

Флора алга у неким лимнокреним изворима

Општи део

Флора алга посебних водених биотопа-извора у Југославији само је делимично проучена. Почетком овог века (Катић, 1903) објављени су први подаци о флори алга једног термалног извора (Јошаничка бања); тридесетих година Вок (1936) дао је исцрпнију студију алга већег броја термалних извора у Југославији а 1943. Ј. Лазар објављује чланак о вегетацији лимнокрених извора Љубљанског барја. У новије доба обављена је детаљнија студија алга у минералним и термалним изворима Македоније (Љ. Арсова — дисертација). Ми смо упоредна биоценотичка испитивања заједнице алга лимнокрених извора у сливу Црног Тимока, Лисинског потока на Копаонику и Марезе у Зетској депресији извршили 1967—68. године.

Алголошка флора обичних, хладних, лимнокрених извора у Србији уопште није позната. Међутим, хидрографски склоп, испреплетаност речних сливова, велики број извора и врела, као и геолошко-педолошка структура појединих крајева наше земље пружају велике могућности за развиће више или мање богате и разноврсне заједнице алга.

Црни Тимок са својим сливним подручјем и сливним подручјем својих главнијих притока (Радованска река, Мировштица, Лозица) у јужном делу Источне Србије обилује многобројним изворима лимнокреног карактера. Овим испитивањима обухваћено је више временских аспеката у годишњем циклусу развића алга у неколико извора главнијих текућица овог слива.

Висински положај проучених извора различит је, између 400 и 700 m надморске висине; капацитет исто тако. Најчешћи је

случај да више мањих издани у непосредној близини образује извор јачег капацитета, чије воде, преливањем, стварају веће потоке богатије водом још у почетном делу (Радованска река, Мировштица, Црни Тимок). У свом току потоци се одликују слабијим брзацима и падовима (највише до 2,5 m у доба атмосферских падавина) у горњем току, али и мирним токовима равничарских текућица у доњем току и при ушћу.

Кречњачка структура земљишта карактеристична је не само за овај јужни део већ и за готово целокупну област Источне Србије. Цвијић (1889) пише да је ова област део најлепше развијеног крша у Источној Србији, са облицима и појавама каквих ретко има у другим областима крша. Специфичност крша Источне Србије, за разлику од других сличних области, јесте претежно кретацејски карактер кречњака (Ж у ј о в и ћ,⁵) који је једар, компактан; фосили су врло ретки, понорнице исто тако и нема језера уопште. Црвена глина, terra rossa, захвата местимично знатне површине а резултат је секундарних појава растварања и испирања кречњака, њиховог таложења и издвајања нерастворљивих делова у присуству CO_2 .

Као код типичних лимнокрених извора дно је каменито или песковито, муљ се само местимично задржава и то у незнатним количинама. Каменито-шљунковитом подлогом речног корита одликују се сви токови, нарочито у горњим деловима.

Еколошки услови извора су статички, без већих осцилирања у годишњем циклусу. Температура варира између 7°C и 10°C ; годишња топлотна амплитуда ретко прелази 3°C . У потоцима, којима извори отичу, топлотни услови подлежу већим варирањима: у зимском периоду температура се спусти и испод 5°C , а у летњим, сунчаним данима достиже и преко 15°C . Топлотна годишња амплитуда је знатна и под великим утицајем спољашње температуре ваздуха и атмосферских прилика непосредне околине.

Вода је кристално бистра, замућеност је ретка и краткотрајна појава, само као последица неповољних атмосферских прилика.

Према резултатима хемијских анализа калцијум је доминирајући јон, што је у вези са геолошком осном земљишта. Садржај варира између 44,8 и 84,00 mg/l CaO у извору највеће притоке Црног Тимока, Радованске реке и 112,00 до 156 mg/l CaO у изворима осталих притока. Садржај магнезијума је између 6,04 mg/l MgO у извору Црног Тимока и 16,12 mg/l MgO у извору Лозице, мање притоке Тимока. Суви остатак, као мера хранљивих соли у води, различит је у појединачним изворима: најнижи између 124 mg/l у фебруару и 190 mg/l у новембру у извору Радованске реке, док је у осталим изворима садржај знатно виши, 240,00 — 296 mg/l. Од других соли од интереса су бикарбонати, чије су најниже вредности 208, 62—226,30 mg/l HCO_3 у мају и новембру у извору Радованске реке а у осталим изворима је знатно виши.

чак и до 357,46 mg/l HCO₃ (извор Црног Тимока). Фосфати су констатовани у количинама од 0,003 до 0,005 mg/l.

Метаболични гасови O₂ и CO₂ свуда су присутни без значајних осцилирања у односу на временски, годишњи циклус. Индекс zasiћености O₂ увек је између 80 и 100% а садржај CO₂ не прелази 5 mg/l.

Вода је благо алкалне реакције са вредношћу pH од 7,36 до 8,08.

Вегетација

У флористичком погледу ови извори, у односу на типичне лимнокрене изворе, показују слабо издиференциране типове вода. Флора макрофита је искључиво маховине састава. Заступљене су обичне врсте из родова: *Nurpum*, затим *Hylosciphus polyanthus*, *Eurhynchium praelongum*, *Fontinalis anthipyretica*, *Philonotis fontana*, *Plagiohilla asplenioides*, *Marchantia polymorpha* и др. Густе, збијени жбунови обрастају камење на дну као и по ободу извора, а налазе се често и у кориту потока до знатне удаљености од извора.

Флора алга је, исто тако, више или мање једнолична, заступљена претежно хладностенотермним, кренобионтним облицима; ређи су облици са ширим еколошким могућностима, који се масовније јављају у потоцима, којима извори отичу, а сасвим ретки су облици који су у овим посебним животним стаништима сасвим страни. Доминирају *Diatomeae* и бројем врста и мноштвом индивидуа. Од других група алга само су модрозелене алге заступљене извесним хладностенотермним врстама из рода *Oscillatoria*. Највећи број облика *Diatomeae* у изворима задржава се у маховини или у муљу који се током времена наталожио на камењу и ободним стенама. Слободни су или су галертним творевинама причвршћени за какав субстрат. Као најчешћи и стални становници у свим изворима забележени су: *Meridion circulare* Agardh. и знатно ређи његов варијетет *constricta* (Ralfs) van Heurck. у лепим, свежим колонијама, нарочито у маховини. Ту је и врло честа *Cyclotella catenata* Brun. у тракастим спојевима са преко 20—30 крупних хелија чије димензије премашују величину стандардне врсте (60—90 микрона дијаметар). У свима проучаваним изворима честе и многобројне су врсте *Cocconeis* (*C. disculus* Schum., *C. placentula* Ehr., *C. sp.* и др.), као слободне индивидуе у маховини, између кончастих елемената или у муљу. Врсте *Gomphonema* су сесилни облици, на дугачким хијалинским дршкама причвршћене за подлогу, најчешће маховине, честице муља или какав други субстрат. Заступљене су врстама: *G. abbreviatum* Kütz., *G. angustatum* (Kütz.) Rabenh., *G. constrictum* Ehr. *G. intricatum* Kütz., *G. olivaceum* var. *calcareum* Cleve, *G. olivaceum* var. *minutissima* Hust.

Од осталих представника Diatomeae више или мање појединачни су: *Achnanthes lanceolata* Krasske и његов варијетет *elliptica* Cleve, познат као североалпски облик, забележен и у вишим планинским локалитетима Пољске (Sieminska, 1964), *Amphora ovalis* Kütz.; *Ceratoneis arcus* Kütz. *C. arcus* var. *splendida* (Ehr.) van Heurck.; *Cymbella amphicephala* Naeg., *C. aspera* (Ehr.) Cleve, *C. cystula* (Hemprich) Grun., *C. helvetica* Kütz.; *Diatoma vulgare* var. *capitulata* Grun., *D. vulgare* var. *grandis* (W. Smith) Grun., *D. hiemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grun.; *Eunotia arcus* var. *fallax* Hust.; *Fragilaria virescens* var. *elliptica* Hust.; *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh.; *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.; *Navicula pupula* var. *rectangularis* (Gregory) Grun., *N. gracilis* Ehr.; *Melosira varinas* C. A. Ag.; *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr., *S. ulna* var. *amphirynchus* (Ehr.) Grun.; *Surirella linearis* W. Smith, *S. robusta* var. *splendida* (Ehr.) van Heurck, као и врло крупни облици *Campylodiscus noricus* var. *helvetica* (Ehr.) Grun. . .

Cyanophyceae су заступљене само малим бројем врста из рода *Oscillatoria* [*O. rubescens* D. C., *O. prolifica* (Grev.) Gom., *O. sancta* (Kütz.) Gom., *O. sp.*], које у неким изворима (Радованска река) образују дебеле, маслинастољубичасте слузасте слојеве на камењу, нарочито у пролећним месецима. Од облика из других група алга само у једном извору (Лозица) забележене су крупне и релативно честе ћелије *Cosmarium ochthodes*, који је познат као облик ширих еколошких могућности, подноси шири топлотни дијапазон, али је несвакидашњи становник у хладним, лимнокреним изворима.

Од интереса је за ово сливно подручје ретка али бујна вегетација *Batrachospermum moniliforme* Roth у кориту Црног Тимока на малој удаљености од извора, као и ретка појава врло распрострањене водене гљиве из групе *Fungi imperfecti*, *Asterothrix raphidioides* (Reinsch) Printz.

У потоцима, којима отичу извори, на местима обраслим маховином флора алга је истог састава као и у изворима. На местима без вегетације маховина и у обалским деловима у наслагама муља на камењу констатована је богата и готово чиста популација *Diatoma vulgare* (Радованска река у мају) или масовна појава облика *Cymbella* (*C. ventricosa*, *C. amphicephala*, *C. microcephala* и др.) на камењу у обалским деловима Црног Тимока. Од кончастих облика дуги, стерилни конци *Tribonema vulgare*, ређе *Ulothrix* sp. са *Melosira varians* запажени су у маси у почетном делу потока Мировштице, који обилује малим, slabим изворима из процена у стенама по ободу корита.

Карактеристично је за ове изворе, а то је, уосталом, одлика и лимнокрених извора уопште, што у сезонским годишњим аспектима нема битних, квалитативних разлика у структури заједнице Diatomeae, али у погледу густине популације, према субјективној оцени, долази до јаче редукције бројности Diatomeae у

зимском периоду, а Cyanophyceae, врсте Oscillatoria имају свој интензивнији период развића у пролећним месецима.

Приликом лимнолошких, фаунистичких испитивања планинских текућица (Филиповић, 1965) вршена је повремено и анализа флоре алга извора у сливу Лисинске реке на Копачнику, као и богатог изворишног подручја Марезе у Зетском пољу у Црној Гори.

Од четири значајнија извора у сливу Лисинске реке на Копачнику анализом су обухваћена само два у средњем и доњем току реке, који припадају лимнокреном типу док су остали извори у горњем току реокреног карактера. Ова два извора су са каменито-песковитом или муљевитом подлогом и богатом вегетацијом маховине састава. Надморска висина је 400 и 750 m. Топлотни услови и режим гасова готово су константни. Температура у току године креће се само између 6°C и 10°C а годишња топлотна амплитуда је око 3°C. Индекс засићености O_2 одржава се око оптимума у току целе године а садржај CO_2 достиже каткада 40 mg/l, као резултат хемијских процеса у унутрашњости земље. У погледу хранљивих соли калцијум јон доминира, осим у извору на 750 m у којем, напротив, магнезијум јон доминира високим садржајем, 60 mg/l. Суви остатак је исто тако висок, 340 mg/l док је у другим изворима знатно нижи, између 180 — 210 mg/l.

Геолошка подлога Лисинског потока састоји се из седиментних стена. У делу лимнокрених извора налази се серпентин а у нижим деловима андезит и кречњак. Ове разлике у структури подлоге и хемијском саставу воде не утичу и на квалитативни састав заједнице алга. Као и у изворима са подручја Црног Тимока, ценотички састав алга је Diatomeae карактера. Главни и најчешћи представници су из родова Cyclotella, Coscineis, Gomphonema са појединачним представницима истих врста као и у изворима Црног Тимока. Много су, међутим, чешћи кончасти елементи врсте Spirogyra, Zygnema, Tribonema, нарочито на појединим местима у кориту потока и у изворима на око 400 m висине. Овде се, на забареним местима, вегетацији маховина придружују и емерзне биљке типа Phragmites и Typha у мањој мери.

Мареза је пространо изворишно подручје са много слабијих или јачих извора у карактеристичном холокарсту медитеранске карстне зоне на висини од око 60 m над морем. Геолошка грађа је из мезозојских кречњака, који обилују подземним водама; оне потхрањују многобројне издани у равници. Извори су типично карстне издани лимнокреног типа. Избијају на површину у пукотинама или између блокова стена; појединачни су или по више у непосредној близини. Дно је каменито, ређе песковито или муљевито. Вегетација је састава маховине, коју најчешће прати Sium angustifolia на дну.

Температура варира у врло уским границама између 10⁰ и 12⁰С, чак и у моментима највиших топлотних вредности ваздуха од 40⁰С и најнижих, када се жива у стубу спусти и до 0⁰С. Индекс засићености О₂ је између 94 и 106⁰/о а релативно низак садржај СО₂ између 1,87 и 8,31 mg/l. Слабо алкална реакција воде обележена је рН вредношћу од 7,36 до 7,60. Суви остатак показује готово константне вредности између 111,0 и 113,0 mg/l, а исто тако и количина органских материја, 25,0—26,0 mg/l. Доминирајући катјони су калцијум (64,5—78,4 mg/l Ca) и магнезијум (24,4—33,1 mg/l Mg).

Заједница алга је епифитско-бентонског карактера са доминирајућим врстама из родова *Cyclotella*-*Cocconeis*-*Gomphonema* и појединачним представницима осталих врста *Diatomeae*, као и у другим овим биоценолитичким анализама обухваћеним изворима. Модрозелене алге заступљене су доста богатом вегетацијом *Oscillatoria rubescens*.

Резултати биоценолитичких испитивања заједнице алга лимнокрених извора у сливу Црног Тимока у Источној Србији, Лисинског потока на Копаонику и Марезе у Зетској депресији у Црној Гори показују да висински положај (испод 200 m до изнад 750 m), геолошко-педагошка структура подлоге, као и извесне финије разлике у хемизму вода (суви остатак 111 до 113 mg/l у Марези; 160—296 mg/l у изворима Тимока и 340 mg/l на Копаонику, као и осетне разлике у садржају Са и Mg од незнатног су биолошког значаја у овим стаништима. Присуство богате вегетације маховина и константна температура свакако су од примарне важности за равиће јединствене, релативно стабилне заједнице хладнотермних облика алга у овим изворима.

Подаци о флори алга лимнокрених извора у осталим покрајинама Југославије, осим у Словенији (Лазар, 1943), скоро савим недостају. Врло оскудни подаци о флори алга лимнокрених извора Европе и других сличних биогеографских подручја не дозвољавају детаљнију упоредну анализу о структури алга и њиховим односима према педолошко-геолошким и физико-хемијским специфичностима. За све наше изворе, и поред узаних геолошко-хемијских разлика, од интереса је стално и веома осјетно присуство врсте *Cyclotella catenata*. До сада је овај облик био забележен у алпским језерима и то у пелагијалу. Извесно је да припада хладнотермним облицима, али је у нашим изворима, насупротив алпским језерима, сталан члан бентонске заједнице организама и у уској је повезаности са богатом вегетацијом маховина. По многим дијагностичким карактерима овај облик је врло близак *C. melosiroides* (Kirch.) Lemm., због морфолошке сличности са врстама *Melosira*. Јавља се увек у тракастим спојевима дужине и преко 200 микрона. Ђелије су међусобно интимно повезане и већег дијаметра од стандардних облика (60—90 микро-

на). Ретко су обавијене галертним омотачем, а тешко се и распадају на појединачне ћелије чак и после фиксирања и препарирања.

Закључци

Год. 1967—68. обављена су више-мање стационарна испитивања флоре алга лимнокрених извора у сливу Црног Тимока са упоредним освртом на геолошко-педолошку структуру земљишта, физико-хемијске услове и ценотички састав алга. Констатовано је да се извори налазе на надморским висинама 400—700 m. Подлога је кречњачка, дно каменито-песковито, ређе муљевито. Годишња топлотна амплитуда свега 2—3°C; zasiћеност O₂ у оптичуму; CO₂ ретко прелази садржај од 10 mg/l. Калцијум је доминирајући јон са садржајем од 44,8 mg/l CaO до 156,8 mg/l CaO. Суви остатак између 160 и 296,0 mg/l. Веретација је маховине састава а од алга изразито доминантну групу представљају Diatomeae кроз цео годишњи циклус са претежно хладностено-термним врстама из родова *Cyclotella*, *Gomphogema*, *Cocconeis* и др.

Од других облика алга заступљене су само неке хладностено-термне врсте *Oscillatoria (rubescens)* и слатководна црвена алга *Batrachospermum moniliforme* у Црном Тимоку.

Извршен је и упоредни осврт на геолошко-педолошку природу подлоге, физичко-хемијске услове и структуру заједнице алга у лимнокреним изворима у сливу Лисинског потока на Копаонику и изворишта Марезе у Зетској депресији у Црној Гори, који су били предмет ранијих испитивања.

Констатована је висинска разлика од испод 60 m (Мареза) до изнад 750 m (Лисински поток на Копаонику). Подлога је кречњак (Тимок), чак и холокарст (Мареза) насупрот седиментним стенама Копаоничког масива. Дно је каменито, песковито, ређе муљевито. Топлотни режим и режим гасова свуда исти. Знатно већи садржај CO₂ од преко 40 mg/l забележен је само у једном извору на Копаонику у којем је и количина магнезијума знатно већа: 60,0 mg/l. Најмањим садржајем хранљивих соли одликују се извори Марезе 111,0—113 mg/l), а највишим, 340 mg/l, један од извора Лисинског потока на Копаонику. Макровегетација је свуда маховине састава а од алга Diatomeae представљају изразито доминантну групу у свима аспектима годишњег циклуса. Најчешће су и свуда присутне хладностено-термне врсте из родова *Cyclotella*, *Gomphonema*, *Cocconeis*. Од интереса је за све изворе стално и велико присуство врсте *Cyclotella catenata*, као изразито бентоског облика, везаног за вегетацију маховина, док је до сада познат као еупланктонски облик алпских језера.

Од других облика алга широко распрострањена је само мдрозелена алга *Oscillatoria rubescens*.

Резултати упоредних биоценоличних испитивања заједнице алга лимнокрених извора у сливу Црног Тимока у Источној Србији, Лисинског потока на Копаонику и Марезе у Зетској депресији у Црној Гори показују да висински положај, геолошко-педолошка градња подлоге и извесне финије разлике у хемизму воде нису од изузетног биолошког значаја за развиће алга у овим стаништима. Константни топлотни и гасни услови воде и присуство богате вегетације маховина несумњиво су од примарног значаја за живот ове јединствене заједнице хладностенотермних облика алга у свим изворима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цвијић, Ј. (1889) — Ка понзавању крша Источне Србије. Просветни гласник.
2. Цвијић, Ј. (1929) — Динарски карст. Државна штампарија ЦХЦ, Београд.
3. Филиповић, Д. (1965) — Динамика и екологија екосистема Лисинског потока на Копаонику (дисертација).
4. Филиповић, Д. (1968) — Лимнолошка карактеристика изворског региона Лисинског потока на Копаонику. Архив биолошких наука.
5. Жујовић, М. Ј. — Основи за геологију Краљевине Србије.
6. Катић, Д. (1903) — Два термална микроорганизма Јошаничке бање. Наставник за 1903.
7. Лазар, Ј. (1943) — Вегетација лимнокрених изворков Љубљанског барја. Зборник Природословног друштва, 3. Љубљана.
8. Steimann, P. (1915) — Praktikum der Süßwasserbiologie, 1. Die Organismen des fließenden Wassers. Berlin, Bornträger.
9. Thienemann, F. (1925) — Binnengewässer Mitteleuropas. Binnengewässer 1. Stuttgart.
10. Vouk, V. (1936) — Komparativno-biološke studije o termama. Rad Jugoslovenske Akad. znanosti i umjetnosti.
10. Воук, В. (1936) — Компаративно-биолошке студије о термама. Рад Југословенске Акад. зnanosti и умјетности.
11. Воук, В. (1938) — Заштита биологије термалних врела. Заштита природе.

Darinka Milovanović

DIE ALGENFLORA IN DEN LIMNOKRENEN DES EINZUGSGEBIETES DES FLUSSES CRNI TIMOK

Zusammenfassung

Im Jahre 1967—68. wurden stationäre saisonmässige Untersuchungen der Algenflora der Limnokrenen im Einzugsgebiet des Flusses Crni Timok, durchgeführt mit einem vergleichenden Überblick der geologisch-pedologischen Struktur; der physisch-chemischen

mischen Bedingungen und der zönotischen Zusammensetzung der Algen. Es wurde festgestellt, dass sich die Quellen auf einer Höhe von 400—700 m ü. M. befinden. Die Unterlage ist aus Kalkstein; der Grund steinig-sanding, seltner schlammhaltig. Die jährliche Wärmeamplitude beträgt nur 2—3°C. Die O₂-Sättigung ist optimal; der CO₂-Gehalt übersteigt selten 10 mg/l. Kalzium ist das dominierende Ion mit einem Gehalt von 44,8 bis 156,8 mg/l CaO. Die Nährsalzwerte varriert zwischen 160 und 296 mg/l. Die Vegetation ist von Moos zusammengesetzt; vorherrschende Algengruppe des gesamten Jahreszyklus bilden die Diatomeae mit den vorwiegend kaltstenothermen Arten der Gattungen *Cyclotella*, *Gomphonema*, *Cocconeis*.

Von anderen Algenformen sind in Crni Timok nur einige kaltstenotherme *Oscillatoria*adten (*O. rubescens*) und die rote Süswasserale *Batrachospermum moniliforme*, vertreten.

Es wurde auch eine vergleichende Rückschau gemacht auf die geologisch-pedologischen Eigenschaften der Unterlage; auf die physischchemischen Bedingungen und die Struktur der Algengemeinschaft in den Limnokrenen im Einzugsgebiet von Lisinski potok im Kopaonik—Gebirge und in dem Quellgebiet der Mareza in der Zeta-Depression in Montegro, die Gegenstand früherer Untersuchungen waren.

Es wurde ein Höhenunterschied der Quellenlage von unterhalb 60 m (Mareza) bis oberhalb 700 m (Lisinski potok im Kopaonik — Gebirge) festgestellt. Die Unterlage ist Kaskstein (Timok) und sogar Holokarst (Mareza) im Gegensatz zu dem Sedimentgestein im Kopaonik-Gebirge. Der Grund ist stein-und sand, seltner schlammhaltig. Das Temperatur — und Gasregime sind überale gleich. Höherer CO₂ Gehalt von über 40 mg/l wurde nur in einer Quelle im Kopaonik—Gebirge festgestellt, als Ergebnis von chemischen Prozessen im Erdinnern. Kalzium ist das dominierende Ion, ausser der erwähnten Quelle im Kopaonik—Gebirge. Die kleisten Nährsalzwerte von 111,0 bis 113,0 mg/l, wurden in den Mareza Quellen, der hychste Nährsalzgehalt von 340,0mg/l wurde in der Quelle des Lisinski potok im Kopaonik—Gebirge festgestellt. Makrovegetation ist überall von Moos zusammengesetzt. Von den Algen sind Diatomeae die ausgesprochen vorherrschende Gruppe in allen Aspekten des Jahreszyklus. Am häufigsten und überall sind die kalkstenothermen Arten aus dem Gattungen *Cyclotella*, *Gomphonema* und *Cocconeis*, vertreten. Für alle Quellen charakteristisch ist die ständige und zahlreiche Anwesenheit der Art *Cyclotella catenata*, als ausgesprochen an die Moosvegetation gebundener Benthos-Form. Diese Form ist dagegen in den Alpeseen bekannt, u. zw. im Pelagial.

Von anderen Algenformen ist nur die blaugrüne Alge *Oscillatoria rubescens* verbreitet.

Die Ergebnisse der vergleichende biozönotischen Untersuchungen der Algengemeinschaft in den Limnokrenen im Einzugsgebiet des Flusses Crni Timok in Ostserbien, des Baches Lisinski potok im Kopaonik—Gebirge und der Mareza in der Zeta-Depression in Montenegro, zeigen, dass die Höhenlage, die geologisch-pedologische Zusammensetzung der Unterlage und gewisse geringere Unterschiede in der Wasserchemismus von kleiner Bedeutung sind für die Flora und die Algenvegetation der Quellen selbst. Die Anwesenheit reicher Moosvegetation und ständig niedrige Wärmeverhältnisse sind jedenfalls von erstrangiger Bedeutung für die Entwicklung dieser einzigartigen Gemeinschaft der kaltstenothermen Algenformen in den Quellen.