Flora makrofita Hrvatske

Horvat, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2013

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:349758

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO - MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

FLORA MAKROFITA HRVATSKE

MACROPHYTE FLORA OF CROATIA

SEMINARSKI RAD

Filip Horvat
Prediplomski studij molekularne biologije
(Undergraduate Study of Molecular Biology)
Mentor: Doc. dr. sc. Antun Alegro

Zagreb, 2013.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. ABIOTIČKI ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA RAST I SASTAV ZAJEDNICE MAKROFITA 2

2. 1. Prozirnost vode 2

2.2. Temperatura vode 2

2.3. Sadržaj hranjivih tvari u vodi 3

2.4. Osobine supstrata 3

2.5. Kretanja vode 4

3. MAKROFITSKE VRSTE U HRVATSKOJ 5

3.1. Potopljeni (submerzni) makrofiti 5

3.1.1. Vrste koje cvatu ispod vode 5

3.1.2. Vrste koje cvatu iznad vode 6

3.2. Ukorijenjeni makrofiti s plutajućim listovima 8

3.3. Makrofiti s listovima koji izlaze iz vode 9

3.4. Slobodno plutajući makrofiti 11

4. LITERATURA 14

5. SAŽETAK 15

6. SUMMARY 15

1. UVOD

Makrofiti su biljke koje rastu djelomično ili potpuno u vodi. Nalaze se ukorijenjene u plitkim područjima jezera ili rijeka (litoralna zona) ili slobodno plutaju u vodi ili na njenoj površini. Prema smještaju i načinu rasta u vodenom okolišu mogu se podijeliti na ovaj način:

- potopljeni (submerzni) makrofiti koji cvatu pod vodom ili iznad vode
- makrofiti ukorijenjeni na dnu s plutajućim listovima
- makrofiti s listovima koji izlaze iz vode
- slobodno plutajućim makrofiti

Pod pojmom makrofiti obuhvaćene su međusobno vrlo različite i nesrodne skupine kojima je zajedničko svojstvo da su vezane uz vodena staništa i da su makroskopske građe, tako da u njih ubrajamo vrste koje pripadaju sjemenjačama, papratnjačama, mahovinama i parožinama. Većina makrofitskih vrsta, osim parožina (*Charophyta*) filogenetski potječu od terestričkih biljaka koje su se prilagodile na život u vodi. Prilagodbe na vodeni okoliš uključuju aerenhim koji olakšava protok kisika iz vrha biljke prema korijenu, biljke su slabije lignificirane jer ih uspravnima drži uzgon, a kutikula je tanka što zajedno s povećanom površinom submerznih listova povećava kontakt biljke s vodom i olakšava izmjenu plinova između vode i biljke. Površina listova često povećana tako da su listovi razdijeljeni u fine, nitaste isperke. Makrofiti često nemaju puči, a za izmjenu kationa mogu imati posebne žlijezde – hidropote. Primanje uglikovog dioksida kod nekih vrsta olakšano je posebnim enzimskim mehaniznima u kojima je jedan od glavnih enzima karboanhidraza. Makrofiti se pri rasprostranjivanju i širenju često oslanjaju na strujanje vode uslijed čega su sjemenke prilagođene na plutanje, a biljke imaju sposobnost rasta iz slomljenih vegetativnih dijelova. Širenje može biti i endozoohorno, uglavnom pomoću ptica.

Na pojavu i sastav zajednica makrofita utječe niz abiotičkih čimbenika kao što su prozirnost vode, temperatura vode, sadržaj hranjivih tvari, osobine supstrata, hidrodinamička sila vode te poremećaji kao što su poplave i povlačenja vode. Biotičke interakcije uključuju kompeticiju za svjetlom (između različitih vrsta makrofita te između makrofita i mikrofita), alelopatiju te utjecaj herbivora.

2. ABIOTIČKI ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA RAST I SASTAV ZAJEDNICE MAKROFITA

2. 1. Prozirnost vode

Pojava makrofita snažno je povezana s prozirnošću vode koja pak ovisi o obojenosti vode (djelomično povezano s otopljenom organskom tvari), koncentracijom raspršenih čestica i koncentraciji planktona. Kako prozirnost vode opada s dubinom, postoji granična dubina na kojoj makrofiti mogu rasti. Ta granična dubina je dubina na kojoj 1-4% svjetla dolazi do biljaka.

Minimalna potreba za svjetlom makrofita ovisi o njihovoj morfološkoj formi tj. o omjeru biomase biljke i jedinica površine koje mogu apsorbirati svjetlo za fotosintezu. Makrofiti koji rastu u obliku rozete s kratkim listovima ograničeni su na prozirne vode ili plitke zone, dok makrofiti koji imaju duge stabljike koje rastu prema površini vode mogu rasti u dubljim zonama. U mutnoj vodi biljnim zajednicama dominiraju vrste s plutajućim listovima, a ako je razina nutrijenata u vodi dovoljno visoka s njima dolaze i slobodno-plutajuće biljke. (Bornette i Puijalon, 2009).

2.2. Temperatura vode

Slatkovodni ekosustavi su po pitanju temperaturnih varijacija stabilniji od terestričkih ekosustava. Većina vodenih biljaka postiže optimalnu stopu fotosinteze na relativno visokim temperaturama (između 20°C i 35°C odnosno između 28°C i 32°C, ovisno o autoru). Međutim, neke vrste makrofita mogu rasti ispod 10°C. Postoji nekoliko vrsta vazdazelenih vodenih biljaka koje rastu u ekosustavima sa smanjenim sezonskim flukatacijama (npr. vode koje se napajaju iz podzemlja i zimi imaju relativno visoku temperaturu). Takve bilje zimi raste u obliku rozete ili kao male biljke sa stabljikom.

2.3. Sadržaj hranjivih tvari u vodi

Osnovne hranjive tvari potrebne za rast biljaka su ugljik, dušik i fosfor pa je primarna produkcija u vodenim ekosustavima određena njihovom dostupnošću.

S obzirom na izvor ugljika koji mogu upotrijebiti razlikujemo dvije grupe makrofita: vrste koje mogu koristiti samo CO_2 (iz zraka, vode ili sedimenta) i vrste koje uz CO_2 mogu koristiti i HCO_3^-. Submerzne vrste koje mogu koristiti HCO_3^- češće rastu u alkalnim, tj. prije svega karbonatnim vodama i imaju višu relativnu stopu rasta (Bornette i Puijalon, 2009).

Koncentracije fosfata i amonijaka u vodi određuju sastav zajednica makrofita. Slobodno-plutajuće biljke apsorbiraju hranjive tvari iz vode i obično se nalaze u ekosustavima u kojima je kontentracija hranjivih tvari u vodenom stupu visoka. S druge strane, ukorijenjeni makrofiti mogu koristiti hranjive tvari iz vode i iz supstrata. Visoke vrste indiciraju vodu bogatu hranjivim tvarima, a manje vrste su uglavnom karakteristične za vode s nižom razinom hranjivih tvari. No, ponekad se kod visokog stupnja trofije u velikom broju razvijaju male vrste (npr. *Ceratophyllum demersum, Elodea canadensis*). Kod vrlo visoke trofije voda može biti jako mutna te preostaju samo plutajuće leće.

Razina hranjivih tvari u vodi također utječe na bogatstvo vrsta makrofita. Najveća raznolikost vrsta primjećena je pri srednjoj razini hranjivih tvari. Pri vrlo visokim ili vrlo niskim razinama hranjivih tvari dominiraju vrste tolerantne na stres (niska razina hranjivih tvari) ili vrlo kompetitivne vrste (visoka razina hranjivih tvari) (Bornette i Puijalon, 2009).

Porastom koncentracije topivih fosfata u vodi plutajuće vrste makrofita i mikrofiti rastu uspješnije i mogu istisnuti potopljene makrofite.

2.4. Osobine supstrata

Većina vrsta makrofita preferiraju finije granulirani supstrat (samo vrste koje rastu u brzim tekućim vodama zahtijevaju kamenitu podlogu). Neke vrste preferentno rastu na mineralnim supstratima kakvi se mogu naći uz izložene obale rijeka i jezera. Takvi supstrati su vrlo kohezivni što pogoduje ukorjenjivanju vrsta s plitkim korijenjem (manje vrste), ali su redovito siromašni hranjivim tvarima što ne odgovara većim vrstama koje preferentno rastu u finom i hranjivim tvarima bogatom supstratu. Plutajuće biljke su generalno neosjetljive na granulaciju supstrata.

Ukorijenjene biljke mogu korijenom uzimati otopljene hranjive tvari (npr. fosfor i dušik) iz sedimenta. Kod potopljenih supstrata mineralizcija organskih tvari troši kisik što predstavlja stres za korijenje vodenih biljaka, jer u anoksičnim uvjetima dolazi do stvaranja za makrofite toksičnog sumporovodika. Nedostatak kisika u rizosferi dovodi do niza promjena u kemiji supstrata pri čemu može doći do akumulacije nekih spojeva koji mogu biti fitotoksični (npr. FeS). Takvi procesi mogu imati veliki efekt na preživljavanje i rast makrofita pri čemu selektivnu prednost imaju vrste koje mogu koristiti atmosferu kao alternativni izvor kisika (makrofiti s plutajućim listovima i listovima iznad vode) te vrste koje imaju prilagodbe koje onemogućavaju veliki gubitak kisika ili povećavaju koncentraciju kisika u rizosferi.

2.5. Kretanja vode

Ukorijenjeni makrofiti su uslijed kretanja vode pod utjecajem hidrodinamičkih sila.Te sile su razmjerne s veličinom biljke i ovise o smjeru i promjenljivosti kretanja vode. Vodene biljke u tekućoj vodi su pod utjecajem sila koje su 25 puta veće od sila vjetra iste brzine koji djeluje na terestričke biljke. (Schutten, Dainty, Davy, 2005). Glavne prilagodbe makrofita na mehanički stres uzrokovan kretanjem vode su sposobnost za brzu rekonfiguraciju (promjenarazmještaja izdanaka, oblika i kompaktnosti listova), mehanička potpora za otpornost na trganje i jako ukorjenjivanje. (Schutten i Davy, 2000).

U rijekama i potocima hidrodinamičan oblik biljke pomaže joj u svladavanju struje vode koja uvijek dolazi iz istog smjera. Kod biljaka koje su na udaru valova strujanja dolaze sa svih strana i takav oblik nije povoljan. U oba slučaja učinkoviti su rozetasti habitus s vrpčastim listovima te izduženi habitus sa savitljivim stabljikama i malim, nitastim listovima. (Bornette i Puijalon, 2009).

3. MAKROFITSKE VRSTE U HRVATSKOJ

3.1. Potopljeni (submerzni) makrofiti

3.1.1. Vrste koje cvatu ispod vode

Vrste makrofita koje cvatu ispod vode su *Ceratophyllum demersum* (kruta rošćika) i *Ceratophyllum submersum* (Ceratophyllaceae), *Najas marina* (morska podvodnica) i *Najas minor* (Hydrocharitaceae) i *Zannichellia palustris* (Potamogetonaceae).

***Ceratophyllum demersum* L.** tvori značajnu **zajednicu krute rošćike (as. *Ceratophylletum demersi* Hild 1956)** koja je floristički vrlo siromašna, a pokriva dna razmjerno dubokih, ali i nešto plićih vodenih bazena u obliku gustog sloja. Čini zajednicu **krute rošćike (as. *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957)** u kojoj se kao plutajuća biljka može još javiti i mala vodena leća (*Lemna minor*). Javlja se u plitkim, stajaćim ili sporo tekućim, eutrofnim do hipertrofnim vodama. Zajednicu čini praktički jedino *Ceratophyllum demersum* dok se *C. submersum* javlja vrlo rijetko. Uz to, *C. demersum* javlja se zajedno s vrstom *Potamogeton crispus* u zajednici **kovrčavog mrijesnjaka (as. *Potametum crispi* Soó 1927, syn. as. *Ceratophyllo-Potamogetonetum crispi* Horvatić. et Micevski 1960 p.p.).** To je zajednica koja se javlja u većim ili manjim vodenim bazenima (ribnjacima, barama i lokvama) dubine do 1 m s eutrofnom ili hipertrofnom vodom, a može podnijeti i vodu onečišćenu organskim i toksičnim tvarima. Siromašnog je floističkog sastava i često je čine samo dvije navedene vrste. *C. demersum* u vodotocima je redovno pokazatelj eutrofikacije i njegovo pojavljivanje s u većoj količini siguran je znak narušenosti vodenog ekosustava.

***Najas marina* L.** karakteristična je vrsta **zajednice morske podvodnice (as. *Najadetum marinae*, syn. *Potameto-Najadetum* Horvatić. et Micevski in Horvatić 1963 p.p.)** koja se razvija u barama, širim kanalima, riječnim rubovima i sporotekućim vodama. Uz ovu vrstu česta je vrsta *Potamogeton pectinatus,* a ostali značajniji makrofiti su *Myriophyllum spicatum, Zanichellia palustris, Potamogeton lucens, P. coloratum* i *Ranunculus trichophyllus.*

3.1.2. Vrste koje cvatu iznad vode

Vrste submerznih makrofita koje cvatu iznad vode su *Aldrovanda vesiculosa* (Droseraceae), *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae), *Hottonia palustris* (močvarna rebratica) (Primulaceae), *Myriophyllum spicatum, M. verticillatum* (Haloragaceae), *Potamogeton luscens* (svjetlucavi mrijesnjak), *P. perfoliatus* (prorasli mrijesnjak), *P. gramineus* (travoliki mrijesnjak), *P. pectinatus* (češljasti mrijesnjak), *P. crispus* (kovrčavi mrijesnjak) i dr. (Potamogetonaceae), *Ranunculus trichophyllus* (tankolisni žabnjak), *R. fluitans* (podvodni žabnjak), *R. circinatus, R. aquatilis* i *R. hederaceus* (Ranunculaceae).

***Hottonia palustris* L.** tvori **zajednicu močvarne rebratice (as. *Hottonietum palustris* Sauer 1947)** koja se razvija u plitkim bazenima, a često i u antropogeno izgrađenim odvodnim kanalima. Močvarna rebratica ističe se rozetama češljastih submerznih listova, i uspravnim, upadljivim cvatovima s većim brojem lijepih bijelih cvjetova. Od ostalih makrofita u zajednici ističu se vrste roda *Callitriche, Potamogeton nitens, P. pussilus, P. trichoides*, vodene leće (*Lemna minor, L. trisulca, Spirodella polyrhyza*), te amfibijske vrste kao što su *Alisma plantago-aquatica, Rorippa amphibia, Oenanthe aquatica, Polygonum hydropiper* i druge. Ova zajednica u Hrvatskoj je relativno rijetka, a osobito lijepe sastojine razvijene su šumskim kanalima i lokvama u sastojinama crne johe u Podravini.

***Potamogeton luscens* L.*, P. perfoliatus* L.** i ***P. gramineus* L.** tvore **sastojine velikih mrijesnjaka (sveza *Potamion* Miljan 1933)** koje se nalaze u jezerima, šljunčarama, mrtvicama, kanalima i rijekama. Često prevladava samo jedna od navedenih vrsta mrijesnjaka *Potamogeton lucens* i *P. perfoliatus* indikatori su čistih voda i pokazatelji dobrog ekološkog stanja voda. Zajednice velikih mrijesnjaka prirodno su karakteristične za velike rijeke kao što su Sava i Drava, no zbog produbljivanja korita, utvrđivanja obala i povećavanja njihovog nagiba, nestala su odgovarajuća staništa te su danas njihove sastojine vrlo rijetke i malobrojne.

***Potamogeton pectinatus* L.** čini **zajednicu češljastog mrijesnjaka (As. *Potametum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971)** koja u Hrvatskoj često obrašćuje eutrofne i hipertrofne vode, a podnosi i zamućenost vode (turbidnost) te zaslanjenost, tako da se može razvijati i u umjereno bočatim vodama kao npr. u Vranskom jezeru kod Biograda. Zajednica je česta u ribnjacima, kanalima, šljunčarama i sličnim antropogenim staništima. Ukoliko se javlja u rijekama znak je eutrofikacije i znatne promjene prirodnih makrofitskih zajednica. Povijesno, zajednica je do polovice 20. stoljeća bila rijetka, no nakon toga se ubrzano širi zbog sve većeg utjecaja čovjeka i s tim povezane eutrofikacije vodenih sistema. Osim *P. pectinatus* u

floristočkom sastavu ističu se *P. crispus, Ceratophyllum demersum, Zannichellia palustris, Elodea canadensis* i mjestimično *Marsilea quadrifolia*.

***Ranunculus fluitans* Lam.** tvori **zajednicu riječnog žabnjaka (as. *Ranunculetum fluitantis* Imchenetzky 1926)** koja se razvija u većim ili manjim vodotocima s različitom brzinom vode. U Europi je razmjerno rasprostranjena, a u Hrvatskoj je ograničena na kontinentalni dio i o njenoj građi ima malo podataka. Ova zajednica osobito je lijepo razvijena u Gacki, u izvorišnom dijelu Zagorske Mrežnice i Dretulje, a van Like u Hrvatskoj je gotovo nema. Zajednica se razvija u vrlo specifičnim uvjetima koje karakterizira hladna, brza, bistra i dobro oksigenirana voda. U zajednici se mogu javljati i mahovine, *Berula erecta* i druge vrste, no kad se one počinju javljati u većoj mjeri takve sastojine već pripadaju drugim zajednicama. Jedna od njih je zajednica uspravnog grešuna (as. *Beruletum erectae* Roll 1938, syn. ***Ranunculo trichophylli – Sietum erecti submersi* Müller 1962),** koja je jedna od najčešćih zajednica čistih, tekućih, relativno plitkih krških voda u Hrvatskoj, no *R. fluitans* izvan Like u njoj većinom izostaje.

Treća zajednica čija je karakteristična vrsta *Ranunculus fluitans* je **zajednica riječnog žabnjaka i žabovlatke (as. *Callitricho hamulatae – Ranunculetum fluitantis* Oberdorfer 1957)** koja se razvija u hladnim, razmjerno plitkim, malenim vodotocima, siromašnim kalcijem. Razvija se u rubnom dijelu vodotoka s nešto sporijom strujom vode, u Hrvatskoj nije pobliže proučavana, a i vrlo je rijetka jer u dinarskoj biogeografskoj regiji nema nekarbonatnih voda, a u panonskoj su vodotoci s jedne strane prespori za razvitak ovog tipa zajednice, a s druge kanalizirani i eutroficirani, što u potpunosti onemogućuje njen razvoj.

***Ranunculus trichophyllus* Chaix ex Vill.** najčešća je vrsta vodenog žabnjaka u Hrvatskoj. Raste u sastavu različitih makrofitskih zajednica razvijenih u u malim i srednje velikim rijekama, a čest je u kombinaciji s velikim mrijesnjacima, osobito vrstama *Potamogeton perfoliatus* i *P. lucens*. Takve zajednice razvijaju se u čistim i očuvanim vodotocima, kao što je npr. rijeka Kupa u svom gornjem toku, Mrežnica, Korana, Krka, Cetina i druge.

3.2. Ukorijenjeni makrofiti s plutajućim listovima

Makrofitske vrste koje imaju plutajuće listove su vrste roda *Callitriche* (Plantaginaceae), osim vrste *C. hamulata* koja ne razvija plivajuće rozete, *Nuphar lutea* (žuti lokvanj), *N. pumila* (Nymphaeaceae), *Nymphaea alba* (bijeli lopoč) (Nymphaeaceae), *Nymphoides peltata* (okruglolisni plavun) (Menyanthaceae), *Polygonum amphibium* (Polygonaceae), *Potamogeton natans*, *P. nodosus* (Potamogetonaceae), *Ranunculus aquatilis*, *R. peltatus* (Ranunculaceae) i *Trapa natans* (vodeni orašac) (Lythraceae).

Vrste ***Nuphar lutea* (L.) Sm.** i ***Nymphaea alba* L.** karakteristične su vrste **zajednice lopoča i lokvanja (as.** *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927, syn. *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926). To je vrlo značajna vodenjarska zajednica razmjerno dubokih prirodnih ili antropogeno nastalih vodenih bazena s mirnom vodom. Također se razvija uz rubove rijeka gdje je strujanje vode slabo, u rukavcima i mrtvicama. Jedna je od najrasprostranjenijih zajednica vegetacije vodenjara u Hrvatskoj. Čini je razmjerno malen broj vrsta, a uz lopoč i lokvanj najvažnije su *Myriophyllum spicatum* i *Myriophyllum verticillatum.*

***Trapa natans* L.** čini **zajednicu vodenog orašca (as. *Trapetum natanti*s Kárpáti 1963**) koja se razvija u razmjerno dubokim vodenim bazenima. Izgrađena je od malenog broja vrsta i na prvom mjestu ističe se *T. natans*. Iako je zakorijenjen u dnu, vodeni orašac tvori većinu biomase na površini vode. Zajednica se osobito bujno razvija u eutrofnim vodama mrtvica i ribnjaka. Često se javlja samo efemerno, no na staništima gdje je postojanija, znatno doprinosi njihovoj terestifikaciji. Zajednica je danas rasprostranjena na znatno širem području, nego što je njen prirodni, južnoeuropski areal. Razlog tomu je što su ljudi raznosili orašac zbog jestivih polodova, koji su za gladnih godina služili kao dodatan izvor škroba.

Vodeni orašac može se javljati i u **zajednici okruglolisnog plavuna (as. *Nymphoidetum peltatae* Bellot 1951).** To je zajednica u kojoj dominira ***Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) Kuntze**, a razvija se u vodi dubokoj 50-150 cm. Podnosi potpuni gubitak vode, štoviše on je potreban kako bi sjemenke plavuna mogle proklijati. Brojnost sastojina ove zajednice se smanjuje zbog eutrofikacije, terestrizacije, intenziviranja gospodarenja u ribnjacima i ostalih antopogenih utjecaja. S druge strane, zbog lijepih i dekorativnih cvjetova, plavun postaje popularan kao ukrasna biljka u umjetnim jezercima. Prirodno je to zajednica razvijena u cijeloj Hrvatskoj, od plitkih močvara trstike u dolini Neretve pa sve do Kopačkog rita. Uz plavun u floističkom sastavu ističe se *Myriophyllum spicatum*.

3.3. Makrofiti s listovima koji izlaze iz vode

Makrofitima koji su ukorijenjeni ispod vode, a listovi im izlaze iz vode pripadaju slijedeće vrste: *Acorus calamus* (obični iđirot) (Acoraceae), *Alisma plantago-aquatica, A. lanceolatum, A. gramineum* (Alismataceae), *Baldellia ranunculoides* (Alismataceae), *Berula erecta* (Apiaceae), *Butomus umbellatus* (Butomaceae) (štitasti vodoljub), *Glyceria fluitans* (plivajuća pirevina), *G. maxima* (velika pirevina), *G. plicata, G. declinata* (Poaceae), *Hippuris vulgaris* (Plantaginaceae), *Ludwigia palustris* (Onagraceae), *Marsilea quadrifolia* (Marsileaceae), *Nasturtium officinale* (Brassicaceae) (obična potočarka), *Oenanthe aquatica* (Apiaceae) (vodena trbulja), *Rorippa amphibia* (Brassicaceae) (vodozemni grbak), *Sagittaria sagittifolia* (obična strelica) (Alismataceae), *Scirpus lacustris* (Cyperaceae), *Sparganium emersum* (Typhaceae) (uronjeni ježinac), *Veronica beccabunga, V. anagalis-aquatica, V. anagalloides* (Plantaginaceae),

***Acorus calamus* L.** je dominantna i karakteristična vrsta **zajednice iđirota (as. *Acoretum calami* Dagys 1932)** koja se razvija uz rubove sporih tekućica i u plitkim vodama stajaćicama koje su relativno dobro opskrbljene hranjivim tvarima. *Acorus calamus* je neofitska vrsta, a premda je poznato da neofiti u flori nekog područja predstavljaju opasnost (pogotovo ako se počnu invazivno širiti i potiskivati prirodnu floru), dosad u Hrvatskoj nije uočeno invanzivno širenje ove vrste i pripadajuće močvarne zajednice. Vrsta se u Hrvatskoj kao i u većem dijelu Europe razmnožava samo vegetativnim putem.

Zajednica velike pirevine (as. *Glycerietum maximae* Nowiński 1930) zajednica je čija je dominantna vrsta trava ***Glyceria maxima* (Hartm.) Holbm.**, visoka 1-2 m, a rasprostranjena je u nizinskom, subpanonskom i panonskom dijelu Hrvatske. Zajednica se razvija u plitkim, do 30 cm dubokim vodama, u rubnim dijelovima mnogobrojnih mrtvaja, bara i močvara, a sekundarno naseljava plitke odvodne kanale sa sporo tekućom vodom. Zajednica dobro podnosi fluktuacije vodostaja, no osjetljiva je na jače poplave u vegetacijskoj sezoni. Zajednica predstavlja odvedeni sukcesijski stadij te se obično razvija nakon trske i rogoza, a prethodi naseljavanju velikih šaševa. U floističkom sastavu se dominantnoj vrsti pridružuju *Schoenoplectus palustris, Typha latifolia, Iris pseudacorus, Carex vesicaria, Rumex hydrolapathum* i dr. Dosad je detaljnije proučavana u ornitološkom rezervatu „Krapje đol“.

Vrste ***Acorus calamus*** i ***Glyceria maxima*** zajedno tvore **zajednicu iđirota i velike pirevine (as. *Acoro-Glycerietum maximae* Slavnić 1956)** koja se javlja u onim dijelovima vodenih bazena i njihovih rubova u kojima je dubina preplitka za optimalni razvitak vrste *Glyceria maxima*, a preduboka za optimalan razvitak vrste *Acorus calamus*. U takvim uvjetima obje vrste se udružuju u mješovite sastojine i izgrađuju posebnu fitocenozu. Takve su sastojine u Hrvatskoj pručavane kod sela Topolovca kraj Siska u Krapje đolu i kod Babine Grede. U floističkom sastavu podjednako su zastupljene iđirot i pirevina, a pridružuju im se *Schoenoplectus lacustris, Iris pseudacorus, Lycopus europaeus, Rumex hydrolapathum* i dr.

***Butomus umbellatus* L.** tvori **zajednicu štitastog vodoljuba (as. Butometum umbellati Philipp 1973)** koja se razvija na staništima sa značajnim fluktacijama vodnog režima, obično na tlima bogatim hranjivim tvarima. Ukoliko nema fluktuacija razine vode, zajednicu kroz nekoliko sezona prerastu vrste karakteristične za tršćake. Zanimljivo je da je se u hladnijim područjima zajednica razvija u stajaćim vodama, a u toplijim uz rubove tekućica. U kontinentalnom dijelu Hrvatske zajednica je dosad zabilježena samo na dva lokaliteta: na području Vukomeračkih gorica i iz okolice Ludbrega, a fragmentarno se javlja uz kanale i kanalizirane rječice Slavonije.

Zajednica plivajuće pirevine (As. *Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930) je u Hrvatskoj vrlo rasprostranjena močvarna zajednica razvijena u odvodnim kanalima i malim potocima s plitkom, polako tekućom vodom, te u plićim, priobalnim dijelovima rijeka. Ograničena je prvenstveno na nizinski vegetacijski pojas kontinentalnog dijela Hrvatske, no može se javiti i u drugim područjima, npr. uz obale rijeke Slunjčice u gorskom dijelu Hrvatske. U floističkom sastavu osim karakteristične i dominantne vrste ***Glyceria fluitans* (L.) R. Br.** ističu se *Nasturtium officinale, Veronica beccabunga, Alisma plantago-aquatica, Sparganium erectum* subsp. *neglectum, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Equisetum fluviatile* i dr.

***Nasturtium officinale* R. Br.** karakteristična je vrsta **zajednice obične potočarke (as. *Nasturtietum officinalis* Gilli 1971)** koja se javlja u vodotocima dubine 5-40 cm, koji povremeno mogu presušiti, no podloga mora ostati vlažna kako bi potočarka preživjela. Obično se razvija u plitkim potocima s razmjerno hladnom i bistrom vodom, ali i u odvodnim kanalima na antropogenim biotopima. U dubljim vodama potočarka može tvoriti guste plutajuće jastuke. Redovno zauzima malene površine. U floističkom sastavu dominira *Nasturtium officinale,* a pridružuju se *Berula erecta, Mentha aquatica, Veronica beccabunga, Veronica anagallis-aquatica* i *Glyceria fluitans.*

Vrste ***Oenanthe aquatica* (L.) Poir.** i ***Rorippa amphibia* (L.) Besser** karakteristične su i dominantne vrste **zajednice trbulje i vodozemskog grbka (as. *Oenantho aquaticae-Rorippetum amphibiae* Lohmeyer 1950)**. Zajednica se razvija u plitkim vodenim bazenima, a u Hrvatskoj najveće i najljepše površine zauzima u Parku prirode Kopački rit. Dubina vode je najčešće između 10 i 80 cm, no ljeti često u potpunosti presuši. Zajednica se rijetko javlja u jako eutrofnim vodama s dubokim organskim sedimentom. U floističkom sastavu se karakterističnim vrstama pridružuju *Carex elata, Iris pseudacorus, Polygonum amphibium, Phalaris arundinacea.*

***Sagittaria sagittifolia* L.** i ***Sparganium emersum* Rehmann** karakteristične su vrste zajednice **močvare obične strelice i uronjenog ježinca (As. *Sagittario sagittifoliae-Sparganietum emersi* Tüxen 1953)**. To je zajednica koja se obično razvija u stajačicama dubokim 20-80 cm te u rubnim dijelovima sporo tekućih vodotoka gdje voda može biti duboka i do 120 cm. Ljeti voda može u potpunosti presušiti, a dominantne vrste se obnavljaju iz podzemnih organa nakon suše. Osim prirodnih biotopa razvija se i u plitkim odvodnim kanalima. U floističkom sastavu stalne vrste su *Sparganium emersum, Sagittaria sagittifolia, Butomus umbellatus, Alisma plantago-aquatica, Eleocharis palustris*, a uz rub vode papratnjača *Marsilea quadrifolia*.

3.4. Slobodno plutajući makrofiti

Makrofitima koji nisu ukorijenjeni za dno i slobodno plutaju na površini vode ili submerzno pripadaju ove vrste: *Azolla filiculoides* (parožinasta paprat), *A. caroliniana* (Azollaceae), *Hydrocharis morsus-ranae* (žabogiz) (Hydrocharitaceae), *Lemna minor* (mala vodena leća), *L. trisulca* (podvodna vodena leća), *L. gibba* (grbasta vodena leća) (Lemnaceae), *Salvinia natans* (plivajuća nepačka) (Salviniaceae), *Spirodela polyrhiza* (višekorjenska barska leća) (Lemnaceae), *Stratiotes aloides* (rezac) (Hydrocharitaceae), *Utricularia vulgaris* (obična mješinka), *U. australis, U. minor* (Lentibulariaceae), *Wolffia arrhiza* (sitna vodena leća) (Lemnaceae).

Vrsta ***Lemna minor* L.** tvori **zajednicu male vodene leće (as. *Lemnetum minoris* Soó 1927)** koja se razvija na površini razmjerno hladnih vodenih bazena. U Hrvatskoj je rasprostranjena u prvom redu u njenom kontinentalnom dijelu.

Zajednica male i velike vodene leće (as. *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* W. Koch 1954) je izgrađena od vrsta ***Lemna minor*** i ***Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden,** a značajna je za razmjerno tople vodene bazene. Rasprostranjena je i u kontinentalnom i u primorskom dijelu Hrvatske.

Zajednica trokrpe vodene leće (as. *Lemnetum trisulcae* den Hartog 1963) vodenjarska je zajednica uronjena (submerzna) u vodu stajaćicu dubljih vodenih bazena. U njenom sastavu stalna je ***Lemna trisulca* L.**, a mjestimično se pridružuje mahovina *Riccia fluitans* uz neke nitaste alge (npr. *Spyrogyra, Vaucheria, Oedogonium, Hydrodyction*). Zajednica je rasprostranjena u nizinskom dijelu Hrvatske.

Spirodela polyrrhiza i paprat ***Salvinia natans* (L.) All.** karakteristične su vrste zajednice **velike vodene leće i plivajuće nepačke (as. *Salvinio natantis – Spirodeletum polyrhizae* Slavinić 1956).** Zajednica je nešto bogatijeg sastava te se velikoj vodenoj leći i plivajućoj nepački pridružuju *Lemna minor* i *Utricularia vulgaris.* Rasprostranjena je u nizinskom dijelu Hrvatske.

Zajednica sitne i grbaste vodene leće (as. *Lemnetum gibbae* Miyawaki et J. Tüxen 1960, syn. *Wolffio-Lemnetum gibbae* Bennema 1943) vrlo je rijetka zajednica vegetacije vodenjara dosad otkrivena jedino na otoku Krku, gdje obrašćuje površinu vode u lokvi „Zamažav" na padinama Hlama kod Vrbnika. Na površini od dva kvadratna metra dominiraju vrste **Lemna gibba L.** i ***Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.**, a prisutna je još i vrsta *Spirodela polyrrhiza.* Sastojine vrste *L. gibba* nešto su češće, a naseljavaju toplije i eutrofnije vode u odnosu na druge vrste vodenih leća.

Zajednica vodenih leća i parožinaste paprati (as. *Lemno-Azolletum filiculoidis* Br.-Bl. 1952) dosad je pronađena samo u Kopačkom ritu. U sastavu dominiraju plutajuća paprat ***Azolla filiculoides* Lam.** i ***Spirodela polyrrhiza***, a znatno rjeđa je *Lemna gibba*.

Utricularia vulgaris* L.** i ***Lemna minor karakteristične su vrste **zajednice vodene leće i obične mješinke** (as. *Lemno-Utricularietum vulgaris* **Soó 1927**). To je razmjerno česta zajednica rasprostranjena u subpanonskom i panonskom, nizinskom dijelu Hrvatske. Osim karakterističnih vrsta ističu se *Lemna trisulca, Spirodela polyrrhiza* i *Salvinia natans*.

Zajednica žabogriza i resca (as. *Stratiotetum aloidis* Miljan 1933, syn. *Hydrocharito-Stratiotetum* Krusemann et Vlieger 1937 p.p.) izgrađena je od vrsta ***Stratiotes aloides* L.** i ***Hydrocharis morsus-ranae* L.**. Navedene vrste na površini vode mnogobrojnim, međusobno povezanim rozetama listova koje se tijekom vegetacijske sezone neprestano umnožavaju i stvaraju prostrane „sagove". Ukoliko je bazen dovoljno velik takvi „sagovi" pod djelovanjem malenih valova uzrokovanih vjetrom mijenjaju svoj položaj u

prostoru. Uz dvije karakteristične vrste u sastav zajednice pridolaze još i *Utricularia vulgaris, Salvinia natans, Spirodela polyrrhiza, Wolffia arrhiza, Lemna trisulca, Nuphar lutea, Nymphaea alba.* Zajednica je u svojem punom sastavu poznata iz ornitološkog rezervata „Krapje đol“, a lijepe sastojine razvijene su i u mrtvicama donjeg toka rijeke Drave, te u kanalima i stajačicama istočne Slavonije. Mjestimično žabogriz izgrađuje samostalne sastojine bez vrste *Stratiotes aloides* koje su prepoznate kao **zajednice žabogriza (As. *Hydrocharidetum morsus-ranae* van Langendonck 1935).** To su obično rubovi vodenih bazena s razmjerno plitkom vodom, a osim žabogriza u sastav pridolaze još i *Salvinia natans, Spirodela polyrrhiza, Myriophyllum spicatum* i *Nuphar luteum.*

4. LITERATURA

Bornette G, Puijalon S, 2009. Macrophytes: Ecology of Aquatic Plants. Encyclopedia of Life Sciences (ELS), John Wiley & Sons, Chichester

Schutten J, Dainty J, Davy J, 2005. Root anchorage and its significance for submerged plants in shallow lakes. *Journal of Ecology* **93**, 556-571

Schutten J, Davy J, 2000. Predicting the hydrulic forces on submerged macrophytes from current velocity, biomass and morphology. *Oecologia* **123**, 445-452

Državni zavod za zaštitu prirode, Nacionalna klasifikacija staništa 2009. (http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100527/dzzp201005271405280.pdf)

5. SAŽETAK

Makrofiti su biljke koje rastu djelomično ili potpuno u vodi. Prema smještaju i načinu rasta u vodenom okolišu mogu se podijeliti na submerzne makrofite, makrofite ukorijenjene na dnu s plutajućim listovima, makrofite s listovima koji izlaze iz vode i slobodno plutajuće makrofite. Pod pojmom makrofita obuhvaćene su međusobno vrlo različite i nesrodne skupine te u njih ubrajamo vrste koje pripadaju sjemenjačama, papratnjačama, mahovinama i parožinama. Najvažnije prilagodbe makrofita na vodeni okoliš su aerenhim, slabija lignifikacija, tanka kutikula, povećanje površine submerznih listova, hidropoti te posebni enzimski mehanizmi za primanje ugljikovog dioksida.

U ovom radu ukratko su opisani abiotički čimbenici koji utječu na rast i sastav zajednice makrofita (prozirnost vode, temperatura vode, sadržaj hranjivih tvari, osobine supstrata i kretanja vode). Također, najčešće vrste makrofita u Hrvatskoj podijeljene su prema smještaju u vodenom okolišu te su unutar tih ekoloških klasa opisane neke od važnijih zajednica.

6. SUMMARY

Macrophytes are plants that grow partially or fully submersed in water. Considering their habitat and growth form they can be classified as submersed macrophytes, macrophytes rooted underwater with floating leaves, macrophytes with leaves above water and free-floating macrophytes. Term macrophyte includes species from very different and phylogenetically unrelated groups (spermatophytes, pteridophytes, bryophytes and charophytes). The most important traits that help macrophtyes to adapt to their habitat include aerenchyma, poor lignification, thin cuticle, increased submersed leaf surface, hydropotes and special enzymatic mechanism for carbon dioxide uptake.

This paper reviews abiotic parameters that affect growth and occurrence of macrophytes (water transparency, water temperature, water nutrition content, substrate characteristics and water movements). Also, most common macrophyte species that occur in Croatia are classified by their habitats and in that classes the most important plant associations are described.