristischer Bestand in Bezug auf Algen unterscheidet wenig von jenem der in fliessenden und in stehenden Gewässern besteht.

Die Wasser der Popovoquelle bereichern sich durch grössere Mengen organischer Materie. Von den Bäumen der Umgebung, sowie von andern Pflanzen fallen leicht Zweige und trockene Blätter hinein und im Wasser befinden sich grosse Mengen schwimmender Laubmasse. Die zugesellte Materie hatte einen grossen Einfluss auf das Wasser, unter dessen Einwirkung ihre physische und chemische Natur ausgewechselt wurde und ein solches Biotop charakterisiert durch bestimmte Arten der Algen. Obzwar der grösste Teil von Pflanzen am Ende der Vegetation in die Quelle gelangte, und eine Veränderung des Wassers verursachte, so konnte dies doch früher geschehen mit einer unbedeutenden Pflanzenmasse. Ist der Wasserstand niedrig und die Wassermenge gering, dann verändern unbedeutende Mengen von Pflanzenmaterial die Natur des Wassers.

Die organische Materie wird auch hinzugefügt, wenn Ausflügler und Einheimische das Wasser der Quelle trinken, mit ihren Gefässen berühren, am Rande der Quelle essen und sie dient auch zur Viehtränke. In allen diesen Fällen gelangt die Materie unter Einwirkung der Mikroorganismen des Wassers, vor allem von Bakterien und abgebaut wurde. Die Bereicherung des Quellwassers mit organischen Substanzen hat zwar keine bedeutenden Ausmasse angenommen, hat aber sichtlich begonnen.

Die Popovoquelle bewohnen makroskopische Fadenalgen und diese bauen auf dem Überzug und der Oberfläche des Wassers kleine schwimmende Inselchen. Die Wasserkraft verschiebt sie, unter ihrer Einwirkung wechseln sie ihre Plätze, entfernen sich aber selten von der Quelle. Beim seitlichen Zusammenstoss kleiner Inselchen entstehen Fadenmassen von grösserer Oberfläche. Inselchen bilden *Cladophora* sp, *Vaucheria* sp, *Spirogyra* sp, ihre qualitative Zusammenstellung ist nicht verschiedenartig und die Zusammensetzung der bedeckenden Fadenmasse bilden nur eine kleine Anzahl Algenarten. Zur Zeit des Sammelns von Material, Anfang April und Mitte Mai 1958 bildeten die Fadenalgen 3—8 cm dicke Überzüge und diese erhielten relativ lange. Die Oberfläche und die Dicke dieser schwimmenden Masse veränderte sich fast nicht vom 25 April bis zum 15 Mai 1958. Dunkelgrüne und gut verzweigte Fäden der *Cladophora* stellen die Hauptmasse der schwimmenden Inselchen dar.

Die Mikrophyten in der Popovoquelle befinden sich auf submersischen steinigen Unterlagen, unmittelbar im Wasser und auf makroskopischen Fadenalgen. In der Quelle sind folgende Mikrophyten festgestellt worden *Chroococcus helveticus*, *Ch. turgidus*, *Gloeothece rupestris*, *G. palea*, *Scytonema crispum*, *Rivularia* sp, *Merismopedia punctata*, *M. glauca*, *M. elegans*, *Oscillatoria tenuis*, *O. limosa*, *O. chalybea*, *Diatoma vulgare*, *Cymbella lanceolata*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Synedra ulna*, *S. capitata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula pupula*, *Cosmarium* sp, *Closterium* sp, *Scenedesmus quadricauda*, *S. obliquus*, *S. costatus*, *S. bijugatus*, *Pediastrum simplex*, *P. duplex*, *P. boryanum*, *P. tetras*.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Quellen des Flusses Gradac wurde eine kleine Anzahl von Algenarten festgestellt. Andererseits wurde bei dem Vergleichen der Funde in verschiedenen Quellen erkannt, das zwischen ihnen bedeutende Unterschiede bestehen. Die qualitative Erforschung der Algen bei der Prüfung der Quellen zeigte, dass sie sich sowohl im Hinblick der erhaltenen Algenarten wie in ihrer Gesamtzahl unterscheiden. In der Hauptquelle befinden sich Mikrophyten und zwar hauptsächlich Protophyten und sie besiedeln submersische steinere Unterlagen, das Wasser selbst und Stellen, die mit Moos bewachsen sind. Die grösste Zahl ist festgestellt in der Gemeinschaft der Moose, besonders dort, wo Moose steinere Unterlagen bedecken in Gestalt dichter Büschel oder gleichartiger Decken. Der Aufenthalt der Algen in solchen Ansiedlungen kann jedoch, indem er erfolgte, nicht nur als Folge ihrer epiphytischen Lebensweise erachtet werden und wahrscheinlich ist die Zahl jener Algen, die sich in solchen Biotopen, gemeinsam mit Moosen, aufhalten nicht klein. Nach Zahl der Arten die Mikrophyten, angesiedelt auf submersischen steinigen Unterlagen und unmittelbar im Wasser, bleiben sie aus bei jenen, die gemeinsam mit Moosen sind.

Die Gruppe der Quellen, die niedriger und unweit der Hauptquelle sich befinden, ist anders in ihrer floristischen Zusammenstellung. In den oberen Schichten des Wassers und auf ihrer Oberfläche bilden makroskopische Algen dichtgeflochtene Massen von Fäden, von 6—8 cm Dicke. Die Mikrophyten sind in diesen Quellen von kleiner Anzahl, ihre qualitative Zusammensetzung ist dürftig und vorgestellt ist sie in einigen Arten blaugrüner, grüner und Kieselalgen. Algen Mikrophyten sind hier selten und beinahe unterdrückt.

Die reichste Quelle an Algen ist die Popovoquelle. In oberen Schichten des Wassers und auf ihrer Oberfläche bilden makroskopische Fadenalgen kleine schwimmende Inselchen. Die Wasserkraft verschiebt sie langsam, unter ihrer Einwirkung wechseln sie ihre Plätze, entfernen sich aber selten vom der Quelle. Die Mikrophyten in dieser Quelle sind auf submersischen steinigen Unterlagen angesiedelt, unmittelbar im Wasser und makroskopischen Fadenalgen.

Für den floristischen Bestand der Popovoquelle ist die vergrösserte Menge organischer Materie von grosser Bedeutung. Von den Bäumen der Umgebung und anderen Pflanzen gelangen leicht Zweige und fallendes Laub ins Wasser und in der Quelle befindet sich eine grosse schwimmende Laubmasse. Diese Materien hatten einen grossen Einfluss auf das Wasser, ausgewechselt ihre physische und chemische Natur, und ein solcher Biotop charakterisiert eine bestimmte Anzahl von Algenarten. Obzwar der grösste Teil von Pflanzenteilen in die Quelle am Ende der Vegetationsperiode gelangt, kann dies aber auch viel früher geschehen und durch unbedeutende Mengen derselben. Wenn der Wasserstand der Quelle niedrig, und ihre Wassermenge verringert ist, verändern selbst unbedeutende Mengen von Pflanzenteilen die Natur des Wassers.

Organische Materien erreichen auch auf diese Weise ins Wasser, wenn es von Ausflüglern und Einheimischen getrunken und mit ihrer Gefässen berührt wird, wenn sie an seinem Rand essen und wenn es als Viehtränke dient. Die in allen diesen Fällen gelangte Materien faulen sich unter Einwirkung von Mikroorganismen, vor allem von Bakterien. Die Bereicherung des Quellwassers durch organische Substanzen, wenn sie auch keinen grossen Umfang erreicht, hat dennoch begonnen.

Der Unterschied in Hinsicht auf die erhaltenen Algen in erforschten Quellen, zeigt sich als Folge ökologischer Bedingungen in einigen typischen Einzelarten der Quellen. Jedenfalls wäre es von grossem Interesse, die ökologischen Faktoren zu erforschen, unter denen sich Algen in Quellen entwickeln. Unterdessen verlangt eine solche Forschung nicht nur Kenntniss vieler ökologischer Faktoren des Standortes neben vielen Experimenten an dem selben und eventuelle Übertragung dieser Arbeit vom Terrain ins Laboratorium, sondern auch den Überblick und das Vergleichen des fikologischen Materials, gesammelt im Verlauf der ganzen Vegetationsperiode, beginnend bei der Schneeschmelze im Vorfrühling bis zum neuen Schneefall im Winter, wie auch die Übersicht und das Vergleichen der Algen aus viel mehr Quellen, als sich im Quellgebiet des Gradac befinden.

Tabulare Übersicht der in erforschten Quellen festgestellten Algen

Das Zeichen (+) plus zeigt an, dass die Alge festgestellt und das Zeichen (—) minus dass sie nicht in der erforschten Quelle festgestellt wurde

Art der Algen	Hauptquelle	Quellengruppe der Nähe der Hauptquelle	Popovoquelle
<i>Cyanophyta</i>			
<i>Chroococcus</i>			
<i>helveticus</i> Näg.	—	—	+
<i>turgidus</i> (Kütz.) Näg.	+	—	+
<i>sp</i>	+	—	+
<i>Gloeocapsa</i>			
<i>rupestris</i> Kütz.	+	—	—
<i>aeruginosa</i> (Carm.) Kütz.	+	—	—
<i>Gloeothece</i>			
<i>rupestris</i> (Lyngb.) Born.	+	—	+
<i>palea</i> (Kütz.) Rabh.	+	—	+
<i>Merismopedia</i>			
<i>punctata</i> Meyen	+	+	+
<i>glauca</i> (Ehr.) Näg.	—	+	+
<i>elegans</i> A. Br.	—	—	+
<i>Rivularia</i>			
<i>sp</i>	—	—	+
<i>Scytonema</i>			
<i>crispum</i> (Ag.) Born.	+	—	+
<i>rivulare</i> Borzi	+	—	—
<i>Oscillatoria</i>			
<i>lmosa</i> Ag.	+	—	+
<i>tenulis</i> Ag.	+	+	+
<i>chalybea</i> Mertens	—	—	+

Art der Algen	Hauptquelle	Quellengruppe der Nähe der Hauptquelle	Popovoquelle
<i>Phormidium</i> <i>sp.</i>	+	—	—
<i>Lyngbya</i> <i>aerugineo-coerulea</i> (Kütz.) Gom.	+	—	—
Chrysophyta			
Heterocontae			
<i>Tribonema</i> <i>sp.</i>	—	+	+
<i>Vaucheria</i> <i>sp.</i>	—	+	+
Bacillariophyceae			
<i>Diatoma</i> <i>vulgare</i> Bory	—	—	+
<i>Fragilaria</i> <i>sp.</i>	+	—	—
<i>Synedra</i> <i>ulna</i> (Nit'sch) Ehr. „ <i>capitata</i> Ehr.	+ —	+ —	+ +
Cocconels			
<i>pediculus</i> Ehr. „ <i>placentula</i> Ehr.	+ +	— —	+ +
<i>Gyrosigma</i> <i>acuminatum</i> (Kütz.) Rabh.	+	—	+
Navicula			
<i>pupula</i> Kütz. „ <i>cryptocephala</i> Kütz. „ <i>radiosa</i> Kütz. „ <i>menisculus</i> Schumann „ <i>sp.</i>	+ + + + +	— — — — —	+ — — — —
Cymbella			
<i>microcephala</i> Grun „ <i>prostata</i> (Ber.) Cleve „ <i>lanceolata</i> (Ehr.) v. Heurck „ <i>aspera</i> (Ehr.) Cleve	+ + — +	— — — —	— — + —
<i>Gomphonema</i> <i>constrictum</i> Ehr.	+	—	—
Chlorophyta			
Pediastrum			
<i>simplex</i> (Meyen) Lemm. „ <i>duplex</i> Meyen „ <i>boryanum</i> (Turpin) Meneghini „ <i>tetras</i> (Ehr.) Ralfs	— — — —	— — — —	+ + + +

Art der Algen	Hauptquelle	Quellengruppe der Nähe der Hauptquele	Popovoquelle
<i>Scenedesmus</i>			
<i>obliquus</i> (Turpin) Kütz.	—	—	+
„ <i>costatus</i> Schmidle	—	—	+
„ <i>quadricauda</i> (Turpin) Bréb.	—	+	+
„ <i>bijugatus</i> (Turpin) Kütz.	—	+	+
<i>Oedogonium</i>			
<i>sp</i>	—	+	—
<i>Cladophora</i>			
<i>sp</i>	—	+	+
<i>Closterium</i>			
<i>sp</i>	—	—	+
<i>Cosmarium</i>			
<i>sp</i>	—	—	+
<i>Spirogyra</i>			
<i>sp</i>	—	—	+

LITERATURVERZEICHNIS

- Cvijić J. (1926): Geomorfologija, knjiga II. — Beograd.
- Diels L. (1914): Die Algen-vegetation der Südtiroler Dolomitriffe. — Bericht d. Deutsch. bot. Gesell. Bd. 32.
- Engler's Syllabus d. Pflanzenfamilien Bd. I. — Berlin 1954.
- Ercegović A. (1932): Ekološke i sociološke studije o litofitskim cijanoficema sa jugoslovenske obale Jadrana. — Zagreb.
- Gessner F. (1955): Hydrobotanik I. — Berlin.
- Golubić S. (1957): Vegetacija alga na slapovima rijeke Krke u Dalmaciji. — Jugoslov. akad. znanost. i umetnosti, knjiga 312. — Zagreb.
- Horvat I. (1949): Nauka o biljnim zajednicama. — Zagreb.
- Jakovljević S. (1951): Kratak kurs ekologije sa osnovama hidrobiologije. — Beograd.
- Jakovljević S. (1936): Makrofitska vegetacija Ohridskog Jezera. — Arhiv. min. polj. sv. 5. Beograd.
- Jakovljević S. (1934): Végétation macrophytique du lac de Prespa. — Bull. de l'inst. et du jardin bot. de l'Univ. d. Beograd, T. III N. 1—2 — Beograd.
- Jakovljević S., Stanković S. (1931/32): Particularités limnologiques des eaux karstiques de la region de Beograd. — Bull. de l'inst. et du jardin bot. de l'Univ. d. Beograd, T. II, N. 1—2. — Beograd.
- Jovanović B. (1956): Reljef sliva Kolubare. — Beograd.
- Jurilj A. (1954): Flora i vegetacija Dijatomeja Ohridskog Jezera. — Zagreb.
- Košanin N. (1910): Vlasina. — Beograd.
- Košanin N. (1907): Daičko Jezero. — Beograd.
- Naumann E. (1931): Limnologische Terminologie. — Berlin.
- Oltmanns F. (1923): Morphologie und Biologie d. Algen, Bd. I—III. — Jena.
- Pascher's süßwasser — Flora Deutschlands, Österreich und d. Schweiz, Heft 1—7; 9—12.
- Pevalek I (1924): Geobotanička i algološka istraživanja cvetova u Hrvatskoj i Sloveniji. — Zagreb.
- Pevalek I. (1925): Prilog poznavanju alga jezera i poljane kod Dednog Polja u Julskim Alpama. — Zagreb.
- Ruttner F. (1940): Grundriss d. Limnologie. — Berlin.
- Schimper A. (1923): Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Bd. I, II, II₂. — Jena.
- Stanković S. (1954): Okvir života. — Beograd.
- Stanković S. (1951): Naselje dna jejejskih jezera. — Zbornik radova inst. za ekol. i biogeogr. knjiga XI br. 2, Beograd.
- Schussnig B. (1953): Handbuch d. Protophytenkunde Bd. I. — Stuttgart.
- Thienemann A. (1926): Die Biennengewässer Mitteleuropas Bd. I. — Stuttgart.
- Thienemann A. (1923): Die Untersuchung bestimmter Gewässer: Quellen. — Handb. d. biolog. Arbeitsmethod. Lief. 115.

RADIVOJE Ž. MARINOVIĆ

Re z i m e

ALGE U IZVORIMA REKE GRADCA

Alge su prikupljane i određivane iz nekoliko izvora u izvorišnom delu Gradca koji je reka zapadne Srbije i prva veća pritoka Kolubare. U izvorišnom delu ove reke nalazi se veći broj izvora od kojih izvesni predstavljaju jaka vrela sa relativno velikom količinom vode.

Glavni izvor reke Gradca koji u smislu Steinmann-a predstavlja reokreni izvor, nad rečnim je koritom, sa strane je stena i na njima nalazi se veći broj grotla i pukotina odakle izbija voda. Voda izlazi pod pritiskom uz jak žubor, bistra je, bez mirisa, temperatura iznosi oko 10° C i preko godine ukoliko postoji kolebljivost iste u uzanim je granicama.

Glavni izvor odlikuje se naglim izbijanjem vode, iz njega ističe velika količina vodene mase i njeno dejstvo veoma je intenzivno na prirodu podloge i njegov živi svet. Usled jake i dugotrajne mehaničke snage vode dolazi do menjanja položaja stenovitih podloga kao i erozije njihovih površina u znatnoj meri. Voda što izbija iz širokih grotla pri udaru o stene razbija se u niz mlazeva koji nadvisuju nivo izvora za 50—60 santimetara. Takvi uslovi dopuštaju opstanak oblicima koji pokazuju osobitu prilagođenost i za fikološki sastav jednog takvog biotopa mehanička snaga vode predstavlja jedan od primarnih faktora.

Vode glavnog izvora karakterišu mikrofite i one naseljavaju submerzne stenovite podloge, samu vodu i mesta obrasla mahovinama. Najveći broj konstatovan je u zajednicama sa mahovinama, naročito tamo gde mahovine pokrivaju stenovite podloge u obliku gustih busenova ili jednostavnih pokrivača. Održavanje alga na takvim staništima ipak ne bi se moglo smatrati da je usledilo samo zbog njihovog epifitskog načina života i verovatno nije mali broj onih koje se u takvim biotopima održavaju što su zajedno sa mahovinama. Po broju vrsta mikrofite nastanjene na submerznim stenovitim podlogama i neposredno u vodi izostaju od onih što su zajedno sa mahovinama.

Nizvodno, nedaleko od glavnog izvora, nalazi se grupa pravilno raspoređenih izvora koji izbijaju iz pukotina bliže dnu rečne doline. Nalaze se sa leve strane rečnog korita i izbijanje vode iz njih kao i njeno oticanje znatno je ravnomernije i ne izbija tako naglo kao iz glavnog izvora. U odnosu na glavni izvor slabiji su i iz njih ističe manja količina vode. Temperatura njihovih voda iznosi koliko i glavnog izvora.

U ovim izvorima nalaze se makroskopske končaste alge i one u gornjim slojevima vode kao i na njenoj površini grade končaste spletove debele 6—8 santimetara. Debeli končasti masa obrazovana na površini vode sprečava u znatnoj meri prodiranje svetlosti i slojevi vode ispod nje slabo su osvetljeni. Mikrofiti u ovim izvorima javljaju se u malom broju oblika, njihov kvalitativni sastav oskudan je i predstavljene su sa po nekoliko vrsta modrozelenih, silikatnih i zelenih alga.

Nizvodno od glavnog izvora, na udaljenju oko četiri kilometara od njega i sa leve strane Gradca nalazi se izvor Popovo vrelo. Ono predstavlja veliku lokvu levkastog oblika, sa prečnikom oko tri metra i duboku do 0,7 metra. Dno je pokriveno peskom i šljunkom, ali se nalazi i mulj bogat sitnim organskim partikulama. Iz izvora mestimično izbijaju delovi stena koji nadvisuju vodeni

nivo za nekoliko desimetara i u doba visokog vodostaja. U vreme prikupljanja alga temperatura vode bila je niža nego u ostalim izvorima i javljala se razlika za 1,5—2⁰ C.

Od ispitivanih izvora Popovo vrelo algama je najbogatije i po broju vrsta dolazi na prvo mesto. U gornjim slojevima vode i na njenoj površini makroskopske končaste alge grade mala ploveća ostrvca. Vodena struja lagano ih pomera, pod njenim dejstvom menjaju se njihova mesta, ali se iz izvora retko udaljavaju. Mikrofiti u ovom izvoru nastanjene su na submerznim stenovitim podlogama, neposredno u vodi i makroskopskim končastim algama.

Za floristički sastav Popovog vrela od velikog je značaja uvećana količina organskih materija. Sa okolnog drveća i drugih biljaka lako dospevaju grančice i opalo lišće i u izvoru nalazi se velika količina flotirajuće lisne mase. Ove materije imale su veliki uticaj na vodu, pod njihovim dejstvom izmenjena je njena fizička i hemijska priroda i jedan takav biotop karakteriše se određenim vrstama alga. Iako najveća količina biljnih delova dospeva u vrelo krajem vegetacione periode što izaziva promenu njegove vode, ipak se to može desiti znatno ranije i sa neznatnom količinom prispelih biljnih delova. Kad je nizak vodostaj izvora, u njemu je umanjena količina vode pa tada neznatne količine prispelih biljnih delova brzo menjaju prirodu njegove vode.

Organske materije dospevaju i na taj način što izletnici i meštani piju vode sa izvora, iz njega je zahvataju sudovima, kraj izvora jedu, a služi i kao pojiilo za stoku. U svima ovim slučajevima dospele materije pod dejstvom raznih vodenih mikroorganizama, u prvom redu bakterija, razlažu se. Obogaćivanje izvorske vode organskim supstancama, iako nije uzelo velike razmere, ipak u izvesnoj meri počelo je.

Floristički sastav voda Popovog vrela nije bio uvek ovakav kakav je sad. Naseljavanje njegovih voda algama prolazilo je kroz više etapa. Pre nekoliko decenija bilo je znatno dublje i iz njega isticala je voda znatno brže nego danas. Promene na njemu desile se ne tako davno, verovatno pre nekoliko desetina godina, i ono sad predstavlja plitak izvor sa relativno sporim oticanjem vode. Njegov floristički sastav u pogledu alga malo se razlikuje od onoga što postoji u sporo tekućim i stajaćim vodama.

Razlika u pogledu sadržanih vrsta alga u ispitivanim izvorima javlja se kao posledica ekoloških uslova u pojedinim tipovima izvora. Svakako bilo bi od velikog interesa izučavanje ekoloških faktora pod kojima se alge razvijaju u izvorima. Međutim takva istraživanja zahtevaju ne samo upoznavanje niza ekoloških faktora staništa, postavljenije niza eksperimenata na samom staništu i eventualno prenošenje ovog rada sa terena u laboratoriju, već isto tako pregled i upoređivanje fikološkog materijala prikupljenog u toku cele vegetacione periode počev od topljenja snega u rano proleće pa do ponovog padanja snega u zimu kao i pregled i upoređivanje alga iz mnogo većeg broja izvora no što se nalaze u izvorišnom delu reke Gradca.