

Đubrenje ribnjaka

S ruskog preveo: M. Mihajlov

UVOD

Đubrenje ribnjaka ima cilj da poveća njihovu produktivnost. Ono je neophodno na mršavim, slabo plodnim tlima, a uporedo sa veštačkim hranjenjem, predstavlja osnovnu meru za intenziviranje ribnjaka. Samim đubrenjem produkcija riba u šaranskim ribnjacima može se povećati za 100—150%, vodeći računa o vrsti đubriva, kvalitetu tla i vremenskim prilikama za vreme trajanja vegetacionog perioda.

Imajući u vidu to, da se organsko đubre (stajsko đubre) izvozi u prvom redu na oranice, ribnjačari treba više da se orijentišu na mineralno đubrivo. Obilje vodene flore i mogućnost njezine prerade u dobro đubrivo putem kompostiranja, obezbeđuje i ribnjačarima dovoljnu bazu za stvaranje organskog đubriva. Putem prethodnih oglada na malim ribnjacima, ribnjačar ima mogućnost da izabere takvu vrstu đubriva, koje će biti najefikasnije u mesnim uslovima tla i klime.

Recepti, koji su predloženi u brošuri, ne treba da vezuju ribnjačare; oni im mogu služiti samo kao putokaz, da bi se u prvo vreme mogli orijentisati u neobično složenom, kompleksnom problemu đubrenja.

Đubrenje ribnjaka je najmlađa grana u ribnjačarstvu, i tek za poslednje tri decenije

uspelo je da se daju teoriske osnove problema đubrenja, iako još vrlo nepotpune.

Prema tome, radi pravilne primjene jednog đubriva, ribnjačar treba prethodno da bonitira (odredi svojstva) ribnjaka. Pre nego što pristupi đubrenju ribnjaka, ribnjačar treba dobro da prouči kvalitet vode kojom se snabdjeva ribnjak, fizičko-hemijska svojstva tla ribnjaka i cele površine sa koje se dobije voda i da ima jasnu pretpostavku o uticaju svih spoljnih faktora na produktivnost ribnjaka, a — naravno — i na karakter dejstva ove ili one vrste đubriva.

Vodat i tlo (zemljište ribnjaka) su jedan od glavnih faktora produktivnosti, pošto sve biljke i životinje, uključujući tu i ribe iz njih crpe svoje hranjive materije. Zato je potrebno da se malo detaljnije zadržimo na fizičkim i hemijskim osobinama ovih faktora.

Voda izvora, reke, potoka, jezera i ribnjaka sadrži rastopljene soli i dispergirane čestice, koje neposredno ili posredno predstavljaju hranjive materije za vodene biljke i životinje.

Izvori obično imaju tvrdu vodu, koja sadrži znatne količine kalcijum karbonata, zatim karbonata magnezijuma i ponekad željeza, koje se u njoj nalaze u rastopljenom stanju, blagodareći prisustvu slobodne ugljene kiseline, sa kojom, pri sjedinjavanju, ovi karbonati stvaraju nepostojane hidrokarbonate. Ova ugljena kiselina izvetri pri raspadanju hidrokarbonata, a kreč se izlučuje u obliku skoro nerastopivog taloga kalcijum karbonata CaCO_3 , prema jednačini: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Na isti način talože se i druge soli; naprimer gips ili kalcijum sulfat — CaSO_4 , magnezijum karbonat MgCO_3 i železni karbonat: ovaj zadnji brzo se raspada i oksidišući na račun kiseonika iz vazduha, izlučuje ferioksid — Fe_2O_3 u obliku mrkog, pahuljastog, voluminoznog taloga hidrata — »oker«. Količina rastopljenih soli u vodi jako koleba u granicama od dva do nekollko stotina delova na 100.000 delova vode. Ovo kolebanje uslovljava različit stepen produktivnosti vode u odnosu na biljke, životinje i, u krajnjem rezultatu, ribe.

Slabo produktivne su obično one vode koje protiču po najstarijim mineralima (gnajsima, granitima itd.), a najproduktivnije su one koje teku po taložnim mineralima (krečnjaku, gipsu i dr.). Kao indikator dobre produktivnosti vode mogu poslužiti neke, tzv. »slatke« (meke) trave, kao na pr. pačja trava — *Glyceria fluitans*, žabnjak (žabogriz) — *Hydrocharis morsus ranae*, biljke sa lišćem koje pliva, kao naprimer vodena sočivica — *Lemna minor*, dvornik — *Polygonum amphibium* i druge. Kod kultiviranih



Pačja trava — *Glyceria fluitans*

ribnjaka, koji se dobro neguju i đubre, tvrde nadvodne kisele biljke postepeno nestaju, a jače se razvija slatka mekana flora.



Zabnjak (žabogriz) — *Hydrocharis morsus ranae*

a) Stepen proticanja

Vode, koje snabdevaju šaranske ribnjake, imaće povoljan uticaj samo onda, kada donose sa sobom više hranjivih materija, nego što se izgubi prilikom ispuštanja vode iz ribnjaka (Walter). Stoga, prilikom đubrenja ribnjaka treba izbjegavati i najmanje proticanje, da se strujom vode ne bi gubio i deo đubriva.

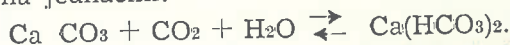
Ako se đubre ribnjaci kroz koje protiče voda, kao napr. pastrvski, onda je korisnije da se ovo radi otprilike na mesec dana pre nasadivanja ribe, kada se može potpuno obustaviti proticanje vode skoro do samog momenta nasadivanja ribe. U protivnom slučaju, neophodno je potrebno ograničiti se samo na oprezno đubrenje najplićih mesta, do kojih struja vode najmanje dopire. U takvim slučajevima treba uopšte izbegavati upotrebu lako rastopljivih đubriva; ova treba da se zamene teško rastopljivim đubrivima, koja mikrofauna može neposredno iskoristiti. Kao takvo može se smatrati, naprimer, pokošeno vodeno bilje, koje se malo prosuši na vazduhu i onda unosi u ribnjak u malim gomilama nedaleko od obale (Cemen-ov metod). Obično se potpuno đubre šaranski i linjački ribnjaci, kroz koje voda slabo protiče, a ukoliko nisu jako zarasli.

b) Hemijski režim

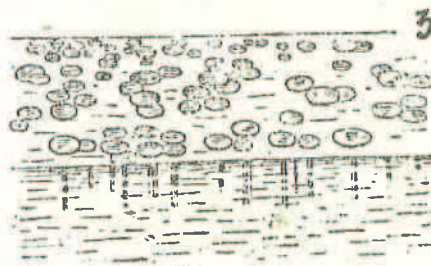
U slatkoj vodi jezera i ribnjaka nalaze se jedinjenja uglavnom 10 sledećih hemijskih elemenata: kiseonika, vodonika, ugljenika, azota, fosfora, sumpora, kalijuma, kalcijuma, magnezijuma i željeza. Među drugostepene elemente spadaju ovih sedam: natrijum, hlor, fluor, silicijum, mangan, jod i arsen.

Srednji prinos šarana, postignut prirodnom hranom u ribnjaku, iznosi naprimer 100 kgr/ha. prema hemijskim analizama u ovih 100 kgr mesa ima: 2,4 kgr. azota, 0,4 kgr. kalijuma, 1,2 kgr. fosforne kiseline i 1,2 kgr. kreća. Može se sma-

trati da će prinos ribe biti obezbeđen samo onda, kada u ribnjaku postoji dovoljna zaliha navedenih jedinjenja. Osnovni cilj melioracije i đubrenja ribnjaka nije samo postizanje normalne produkcije od prirodne hrane, već i obezbeđenje maksimalne produkcije, otprilike do 500 kgr./ha., pa i više. Azot se nalazi u ribnjaku u gasovitom i rastopljenom stanju, a također i u jedinjenjima azotaste (nitriti) i azotne kiseline (nitrati) i amonijak NH_3 . Kalijum se nalazi u obliku hlorida, sulfata, karbonata i soli azotaste i azotne kiseline. Fosforna kaselina, koja je obično u ribnjacima i jezerima u minimumu, nalazi se u obliku primarnog kalcijum-ortofosfata, tzv. monofosfata — $CaH_2(PO_4)_2$, ili u obliku slabo rastopljivog sekundarnog kalcijum-ortofosfata $Ca_2H_2(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ i tercijarnog kalcijum-ortofosfata $Ca_3(PO_4)_2$. Slabo rastopljivi fosfati rastvaraju se potpuno pod uticajem slobodne ugljene kaseline, koja se nalazi rastopljena u vodi. Ponekad se ovo rastvaranje fosfata, koji su nagomilani u zemljištu, proteže godinama i uslovljava tzv. »kasnije delovanje« đubriva. Kreč je već spomenut, ali treba dodati još neke dopunske podatke. Negašeni kreč — CaO je vještački proizvod i u prirodi se ne sreće u čistom stanju. Prilikom unošenja u ribnjak kreč se sjedinjuje sa ugljenom kiselinom i pretvara u skoro nerastopljivi monokarbonat — $CaCO_3$. Kada ugljena kiselina deluje na monokarbonat, stvara se rastopljivi kalcijum-bikarbonat, a prema jednačini:



Ova reakcija je reverzibilna (povratna) i pri fotosintezi, tj. kada zeleni delovi biljaka uzimaju i razlažu ugljenu kiselinu pod uticajem sunčanih zraka, rastopljeni bikarbonat ponovo prelazi u monokarbonat, gubeći pri tome jedan deo ugljene kiseline. Monokarbonat se taloži na svim podvodnim predmetima, pa i na lišću podvodnih biljaka, u obliku tanke, krte korice, što može poslužiti kao dobar indikator sadržine dovoljne količine kreča u vodi. O solima železa spomenuto je ranije i treba dodati, da je manja količina železa u vodi korisna, pa čak i neophodna za biljke. Velika količina železa štetna je, jer se ferioksid taloži na škragama ribe, začepљуje ih i otežava disanje. Sem toga, veća količina ferooksida, koji se nalazi u rastvoru u obliku soli nekih kiseline, oksidišući u ferioksid, oduzima mnogo kiseonika koji je rastvoren u vodi, te može izazvati gušenje ribe. O ostalim



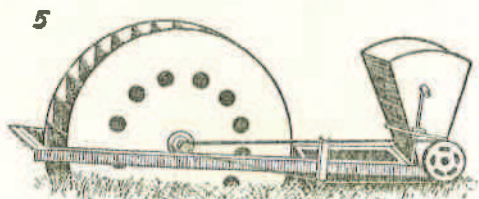
Vodena sočivica (v. leća) — *Lemna minor*

spomenutim hemiskim elementima neće se govoriti podrobnije, pošto su za naše ciljeve dovoljni oni najglavniji — osnovni elementi. **Pored toga, nije još ni približno razjašnjena uloga, koju u vodama ima čitav niz drugostepenih elemenata, kao naprimer mangan, jod, fluor i drugi.**

c) Reakcija vode

Neke materije rastvorene u vodi, kao naprimer baze, kiseline i železo, mogu u izvesnim uslovima postati štetne za ribe i njihovu prirodnu hranu. U većini slučajeva naše slatke vode imaju srednju neutralnu reakciju, i proba lakmusom daje ljubičasto obojenje. Ovakva reakcija vode, pa čak i ako raste ka slabijoj bazičnosti, optimalna je za svu vodenu faunu, dok suviše visoka bazičnost (ako je $pH=10$ i više) postaje štetna. Kao primer mogu nam poslužiti neki naši gradski kanali i reke unutar velikih gradova, kao Fontanka, Mojka u Lenjingradu i dr., a takođe i seoski ribnjaci u koje se sliva suviše mnogo voda i ocedina iz staja koje sadrže obilje azotastih jedinjenja. Lakmusov papir u takvim vodama pomodri.

Kiselna reakcija vode određuje se pomoću plavog lakmusovog papira, koji od kiseline porcrveni. Proba lakmusom je najprostiji metod kvalitativnog ispitivanja vode. Ako je potrebno da se izvrši kvantitativna analiza baziciteta ili aciditeta, onda se primenjuje sledeći osetljiviji metod, za koji nije potreban nikakav komplikovaniji laboratorijski uređaj. Proba vode koja se ispituje uspe se u građuirani stakleni cilindar, zapremine 100cm^3 . Zatim se iz bočice za prekapljavanje nakaplje u cilindar 5 kapi rastopine (0,5 gr.) anilinske boje metil-oranža. Ako voda u cilindru požuti, to je znak da joj je reakcija bazična. Ako zatim u vodu dodajemo jako razblaženu sonu kiselinu (decinormalnu) rastopinu), onda će se boja vode početi menjati i postepeno prelaziti u crvenkastu (boja jako razblaženog crvenog vina). Ako je voda slabo bazična, onda je potrebno oko 5 kapi rastopine sone kiseline da postane neutralna. Kod jako bazične vode potrebno je 40—50 i više kapi rastopljene sone kiseline, da bi postala neutralna. Na sasvim analogan način određuje se aciditet vode, ali se tada, umesto sone kiseline, upotrebljava decinormalan rastvor jetkog kalijuma ili natrijuma. Kisele vode štetne su za ribe i — sa retkim izuzecima — za svu vodenu faunu. **Takve vode nastaju u ribnjacima kada se ovi navodnjavaju sa mahovinastih izdignutih močvara, ili kada su izgrađeni na kiselim tlima. Aciditet vode odstranjuje se putem sistematskog zakrečavanja ne-**



Krečna vodenica

gašenim krečom — CaO , a najbolje rezultate daju krečne vodenice, koje se postavljaju u dovodne kanale. Takve vodenice deluju neprekidno i automatski.

Alkaličnost vode uslovljena je postojanjem tzv. bazične rezerve u vodi (S. B. V. po Schäperclaus-u), koja se uglavnom sastoji iz soli kreča, dok se humati, silikati i fosfati natrijuma, kalijuma i magnezijuma nalaze u tako maloj koli-



Dvornik — *Polygonum amphibium*

čini, da se praktično mogu zanemariti. Slobodna i bikarbonatna ugljena kiselina stvara veliku zalihu hranljivih materija za biljke. Radi toga, dokle god u vodi postoji dovoljna bazična rezerva, ugljena kiselina ne može nikada biti u minimumu.

Gore opisani najprostiji metod određivanja baziciteta vode može se zameniti još tačnijim — titraciskim metodom. Kod ovoga se količina sone kiseline, koja je utrošena za neutralizaciju vode, ne određuje po broju kapljica, već po broju kubnih santimetara. Kubni santimetri mere se biretom, koja je razdeljena na desetinu delova kubnog santimetra. Pokazatelju S. B. V. izgleda da se može procenjivati produktivnost ribnjaka (Schiemenz, Schäperclaus). Količina kreča u znatnoj mjeri utiče na produktivnost vode, kako je to u svoje vreme ustanovio Neumann, kada je sve vode podelio u tri kategorije: 1) vode u kojima je sadržina kreča manja od 25mg./l. — oligotrofne (malo hranljive), 2) vode sa sadržinom kreča od $25\text{—}100\text{mg./l.}$ — mezotrofne (srednje produktivne), i 3) vode u kojima je sadržina kreča veća od 100mg./l. — eutrofne. Obično, kako primećuje Schäperclaus, u ribnjacima nikad nema veći višak kreča, i njemu su u praksi nepoznati slučajevi na ribnjacima da se veći potencijal neutralizacije štetno odrazio na produkciju ribe.

Schäperclaus upoređuje pokazatelje potencijala neutralizacije, koji su ustanovljeni tačnim titriranjem i metodom prekapljavanja, sa ka-

rakteristikom ribnjaka po njihovoj produktivnosti, na sledeći način:

Potencijal netralizacije (S. B. V.)

Ribarsko-privredna karakteristika ribnjaka

0 cm³ ili negativan

Voda jako kisela, nepogodna za ribnjak, krečenje uglavnom nekorisno.

0,1—0,5 sm³=2—8 kapi, ili 2,8—14 mg/l. CaO

S. B. V. vrlo neznatna, pH većinom niža od 7. Velika opasnost od zakiseljavanja i opasnog kiselog sniženja pH, koja je nepostojana. Opasnost uginuća ribe. Zalihe CO₂ male, i zato su sasvim slabo produktivni.

0,5—2 sm³=8—30 kapi ili 14—55 mg/l. CaO

pH nepostojana, zalihe ugljene kiseline srednje, pa je zato i produktivnost ribe srednja. Zdravlje riba u ribnjaku nije ugroženo, jer nema bojazni od prirodnog zakiseljavanja.

5 sm³=75 kapi ili 140 mg/l. CaO

Retko se sreće; pH vrlo postojana. Ne primećuje se osetnije sniženje riblje produkcije. Zdravlje riba nije ugroženo.

Rukovođeći se ovim podacima, svaki ribnjačar može sam odrediti kvalitet svojih ribnjaka.

Kod kiselih voda često se pojavljuje druga opasnost, a to je obilna sadržina železa u vodi. O delovanju železa pri pojavama uginuća ribe rečeno je ranije. Prilikom đubrenja ribnjaka fosfatima može se obrazovati teško ili sasvim nerastopljivi ferofosfat — vivianit. Suvišak železa u vodi primećuje se po mrkom talogu — »oker« — na dnu i na vodenim biljkama, kao i po opnici dugine boje, koju stvara ferioksid na površini vode. Tačno određivanje železa u vodi treba svakako prepustiti hidrohemijaru.

Borba sa železom u zemljištu ribnjaka provodi se isušivanjem, prezimljavanjem (izmrzavanjem) i zakrećavanjem ribnjaka. Borba sa železom u dovodnim kanalima vodi se putem uređenja malih vodopada, a u cilju aeracije vode, usled čega dolazi do taloženja ferioksida — »oker«. Takođe se mogu izgraditi naročita jezera za taloženje, u koja se nabaca suvo granje na koje se istaloži ferioksid.

d) Gasni režim

U vodi rastvoreni kiseonik je jedan od neophodnih faktora života. Pri povišenju temperature jako se smanjuje količina kiseonika rastvorenog u vodi (O₂), što ponekad dovodi do pojave ugušenja riba. Za vreme jakih julskih vrućina može se često noću primetiti kako šarani isplivaju na površinu vode i ustima gutaju atmosferski vazduh. Nestašica kiseonika u jako nađubrenim ribnjacima može biti izazvana obiljem organskih materija rastvorenih u vodi,

koje se raspadaju. Ovo se dešava naročito pri đubrenju organskim đubrivim (stajsko đubre, kompost i sl.), a takođe i u seoskim ribnjacima, u koje se slivaju mnogi jarci sa okolnih padina, a često i ocedine iz staja i torova.

Količina kiseonika u vodi smanjuje se, takođe, disanjem podvodne flore. Ovo se naročito opaža noću, kada se ovom procesu ne suprotstavlja proces izlučivanja kiseonika, koji vrše zeleni delovi biljaka, kada razlažu ugljenu kiselinu pod uticajem svetlosti. Ugljenik, koji se tom prilikom oslobađa, stvara ugljene hidrate (škrob i šećer) u sjedinjenju sa drugim elementima. Ovi ugljeni hidrati nagomilavaju se u biljkama. Biljkama je po danu potrebna velika količina ugljene kiseline za ishranu, što se podjednako odnosi i na više i na niže biljke. Pored koristi koju ugljena kiselina, kao osnovna hranjiva materija donosi biljkama, višak ovoga gasa u vodama može nanositi i štetu. Ugljena kiselina postaje opasna onda, kada količina slobodne gasovite ugljene kiseline, koja je rastopljena u vodi, dostigne 75 mg/l. Suvišak ugljene kiseline u vodi može izazvati ne samo dizanje flore i faune, nego — u još većem stepenu — truljenje podvodnih biljaka i oksidaciju organskih materija u masi vode, a naročito u mulju na dnu ribnjaka.

Još mnogo otrovniji gas je sumporovodonik — H₂S, koji se izlučuje prilikom truljenja organizama. Sumporovodonik postaje otrovan za sve životinje u vodi pri sadržini 10—20 mg na 1 litar vode. Metan i vodonik nagomilavaju se u vodama kao posledica barskog vrenja. Ovi gasovi takođe spadaju u štetne, jer mogu nepovoljno uticati na disanje. Što se tiče kiseonika, pored onoga iz vazduha koji je rastvoren u vodi, biljke ga obezbeđuju i iz ugljene kiseline, kada se ova razlaže pod uticajem svetlosti. Potrebno je, takođe naglasiti kolika je važnost u vodi rastvorenog kiseonika za aerobne bakterije, a naročito za tzv. skupljače azota ili nitrifikatore. Nedostatak kiseonika povoljno utiče na razvoj štetnih (anaerobnih bakterija, tzv. denitrifikatora, koje razaraju azotasta jedinjenja, kao napr. salitru, sve do gasovitog azota, koji izvetrava iz vode u vazduh potpuno neiskorišćen.

Uzimajući u obzir ovaj odnos bakterija prema kiseoniku, Demoll upozorava ribnjačare da izbegavaju nagomilavanje suviše velike količine usklislih biljaka na dnu ribnjaka, kako se to preporučuje u poznatom Hofer-ovom receptu o bezazotnom mineralnom đubrenju ribnjaka. Takvo nagomilavanje, po njegovom mišljenju, sprečavalo bi pristup kiseonika do aerobnih bakterija — nitrifikatora, a pomagalo bi razvoju štetnih bakterija — denitrifikatora. Sudeći po mnogobrojnim ogledima u Ropši, ova Demoll-ova bojazan jako je preuveličana.

e) Termički faktor

Toplota je važan fizički faktor koji omogućava život vodenog bilja, što se naročito dobro

primećuje zimi, kada se život bilja potpuno prekida ili skoro sasvim zamire. Zimi, pod ledom, od višeg bilja može se naći eventualno samo helodeja (vodena kuga) i zimski pupoljci mrestnjaka, žabnjaka i dr. Sem toga, pod ledom može se razvijati, makar i slabo, manja količina mikroskopski sitnih zelenih algi, koje igraju izvesnu ulogu u obogaćenju vode kiseonikom. Hladne godine osetno utiču na razvoj vodene mikroflore i, na kraju krajeva, na opštu produktivnost šaranskih ribnjaka.

Osim neposrednog delovanja toplote na vodenu floru, potrebno je istaći i posredan uticaj na brzinu hemiskih procesa, naročito na procese raspadanja i pretvaranja. Odavde, između ostalog, postaje razumljiva borba ribnjačara protiv burnog razvoja visoke flore sa širokim listovima, koja zasjenjuje masu vode i ometa prodiranje toplote i svetlosti u vodu.

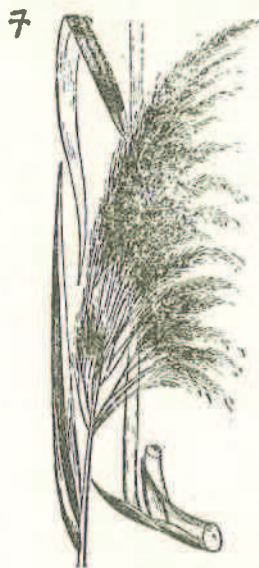
f) Svetlosni faktor

Pravi tvorac organskog života je svetlost. Radi toga, sve ono što sprečava svetlost da prodre do korisne flore, a naročito do nanoplanktona (patuljkastog planktona) — treba po mogućnosti odstraniti iz ribnjaka. Takvo je barsko bilje: rogoz — *Typha latifolia*, trska — *Phragmites communis* i sve biljke sa širokim listovima. Ovakve biljke su pravi neprijatelji intenzivnih šaranskih ribnjaka, pošto zaklanjaju svetlost i otežavaju pristup vazduha do niže flore. Sem toga, ovakve biljke svojim snažnim korenjem pokrivaju dno kompaktnom prevlakom i na taj način sprečavaju dodir ribnjačkog tla sa vodenom masom, otežavajući izmenu materija. U istoj meri i u istom smislu štetno deluje i postepeno povećavanje sloja mulja. (Ovde se svakako misli na celulozni mulj. — Primedba prevodioca).



Rogoz — *Typha latifolia*

Suviše gusto razvijene podvodne biljke mogu takođe sprečavati prodiranje svetlosti u masu vode u istoj meri kao i nadvodne biljke. Kao primer može poslužiti vodena kuga — *Elodea canadensis*.



Trska — *Phragmites communis*

Gusti izdanci vodene flore, pored svetlosti, zadržavaju i apsorbuju sve đubrivo koje se unosi u ribnjak, te rastu još bujnije. Dakle, ako želimo da đubrivo ima efekta i da koristi ribama, a ne divljoj flori, onda ovu treba po mogućnosti pokositi, ili bar jako prorediti, kako bi se omogućilo da svetlost prodre do samog dna i omogući razvoj mikroflore koja vegetira na višim biljkama. Svakako da potpuno uništenje više flore u ribnjacima ne bi bilo u našem interesu, pošto ona u izvesnim uslovima može biti iskorišćena kao đubrivo.

II TLO

a) Tipovi tla

U ribnjačarstvu se primenjuje otprilike ista klasifikacija tala, kao i u ratarstvu. Ribnjaci na plodnom černozemu, bogatom kalijumom, humusom, fosforom, azotom i krečom, imaju najveću produktivnost i u većini slučajeva ne treba ih đubriti. Ribnjaci na teškim glinastim tlima (naprimer, u većini delova Lenjingradske oblasti i u drugim severnim oblastima Sovjetskog Saveza) imaju malu produktivnost (manje od 100 kgr./ha.). Kod ovakvih ribnjaka potrebno je temeljno zakrečavanje kao osnovna mera, a zatim mineralno đubrenje kalijum-fosfatnim đubrivima. Ribnjaci na peskovitom tlu imaju najmanju produktivnost. Njihova mala produktivnost ne povećava se toliko đubrenjem, koje ovde nije uvek efikasno zbog velike propustljivosti zemljišta, koliko prihranjivanjem, koje dozvoljava znatno povećanje gustoće nasada šaranskog mlada. Ribnjaci na gli-

nastim tlima, na kojima ima izvesna količina humusa, daju potpuno zadovoljavajuću proizvodnju. Manje zadovoljavajući u tome smislu su ribnjaci na peskovitim ilovačama, a naročito na podzolima, koji se malo razlikuju od ribnjaka na peskovitim tlima. Po pravilu, ribnjaci se obično grade na plavnim područjima reka i potoka, ali se često izgrađuju i na rđavim, kiselim ili mahovinom obraslim livadama, na močvarnim, tresetnim i peščanim zemljištima, koja su nepogodna za poljoprivredne kulture.

Stalno navodnjavanje ribnjaka u toku celog vegetacionog perioda dovodi do zakiseljavanja ribnjaka, do razvoja tvrde flore i, na kraju, ribnjaci dobijaju karakter niskih močvara, koje su relativno bogate azotom, ali siromašne fosforom i kalijumom. U ribnjačarskoj praksi poznati su još siromašniji tipovi ribnjaka, a to su oni koji su izgrađeni na izrazito močvarnim (mahovinastim) tlima i na tzv. vrištinama. U ovakovim tipovima tala ima još manje mineralnih materija, a i organski azot u njima nalazi se u slabo pristupačnom (nerazloživom) stanju. Veliku pažnju zaslužuje nedavno uspešno izvedeni ogled na pretvaranju neplodnih lineburških vriština (Lüneburger Heide), oko Emskog kanala u Nemačkoj, u plodna ribnjačka zemljišta. Ovo je izvršeno pomoću svinjaca, koji su izgrađeni na samim ribnjacima. Ovi svinjci izgrađeni su na niskim sojenicama, tako da sve fekalije, mokraća, a isto tako i ostaci hrane, padaju direktno u vodu. Na taj način voda se neprekidno đubri, pa se produktivnost povećava za mnogo puta (Schäperclaus). Humus u zemljištu boljeg tipa ima bogat izvor azota i ugljenika, te je neophodno potrebno pažljivo iskorišćavati ove zalihe, kako ne bi došlo do preranog osiromašenja tla. Ovo se postiže uobičajenim načinima melioracije ribnjaka: isušivanjem, ublažavanjem aciditeta tla, prezimljavanjem (izmrzavanjem) i redovnim zakrečavanjem.

Zemljište i voda neprekidno vrše razmenu hranljivih materija, pri čemu vode, kojima se ribnjak navodnjava, ukoliko uzimaju sastojke iz taložnih minerala i ako protiču kroz naselja, kultivirana polja i livade, mogu obogatiti i poboljšati slabo ribnjačko tlo, zahvaljujući njegovoj sposobnosti da upija organske i neorganske materije. Ova sposobnost tla da upija materije objašnjava nam i to, što pri slabom proticanju vode, koja sadrži malo hranjivih sastojaka, može se tlo postepeno popraviti, kako češćim mineralnim đubrenjima, tako i ostacima flore i faune, koja se razvija na račun đubriva. Na taj način vidimo, da racionalno potpuno đubrenje tokom vremena poboljšava ribnjačko tlo. Jednostrano đubrenje, mineralno, ne može dati značajnije i dugotrajnije rezultate bez uzajamnog dopunjavanja organskim hranjivim sastojcima iz samog ribnjaka. Humus zemljišta dopunjava se drugim hranjivim sastojcima, koji se skupljaju u mulju. Mulj može biti veoma raznovrstan po svome kvalitetu. Počevši od smrdljivog, natrulog, organskog detritusa i zemljanog mulja koji voda nanosi, do malo pokretnog, ne-

plodnog tresetnog, hitinskog, ili mulja od diatomeja — mogu biti različiti prelazi.

Prilikom odvodnjavanja i isušivanja ribnjaka, ribnjačarima se pruža mogućnost da tako obrade mulj i, u slučaju potrebe, vežu ga sa tlom, da on može ispoljiti svoja dobra svojstva.

Kada se nataloži suviše mnogo mulja, a ribnjačar ne zna da iskoristi ovaj dragoceni materijal putem temeljnog isušivanja, aeracije i zakrečavanja, onda se mora pribeći mehaničkom odstranjivanju mulja, koji se tada može iskoristiti u druge svrhe (napr. za đubrenje njiva i t. sl.). Međutim, ovo je obično vrlo skupo i dovodi u pitanje rentabilnost ribnjačarstva. Mulj treba tako obraditi, da bi umesto procesa obnavljanja i nagomilavanja teško razloživih organskih materija, pri čemu se stvaraju štetni gasovi — metan CH_4 , sumporvodonih H_2S i dr., — nastao proces oksidacije, pri čemu bi stvorena ugljena kiselina CO_2 izvetravala sama po sebi, ostavljajući mineralne materije u stanju pogodnom za asimilaciju.

Pravilno raspadanje organske mase mulja i humusa dna treba da bude jedna od najvažnijih briga u ribnjačarstvu. Bolje vrste mulja su, slično humusu tla, izvanredno pomoćno sredstvo, pomoću koga se mineralno đubrivo može potpuno iskoristiti. Treći snabdevač organskim materijama, koje su tako važne za mineralno đubrivo, jeste viša flora, o čemu će se govoriti u sledećim poglavljima.

b) Sposobnost tla za filtraciju

Neki tipovi tala imaju vrlo veliku sposobnost za filtraciju, što jako smeta đubrivo, koje sa infiltriranom vodom odlazi u niže horizonte i tako postane izgubljeno za ribnjak. Protiv filtracije može se donekle boriti samo putem odabiranja i razbacivanja đubriva. Bila bi velika greška da se u ribnjake, koji jako filtriraju, unose lako rastopljiva đubriva, kao naprimer, superfosfat, salitra, soli amonijaka i t. sl., direktno u vodu ili čak u zemljište, jer bi u tom slučaju đubrivo odmah iščezlo sa vodom u niže horizonte tla. Jedino što bi u takvim slučajevima moglo pomoći — to je češće đubrenje u malim obrocima. Walter preporučuje da se potpuno odustane od đubrenja ribnjaka, čije tlo ima veliku sposobnost za filtraciju, jer bi se moralo upotrebiti suviše mnogo đubriva, pa bi ceo posao bio potpuno nerentabilan. U ovakovom slučaju, izlaz iz situacije mogla bi biti odgovarajuća melioracija ribnjaka nasipanjem tankog sloja masne gline između zdravice i gornjeg sloja zemlje. Ovakva melioracija izvršena je jednom sa uspehom, a prema mojim uputstvima, na jednom od šaranskih ribnjaka na području reke Kubana, nedaleko od grada Krasnodara.

c) Sorptivna sposobnost tla

Sposobnost tla, da neke sastavne delove đubriva vezuje hemiskim i fizičkim putem, ima znatan uticaj na delovanje i način sprovođenja đubrenja. Vezujući i zadržavajući ove materije,

tlo sprečava njihovo brzo izluživanje i odlazak sa vodom u niže horizonte. Apsorbirane materije, koje su se nataložile u tlu u obliku teško rastopivih materija, mogu kasnije opet prelaziti u rastvor pod uticajem ugljene, huminske i drugih kiselina.

Pri povodenju samog đubrenja ribnjačar se može rukovoditi sorptivnom sposobnošću tla: ako je sorptivna sposobnost tla velika, onda treba uzeti takvu dozu đubriva, da bi se, ne samo pokrio obim sorpcije, već da i za vodenu masu ribnjaka ostane izvestan višak. U protivnom slučaju, tj. ako je sorptivna sposobnost mala, celishodno je da se đubrivo unosi češće i u malim dozama. Peščana i barska tla, siromašna krečom, odlikuju se najmanjom, a glinasta najvećom sorptivnom sposobnošću.

Tlo ribnjaka takođe ima veliku sorptivnu sposobnost, i to utoliko veću, ukoliko je više pomešano sa česticama mulja ili samo prekriveno istima, jer baš ove čestice i zadržavaju rastopljene materije. Aktivni sloj mulja, u kome se odigravaju procesi sorpcije i uopšte sve hemijske promene, iznosi po Walter-ovom mišljenju oko 10 sm. Odozgo je ovaj sloj pokriven opničom od bakterija, koja omogućava stalnu izmenu materija između mulja i sloja vode, koji se nalazi između njega i dna. Uzimajući u obzir, da bakterije, koje sakupljaju azot (nitrifikatori), prodiru prema najnovijim podacima (Demoll i dr.) do dubine mulja od 40 sm., onda aktivni sloj mulja treba smatrati takođe do najmanje 40 sm.

Smatra se da je mulj štetan onda, kada njegov sloj dostigne suviše veliku debljinu.

Još nepovoljniju perspektivu ima tvrdo, peškovito tlo ribnjaka.

Od glavnih hranjivih materija veoma energično se sorbira fosforna kiselina, manje — kalijum, a još manje — kreč. Azot u obliku amonijaka takođe ima sposobnost jake sorpcije. Tlo ne sorbira soli azotne kiseline (salitre), sumporne (kainit), i sone (karnalit, silvinit) i one se iz njega brzo izlužuju.

Kalijumna i fosforna đubriva treba prvih godina davati u većim dozama, a posle zasićenja tla doze mogu biti znatno manje.

III NAČIN RAZBACIVANJA ĐUBRIVA

Đubrenje ribnjaka može se vršiti na dva načina: ili po suvom dnu ili po vodi. Pitanje preimućstva prvog ili drugog načina za sada nije rešeno, pošto neki autori smatraju da je bolje i da brže deluje ako se đubri po vodi (Walter, Hofer, Arnold), dok su drugi pristalice đubrenja po suvom (Demoll i dr.), imajući pri tome u vidu uglavnom ekonomičnost posla. Walter piše, da je bilo više neuspeha kod đubrenja po suvom dnu, nego kod đubrenja po vodi, ali ipak ne poriče pojedine slučajeve, u kojima je đubrenje po suvom bilo uspešno.

Prema mišljenju Walter-a, koje ne treba odbaciti, đubrenje po suvom ne treba provoditi

onda, kada tlo nema dovoljnu sorptivnu sposobnost, ili kada se ne nalazi u dovoljno kultiviranom stanju. naprimer, kada je ribnjak jako zamuljen ili pokriven masom korenja tvrde flore, koje ga isključuje iz opšteg kružnog kretanja materija. Razlika između dva načina đubrenja Walter nalazi u sledećem: Na poljima biljke dobijaju sve potrebne hranjive sastojke iz zemljišta, izuzev CO₂ — ugljene kiseline, koju upijaju iz vazduha. Vlaga tla pretstavlja dovoljno koncentrisan rastvor hranjivih materija, koje se prema potrebi ponovo izlužuju iz rezervi u tlu. U ribnjacima imamo drugi slučaj. Upravo hranjiva flora (patuljkasti plankton, ili tzv. nanoplankton) nije neposredno vezana sa tlom i sve potrebne hranjive materije dobija samo iz vode, koja pretstavlja samo rastvor slabe koncentracije, nasuprot tlu sa njegovim rezervama nerastvorenih hranjivih materija. Prema tome, hranjive materije imaju značaj za hranjivu floru samo onda, ako su već rastopljene u vodi, kojom se ribnjak navodnjava, ili ako ih voda dobija iz dna u rastopljenom obliku. Ovo nam i daje osnovu da ne đubrimo dno ribnjaka, već samu vodu, ako želimo da neposredno hranimo hranjivu floru (Walter). Đubrenje dna ribnjaka je nesigurno, jer sudbina đubriva ostaje nepoznata: ona mogu nestati u donjim horizontima, mogu se istaložiti na dnu ribnjaka u obliku slabo rastopljivih jedinjenja i, na kraju mogu biti uništena aktivnošću denitrificirajućih bakterija u slučaju đubrenja solima azotne kiseline (salitre). Celishodnije je umesto tako »zaobilaznog puta« — kaže Walter — đubriti neposredno samu vodu, što nimalo ne smanjuje značaj tla za kružno kretanje materija u ribnjaku, jer voda delimično dobija svoje hranjive materije iz tla.

Značaj tla u ribnjaku najbolje nam pokazuje povećana produktivnost ribnjaka, koji se prvi put navodnjavaju, prema ribnjacima koji su bili nekoliko uzastopnih godina u pogonu. Ali posle nekoliko godina opet se smanjuje produktivnost ribnjaka, jer njegovo tlo osiromašuje bazama i iscrpljuju se hranjive materije u njemu, a ostaju samo teško rastopljive materije, koje vrlo sporo prelaze u rastvor. Ako se na ovo još nadoveže uobičajeno stvaranje treseta na dnu ribnjaka i obrazuje kora od korenja tvrde flore i sloja mulja, onda uloga tla u kružnom kretanju materija postaje sve manja i manja. Kod ovakvog stanja ribnjaka, a ono je takvo u većini slučajeva, đubrenje po suvom uopšte ne bi bilo celishodno. Prema ovome, trebalo bi kao pravilo uzeti đubrenje ribnjaka po vodi, jer ono deluje brže i sigurnije, nego kada se đubri po suvom dnu (Walter).

Smatrajući da i tlo ribnjaka ipak igra značajnu ulogu u opštoj produktivnosti ribnjaka, ribnjačari ulažu sve svoje snage da bi, po mogućnosti, sačuvali povoljnu strukturu i sastav tla ribnjaka putem isušivanja, izmrzavanja, mehaničke obrade, a ponekad i đubrenjem. Ribnjačar, takođe, ne treba da izgubi iz vida i masu korenja i mulja nagomilanog iznad zdravice,

koji pri raspadanju, ma da je ono vrlo sporo, daju ribnjačkoj vodi organsko đubrivo u vidu azota, ugljenika i drugih hranjivih materija, što je preduslov za uspešnu primenu mineralnog đubrenja po vodi.

Svako mineralno đubrivo, u upoređenju sa tлом ribnjaka, univerzalnim po sastavu i organskim đubrivom, ima jednostrano dejstvo. Ovo đubrivo može biti suviše tamo, gdje ima hranjivih materija u dovoljnoj količini i potrebnoj koncentraciji, a takođe i tamo, gde sastavni delovi ribnjačkog tla ili organskog đubriva, kao napr. mulj i flora u ribnjaku, ne uslovljavaju potpuno dejstvo ovog mineralnog đubriva. Po mišljenju Waltera ovim se mogu objasniti velika kolebanja rezultata kod upotrebe mineralnog đubriva. Tako, naprimer, osmatranja koja su vršena na ogleđnoj stanici u Wielenbachu, pokazuju, da mineralno đubrivo u novim ribnjacima nije davalo skoro nikakav efekat.

Takođe, samo mineralno đubrivo ne može samo po sebi dati značajne rezultate u ribnjacima sa peskovitim dnom, koje još nije obogaćeno organskim materijama, tj. humusom. S druge strane, uspešno delovanje samog mineralnog đubriva često se može objasniti time što je tlo u ribnjacima bogato organskim materijama. U tom slučaju, uspešno izabrano i pravilno primenjeno mineralno đubrivo izaziva potpunije iskorišćavanje svih proizvodnih snaga ribnjaka. Da bi mineralno đubrivo uspešno delovalo (uglavnom kalijumno i fosfatno), potrebno je da se u ribnjačkom tlu nalazi određena količina humusa.

Đubrenje obično počinje u aprilu i produžava se do polovine avgusta, a ponekad može i u kasnu jesen. Stajsko đubre izvozi se na ribnjake u proleće ili ujesen. Ako se izvozi ujesen, onda se obično zaorava, a ako se izvozi u proleće, onda se ne zaorava ukoliko se ribnjak odmah navodnjava. Ako se ribnjak ostavlja da letuje, onda se đubre zaorava.

Mineralna đubriva unose se 2—3 puta u toku vegetacionog perioda: u junu, početkom jula i u prvoj polovini avgusta. Walter preporučuje da se đubrenje vrši samo po lepom, sunčanom vremenu; po hladnom i tmurnom vremenu bolje je i ne počinjati đubrenje. Pri ovome Walter sprovodi potpunu analogiju đubrenja sa hranjenjem šarana. Naime, prihranjivanje šarana je takođe celishodno samo po lepom vremenu.

Mineralna đubriva rasipaju se u ravnomernom sloju i ne zaoravaju, izuzev kreča i krečnjaka, koji se razbacuju ravnomerno po dnu i malo prekopaju motikama.

Đubrenje malih ribnjaka po vodi može se vršiti sa obale, pri čemu se đubrivo razbacuje ručnim gvozdenim lopatama. Razbacivanje đubriva može se vršiti takođe i sa kola, koja na plitkim mestima mogu ulaziti u vodu. Na velikim ribnjacima đubriva se razbacuju iz čamaca, pri čemu se nastoji da se ne đubre mesta obrasla nadvodnom florom, kako bi se izbeglo još veće bujanje iste.

a) Zakon minimuma

Da bi sve hranjive materije uspešno delstvovale u ribnjaku, potrebno je da se one nalaze u određenom međusobnom odnosu.

U slučajevima, kada se količina jedne, ma koje hranjive materije spusti ispod određenog nivoa, nju ne samo što ne može zameniti ma koja druga hranjiva materija, nego rast i postojanje rasteња same biljke prestaje, pri čemu se rasteње ograničava baš tom hranjivom materijom, koja se nalazi u minimalnoj količini.

To je zapravo tzv. zakon minimuma, koji je otkrio hemičar Liebig.

Na ovom zakonu minimuma zasnovan je tzv. biološki metod bonitiranja voda. Da bi đubrenje bilo i efikasno i ekonomično, vodi se mora dati samo ona hranjiva materija, koja u njoj nedostaje.

Nizom ogleda ustanovljeno je, da se više ili manje povoljno delovanje neke hranjive tekućine zapaža po tome, što se u njoj dobro razvijaju jednočelične zelene alge (napr. *Protococcus*, *Zochlorella*, i t. sl.) i dafnije.

Sam ogled biološkog bonitiranja vrši se na sledeći način. Za probu se uzme veća količina vode (pola vedra) iz ribnjaka, i — pošto se profiltrira kroz papirni filter — usipa se po 0,5 l u čiste kapuste bočice (Erlenmajerice) zapremine 0,75 l. Nekoliko bočica ostavlja se za kontrolu i u njih se ništa ne sipa. U druge pak sipa se određena količina rastopljenih soli — sumporne, fosforne, azotne i sone kiseline; od baza uzimaju se natrijum, kalijum, amonijak, kreč, magnezijum, ferooksid. Rastvori se sipaju u bočice za prekapljavanje. Uzimaju se sledeći rastvori:

- br. 1 — 5% rastvor Na_2SO_4 — Glauberove soli
- br. 2 — 5% rastvor $\text{Na}_2\text{H}_4(\text{PO}_4)_2$ — primarnog natrijum-ortofosfata
- br. 3 — 5% rastvor NaNO_3 — salitre
- br. 4 — 5% rastvor NaCl — kuhinjske soli
- br. 5 — 5% rastvor KCl — kalijum-hlorida
- br. 6 — 5% rastvor $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — amonijum-sulfata
- br. 7 — 5% rastvor CaCl_2 — kalcijum-hlorida
- br. 8 — 5% rastvor MgSO_4 — gorke soli
- br. 9 — 1% rastvor FeSO_4 — zelene galice
- br. 10 — 2% rastvor $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — krečnog mleka
- br. 11 — bočica sa prevrelim stajskim đubretom
- br. 12 — bočica sa nalivom od sena (10 grama sena prelije se ključalom vodom, ostavi da stoji jedan dan i filtrira).

Ako se žele ispitati drugi proizvodi raspadanja biljaka i životinja, onda se postupa na isti način kao i pri pripremanju naliva od sena.

Zatim se u 12 bočica dodaje po 4 kapi rastvora br. 1—12, a posle toga uspe se po 1 kap mikroskopskih jednočeličnih zelenih alga, koje se mogu lako uloviti planktonskom mrežicom u nekom malom, zaraslom jezercu. Sve bočice zatvaraju se čepovima od vate i stavljaju u jedan red pod istim svetlosnim i toplotnim uslovima.

U slučaju, da u vodi dotičnog ribnjaka nedostaje ove ili one materije, to će se već kroz 2—3 dana zapaziti veće zelenilo u jednoj ili nekoliko bočica, u koje je usuta hranjiva materija, koje ima u nedostatku. Posle toga stavi se u sve bočice po nekoliko živih dafnija i posmatra se kako dodate materije utiču na njihov razvoj. Posle 8—10 dana obično se opažaju razlike, jer je ovaj period dovoljan za razvoj nekoliko generacija dafnija. Pošto se dafnije hrane algama (a po novijim ispitivanjima takođe i bakterijama), ad —špalta 8

to je celishodno nasađivati dafnije tek kada se alge donekle razviju. Ako se, naprimer, kroz 10 dana opazi da razvoj alga i dafnija u bočicama u koje je nasut rastvor br. 1, 2, 4, 5, 7, 8 i 10 nije veći nego u kontrolnim bocama, dok su rastvori br. 3, 6, 9, 11 i 12 izazvali naglo raščćenje, tada se može zaključiti da u vodi dotičnog ribnjaka nedostaje azotastih materija i železa, pošto se železo nalazi u bočici br. 9, a azotasta jedinjenja u bočici br. 3 sa salitrom, u bočici br. 6 sa amonijum-sulfatom, u bočicama br. 11 i 12 u obliku složenih organskih jedinjenja.

U drugoj seriji istih bočica ispituje se koja azotasta jedinjenja i u kakvoj koncentraciji deluju najefikasnije i koja količina soli železa pokazuje najbolje dejstvo.

Druga serija bočica puni se svežom filtriranim vodom, zatim otprilike u 6 bočica sipa se po 4kapi zelene galice iz bočice br. 9, a zatim 2, 4, 6, 8, 12, 16 kapi rastvora čilske salitre iz bočice br. 3. Zatim se opet uzme 6 novih bočica u koje se uspe po 4 kapi zelene galice iz bočice br. 9 i na isti način po 2, 4, 6, 8, 12, 16 kapi rastvora amonijum-sulfata iz bočice br. 6.

Sledećih 6 bočica služe za određivanje najpovoljnije količine železa, pa se u svaku naspe oko 6 kapi rastvora amonijum-sulfata ili čilske salitre, sem toga po 1, 2, 4, 6, 10, 15 kapi rastvora zelene galice iz bočice br. 9.

Ako naprimer bočica sa 2 kapi pokazuje najbolji razvoj, onda slobodno možemo zaključiti, da je nekorisno dodavati veću količinu železa, a može biti čak i štetno. Isto tako, u slučaju da u seriji bočica sa nitratima dodatak od 6 kapi izazove maksimalan razvoj, a veći dodatak ne pokazuje poboljšanje razvoja, bilo bi rasipništvo dodavati čilsku salitru u većoj količini nego što odgovara količini od 6 kapi njene rastopine.

Postignute rezultate u bočicama možemo lako primeniti u određenoj razmeri na ceo ribnjak, i to na sledeći način:

Pretpostavimo da srednja dubina ribnjaka iznosi 0,75 m. Tada će zapremina ribnjaka, koji ima površinu 1 ha, biti: $0,75 \times 10.000 = 7.500$ kubnih metara.

Ustanovili smo da je za 0,5 l vode iz ribnjaka potrebno 2 kapi rastopine zelene galice i 6 kapi rastopine čilske salitre. Jedna kapljica teška je oko 0,05 gr. Prema tome, potreba železa iznosi $2 \times 0,05 \text{ gr} = 0,1 \text{ gr}$ jednog procentnog rastvora zelene galice i $6 \times 0,05 \text{ gr} = 0,3 \text{ gr}$ petprocentnog rastvora čilske salitre na 0,5 l vode.

Prema tome, na 1 litar vode treba $0,1 \times 2 = 0,2 \text{ gr}$, a na 1 m^3 potrebno je $0,2 \times 1.000 = 200 \text{ grama}$; na kraju, na ceo ribnjak od 7.500 m^3 potrebno je: $7.500 \times 200 \text{ gr} = 1.500 \text{ kgr}$ jednog procentnog rastvora. Ako se obračuna u suvom stanju, za ceo ribnjak biće potrebno 15 kg zelene galice.

Na isti način možemo izračunati potrebnu količinu čilske salitre: $0,3 \times 2 = 0,6 \text{ gr}$; na 1.000 litara = 600 gr; na $7.500 \text{ m}^3 = 4.500 \text{ kg}$ 5% rastvora, ili 225 kg suve čilske salitre. Ovaj način, ma da iziskuje dosta strpljenja — ali kao jedini tačan za određivanje ovog ili onog đubriva — trebalo bi preporučiti našim ribnjačarstima, koja vrše đubrenje ribnjaka. Ovaj način ne zahteva neko specijalno znanje hemije i potpuno je pristupačan svakom pismenom ribnjačaru, koji se njime može koristiti u praktične svrhe, ukoliko ima ma i najprostiju sobu-laboratoriju, bez koga se u sadašnje doba teško može i zamisliti napredno ribnjačarstvo.

Na osnovu do sada poznatih nam činjenica o opštoj rezervi hranljivih materija u našim vodama može se reći, da najglavnijih materija ima u dovoljnoj količini, sa izuzetkom fosfora, kalijuma, kreča i azota, koji vrlo često nedostaje, pa zato i zaslužuje najveću pažnju sa naše strane. Ali, u minimumu mogu biti ne samo hemijski elementi, nego i fizički faktori, kao što su: svetlost, vazduh, temperatura, sastav zemljišta, itd. Svi ribnjačari moraju biti dobro upoznati s tim, od koliko velikog je značaja toplo ili hladno ljetno. Ako je zakon minimuma postao najvažniji zakon za poljoprivredu, onda ribnjačar ne treba da vrši đubrenje od oka i na sreću, nego tek pošto se prethodno uveri koje se od hranljivih materija nalaze u ribnjaku u nedostatku ili u suvišku. Hemiska analiza vode, koja se može izvršiti u dobro uređenom laboratorijumu ili na najbližoj ribarskoj stanici, može mnogo što-šta da pokaže ribnjačaru, ali ipak ne sve, jer analiza ne može da predoči niz fizičkih ili bioloških faktora koji su od presudnog značaja za pravilno iskorišćavanje materija za ishranu i đubrenje.

Vodu za ispitivanje ne treba uzimati odmah posle navodnjavanja ribnjaka, već otprilike mesec dana kasnije, kada se putem razmene sa tлом stvori izvesna hemiska ravnoteža u vodi.

Vodu za probu treba uzimati samo sa dna, jer samo ona može pokazati uticaj tla na vodu. Ako želimo da odredimo tačnu potrebu naših ribnjaka u vrsti đubriva, onda pri izboru treba da se pridržavamo direktnih oglada. Prvo treba izvršiti ogled na malim jezerima, a onda prelaziti na velika.

U posljednje vreme u Liebigov zakon maksimuma unesena je korektura u vidu Mičerlihogovog zakona ili zakona zajedničkog delovanja svih faktora, prema kome prinos ne zavisi samo od faktora, koji se nalaze u minimumu, nego i od svih ostalih (Zernov). Na ribnjacima ovaj zakon još nije dobio primenu.

b) Zakon maksimuma

Ogledima je ustanovljeno da se efektivnost neke hranjive materije može ograničiti ne samo zakonom minimuma, već i zakonom maksimuma, pošto višak ma kojeg od glavnih đubriva ne izaziva odgovarajuće povećano delovanje, već ostaje na istom nivou kao i pri manjoj dozi; ako se ova doza još poveća, onda se može primetiti štetno delovanje na porast hranjive flore.

Ranije smo videli primere maksimuma kod železa, ali se oni primećuju i kod drugih materija. Pojave maksimuma opažaju se i u odnosu na neke fizičke faktore.

Usled ovoga, uspeh đubrenja leži u određenim granicama između minimuma i maksimuma. Ako se ove granice pređu, bilo naniže ili naviše, pa makar to bilo samo kod jednog hranljivog elementa, onda nećemo dobiti nikakav efekat, pa čak i ako se drugi elementi budu nalazili u normalnim količinama. Zato je potrebno detaljno ispitati vodu i odrediti tačnu dozu đubriva. Pri sadašnjem stanju našeg znanja još nismo u mogućnosti, da sav kompleks ovih zakonomernosti izrazimo u brojkama i receptima, i to usled neverovatno velike raznovrsnosti i složenosti hemiskih i fizičkih faktora, koji učestvuju u problemu đubrenja.

IV MINERALNA ĐUBRIVA

U ribnjačarstvu se primenjuju iste vrste mineralnih đubriva, kao i u poljoprivredi. Na prvo mesto treba staviti kreč. Isto tako važna je fosforna kiselina u obliku kalcijumovih fosfata.

Glavna sirovina za dobijanje fosfata su fosforiti, apatiti i koštano brašno. Po hemiskom sastavu to su tertijarni fosfati $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ i odlikuju se time, što su skoro nerastopljivi u vodi, zbog čega se i primenjuju u neprerađenom stanju samo na kiselim i tresetnim tlima. Pri obradi ove sirovine sumpornom i sonom kiselincem dobija se superfosfat, sastava — $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ — kalcijumov primarni fosfat, — koji je lako rastopiv u vodi i deluje brže i aktivnije od svih ostalih fosfata. U SSSR-u superfosfat se sada dobija uglavnom od hibinskog apatita sa poluostrva Kola i smatra se najčistijim u upoređenju sa drugim markama ovog đubriva, koje se doskora uvozilo iz inostranstva. Superfosfat sadrži 15—20% čiste fosforne kiseline. Superfosfat se obično primenjuje zajedno sa kalijumovim đubrivom, prema Hofer-ovom receptu.

Thomasova drozga dobija se kao otpadak pri rafinaciji železa, a pretstavlja so sastava — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaO}$ (tercijarni kalcijumov ortofosfat). Kao so, koja je vrlo slabo rastopiva u vodi, Thomasova drozga deluje vrlo lagano, ali može dobiti široku primenu na kiselim i tresetnim tlima.

Dvostruki superfosfat dobija se delovanjem fosforne kiseline na fosforit. Blagodareći odsutnosti gipsa, koji obično prati superfosfat, dvostruki superfosfat, proizveden pomoću sumporne kiseline, sadrži 30% P_2O_5 .

Precipitat je mešavina sekundarnog i donekle terciarnog fosfata, koji se dobija taloženjem fosforne kiseline pomoću krečnog mleka. Biljke najbolje uzimaju sveže taložene fosfate (sekundarne i tercijarne) koji se dobijaju na gornji način, a sadržina P_2O_5 u njima dostiže 30—35%.

Superfosfat je dosta skupo đubrivo, ali je efikasnost izvanredno visoka, te dvostruko uzvraća utrošena sredstva. Nije uzalud apatit, kako se to lepo izrazio akademik Fersman, nazvan »kamenom plodnosti«.

Dosta važna univerzalna mineralna đubriva, ali mnogo manje nego fosfati, su kalijumove soli u vidu karnalita — $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, kainita — $\text{KCl} + \text{MgSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ i silvinita — $\text{KCl} + \text{NaCl}$, sa sadržinom od 44% kalijum hlorida. Od mineralnih đubriva za naše ribnjake možemo preporučiti: od fosfata — superfosfat; od kalijumovih soli — solikamski silvinit. Na mineralnim đubrivima, kao što su: čilska salitra NaNO_3 , norveška salitra $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, amoniske soli: amonijum sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, amonijum karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ itd., nećemo se zaustavljati, jer prvo nekih od ovih đubriva nema u većim količinama, i drugo, otkako se primenjuje poznati metod bezazotnog đubrenja po Hoffer-u, ova đubriva su izgubila svoj pređašnji značaj i dobila drugostepeni.

a) Kalcij

Kalcij u vidu kreča jedno je od najvažnijih đubriva za ribnjake. U ratarstvu je uobičajeno, da se kreč naziva đubrivom indirektnog dejstva. Smatramo, da ovakva kvalifikacija kreča nije tačna sa ribnjačarske tačke gledišta, te ga razvrstavamo kao đubrivo sa dvostrukim delovanjem, pošto ga flora, a naročito fauna — uključujući i same ribe, u ogromnoj količini, mnogo većoj nego na njivama, troše kao direktnu i neposrednu hranjivu materiju. Uporedo s tim, on



Preslica — Equisetum

deluje na hemijske i fizičke procese u vodi i na dnu ribnjaka, vršeći na njima ponekad korenite izmene: to će biti njegovo indirektno delovanje. Svim vodenim biljkama i životinjama potrebne su kalcijumove soli, u čijem nedostatku su vode



Oštrika — *Carex acuta*

slabo hranjive (oligotrofne), a prema tome daju i malu produkciju ribe. Ali to nije sve: u takvim ribnjacima i riba vrlo sporo raste i ne dostiže one norme koje se dobijaju u ribnjacima bogatim hranom (eutrofnim).

Veliki značaj kreča za ribu može se videti već i po tome, što soli kreča, koje sačinjavaju skelet ribe i ulaze u sastav njenih tkiva, sačinjavaju oko 26% težine ribe. Još 1880 godine švajcarski ihtiolog Weit pisao je, da ribe, naročito lososi u švajcarskim vodama, utoliko bolje napreduju ukoliko su vode bogatije krečom. Nemački naučnik-ribnjačar Knaute pisao je 1901. godine da »bez kreča uopšte ne možemo računati na dobru produkciju ribe«. To pokazuje sa koliko pažnje treba pratiti kretanje kreča u ribnjaku. Po Hanemann-u, zajedno sa prinosom od 400 kg šaranskog mesa po 1 hektaru površine ribnjaka izvlači se svake godine iz ribnjaka oko 4,76 kg kreča — CaO i 4,65 kg fosforne kiseline — P₂O₅. Pošto suvišak kreča, koji se baca u ribnjak može biti štetan, potrebno je količinu saobraziti hemiskoj analizi, koja se izražava, ako ne tačnim brojevima, a ono bar rečima: »mnogo« — »malo«. Sem toga, ribnjačar mora uskladiti količinu kreča prema kvalitetu materijala, kojim raspolaže za zakrečavanje.

Čisti kreč — CaO — je jaka baza i zato se energično jedini sa svim kiselinama: sumpornom, huminskom, oksalnom, taninskom i dr., koje susreće u mulju i tlu ribnjaka. Neutralizacija kisele reakcije je jedna od glavnih osobina kreča, kao indirektnog đubriva.

Živi kreč — CaO — dobija se iz raznih krečnjaka. Pri žarenju iz krečnjaka izvetrava ug-

ljena kiselina, a ostaje samo tzv. čisti paljeni kreč, prema jednačini: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Sam kalcijumov karbonat, koji ima slabo bazičnu reakciju, što se može poznati po prelazu ljubičaste lakmusove hartije u modru boju, ne deluje tako energično kao kreč — CaO, ali je ipak sposoban da potpuno neutrališe sve kiseline, pri čemu ugljena kiselina izvetri, prema jednačini: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaSO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Krečnjak se može upotrebljavati za zakrečavanje ribnjaka u samlevenom stanju, a također i u vidu rastresitih minerala, poznatih pod nazivom: dolomitno brašno, jezerski mulj, glinenac i lapor-krečnjak, sa znatnom primesom gline (80—90%), koja se uglavnom sastoji iz aluminijumovog oksida Al₂O₃. U rastresite krečnjake treba, takođe, ubrojati tzv. saturacioni mulj, koji se dobija kao otpadak pri proizvodnji šećera.

Od rastresitih minerala naročitu pažnju zaslužuju dolomitno brašno i jezerski mulj, jer ova đubriva uopšte ne treba mleti, već se mogu upotrebljavati za zakrečavanje u onakvom stanju, u kakvom se dobijaju. Lapor je rastresiti krečnjak, koji sadrži veliki procenat gline (80—90%), koja ponekad dolazi kao nepotreban balast, a ponekad i štetan, jer dovodi do nepotrebnog stvaranja gliba na dnu ribnjaka, što naročito nije poželjno u ribnjacima, u kojima riba prezimljuje.

Uporedo sa neutralizacijom kiseline, kreč izaziva u tlu ribnjaka čitav niz drugih poboljšanja. Povezujući čestice tla u grudvice, kreč poboljšava njegovu fizičku strukturu, pošto ga rastresa i čini pristupačnijim za prodiranje vazduha (aeraciju). Ulazeći u hemiska jedinjenja



Hara — *Chara fragilis*

sa silikatima (složena jedinjenja kremične kiseline), kreč ih delimično prevodi u rastvorivo stanje i na taj način vezuje sastojke tla. Hranjive materije, nataložene na dnu, bez kreča ostaju »mrtav kapital«. Zatim, kreč je neophodno potreban za razvoj bakterija, koje vrše nitrifikaciju i bakterija koje skupljaju azot, a koje su izvanredno osetljive na huminsku kisel-



Mrestnjak — Potamogeton

nu. Takođe, vrlo važnu ulogu igra kreč u procesu razaranja pentozana, ove vrlo važne grupe ugljenih hidrata, koja predstavlja hranjivu materiju (supstrat) za jako štetne bakterije-denitrifikatore, koje se nalaze u ribnjacima.

U kiselim, neutralnim i slabo bazičnim ribnjacima, koji lako mogu prelaziti u kisele, kreč je apsolutno potreban. Ribnjaci sa srednje bazičnom reakcijom ne moraju se zakrečavati, a u visoko bazičnim ribnjacima zakrečavanje bi bilo ne samo suvišno, već i štetno. U slučaju kada voda, kojom se ribnjak navodnjava, sadrži mnogo kreča, vrši se postepena dekalifikacija (oduzimanje kalcijumovih soli pomoću vodenih biljaka), koju možemo ubrzati izgradnjom naročitog jezera za taloženje (u njega treba bacati granja).

Takve biljke, kao što su: tresetna mahovina — Sphagnum, preslice — Equisetum, oštrika — Carex acuta, mogu poslužiti kao indikatori koji ukazuju na nedostatak kreča u ribnjaku. Neke biljke, koje vole kreč, kao napr. helodeja, ili vodena kuga, i sporangična biljka hara — Chara frangilis, ukazuju na izobilje kreča. O postojanju kreča u zemljištu možemo se lako uveriti, ako pregršt zemlje prelijemo sonom, azotnom ili sirćetnom koselinom. Zemlja momentano uzavri usled izlučivanja gasovite ugljene kiseline, prema jednačini: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Vrenje će biti utoliko jače i duže, ukoliko ima više kreča.

Vrlo su siromašne u kreču peskulje i barska tla (na izrazitim močvarama), manje su siromašne peskovite ilovače i ilovaste peskulje a najbogatiji su černozemi i krečnjačke vrste tala.

Zakrečavanje se obično vrši ujesen na ispuštenim ribnjacima, po još vlažnom dnu, ali u nekim slučajevima ono je također celishodno u proleće i leto po vodi, naprimer, pri obaveznoj alkalizaciji kiselih voda, pre đubrenja kalijumom i fosforom.

Što se tiče određivanja doze kreča, to svi najnoviji autori — Demoll, Kirsanov, Schäperclaus — slažu se u tome, da doze kreča treba određivati u zavisnosti od toga, koliko se kreča nalazi u tlu. Prema tome, strogo uzevši, opšti recept za zakrečavanje ne može se zasada određiti. Ali Schäperclaus — ipak bliže nego svi drugi autori — prilazi ovom tako važnom pitanju za praksu, uzimajući iz ratarstva način određivanja potrebne količine kreča u tlu ribnjaka po veličini pH vrednosti, a prema sledećim podacima:

Potreba CaO (u centnerima ¹⁾ na 1 ha)

Velicina pH u tlu	Teška glinasta tla i peskovite ilovače	Ilovaste peskulje	Peskulje
Kiselije od 4	40	20,0	12,5
4 — 4,5	30	15,0	12,5
4,5 — 5	25	12,5	10,0
5 — 5,5	15	10,0	5,0
5,5 — 6	10	5,0	2,5
6 — 6,5	5	5,0	0,0

Prema navednim podacima određuje se i doza kreča u zemlji. Da bi se odredila ukupna



Idjirot — Acorus calamus

¹⁾ Centner je ruska mera za težinu, a iznosi 61,72 kg.

potreba kreča za neki ribnjak, odgovarajućem pokazatelju, koji je gore izložen, treba dodati količinu kreča potrebnog za vodu, a koju je Schäperclaus uslovno odredio za sve ribnjake otprilike 2 centnera na 1 ha.

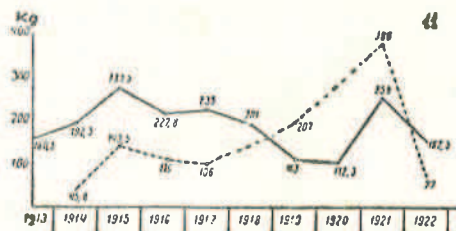
Schäperclaus predlaže još jedan način za opšte određivanje doze kreča koji je potreban ribnjaku, a koji se sastoji u tome, da se obustavi priticaj vode i ribnjak zakrečava sve dotle, dok za određivanje bazičnosti ne bude potrebno najmanje 0,5 — 1 ccm decinormalnog rastvora sone kiseline. Ova veličina povećava se na 1—2 ccm ako želimo da povećamo produkciju ribnjaka i ako je u planu da se on đubri. Ako su tlo i voda jako siromašni u kreču, onda — prema Schäperclaus-u i Reinecker-u — dozu kreča treba odrediti bez ikakvih tablica na 10—15 centnera po 1 ha. Tu istu normu oni preporučuju i za dezinfekciju ribnjaka.

Zasada, dok kod nas još nisu ustanovljene norme zakrečavanja u vezi sa rajonizacijom tala, možemo se koristiti gore navedenim normama Schäperclaus-a za živi kreč, a za kalcijumov karbonat — CaCO_3 — ratarskim normama Prjanjišnjikova, prema kojima se količina mlevenog krečnjaka (i drugih kalcijumovih đubriva) uzima ovako: za lake zemlje 2—3 tone/ha, a za teža glinasta tla 6—7 tona/ha.

Po pitanju izbora između živog kreča i kalcijum karbonata (krečnjaka) neophodno je potrebno rukovoditi se ciljevima, koji se žele postići zakrečavanjem: ako se želi da koristi kreč kao đubrivo za laka zemljišta, kao neutralizator kiseline, onda se upotrebljava krečnjak, a naročito rastresite vrste krečnjaka. U cilju dezinfekcije treba upotrebljavati živi kreč, kao jaku bazu, koja ubija sve štetocine iz svih vrsta životinjskog sveta i bakterija. Zbog svoje ekonomičnosti, zakrečavanje karbonatima dobilo je najširu primenu, jer bi zakrečavanje krečom većih površina mladičnjaka, a naročito šaranskih odgajivališta, skupo stajalo zbog njegove visoke cene i bilo bi preskupo i za najbogatija ribnjačarstva.

Uopšte, eksperimenti sa zakrečavanjem često su davali protivurečne rezultate, što je potpuno razumljivo, ako se uzme u obzir karakter delovanja kreča. Kreč može delovati kao posredno đubrivo, koje prikuplja druge hranjive materije i uvodi ih u kružno kretanje materija, samo u tom slučaju ako postoji dovoljna rezerva tih materija. U slučaju kada takve rezerve nema, naprimer na zemljištu siromašnom humusom ili na neplodnom tresetnom mulju, kreč brzo iscrpljuje malu rezervu hranjivih sastojaka i čini vodu skoro sterilnom. Prema tome, u takvim ribnjacima zakrečavanje bi donelo samo štetu, ako se ne bi jednovremeno primenjivalo i đubrenje ribnjaka. Hranjive materije ribnjaka brzo se iscrpljuju ako se u toku niza godina vrši obilato zakrečavanje i u takvim slučajevima ribnjak se mora đubriti neprekidno novim količinama odgovarajućeg đubriva, sve dok kreč ne počne ponovo ispoljavati svoje korisno dejstvo. Iz gore navedenog proizilazi, da jednostrano

đubrenje samim krečom daje dobre rezultate samo u ribnjacima, koji su u toku nekoliko godina đubreni drugim đubrivima, kao što je napr. kalijum i fosfati. Uticaj samog zakrečavanja na plodnost ribnjaka dobro je ispitan na ribnjačkoj oglednoj stanici u Wielenbach-u u Nemačkoj, na ribnjacima sa tresetnim zemljištem (uzdignute močvare), a prikazan je na grafikonu:



1 1914. godini ribnjak nije bio đubren i prirast šarana u njemu bio je mali — 45,8 kg/ha; 1915. godine ribnjak je nađubren superfosfatom i 40%-nom kalijumovom soli — prirast šarana povećao se više nego za tri puta — 143,5kg/ha. Pošto je ovo povećanje bilo izazvano kiselim superfosfatom zajedno sa kalijumom, bez dodavanja kreča, to smo u pravu da zaključimo, da reakcija dna ribnjaka nije bila kisela. U 1916. i 1917. godini, kada je ribnjak nađubren superfosfatom, kalijumom i kompostom od site, nije bilo izrazitog efekta. Ali 1919. godina, kada je obilno nađubren superfosfatom, postignut je vrlo visok prirast, pogotovu ako se uzme u obzir rđavo, hladno leto 1919. godine. Može se pretpostaviti da je takva produktivnost bila postignuta slučajnim sticajem nekoliko povoljnih faktora odjednom, a među njima i tim, što je ribnjak prethodne godine bio korišten kao mladičnjak i prema tome, bentos je u njemu bio pošteđen od mlađa u prvoj polovini sezone, pa je zato mogao obilato da se razvija u sledećoj, 1919. godini i da uslovi naročito visoku produktivnost ribnjaka. Prirast 1919. godine, koji je uveliko prevazišao srednji prirast ribnjaka nađubrenog superfosfatom pokazuje, da je ribnjak — zahvaljujući sistematskom đubrenju — nagomilavao znatnu količinu hranjivih soli. Na taj način, 1918. godine od velikih količina superfosfata, kojima je ribnjak bio nađubren, tlo nije bilo u stanju da upije toliku količinu, kao prethodnih godina, te je on ostao u vodenom rastvoru i prouzrokovao je prinos u 1919. godini (Demoll).

Posle toga, pošto je ribnjak sa barskim tlom u toku 1920... godine letovao, 1921. god. bio je nađubren jedino krečnjakom u velikoj količini — 75 centnera po hektaru, pa je kao rezultat u 1921. godini dao rekordan prirast od 380 kg/ha, nadmašivši produktivnost svih ostalih oglednih ribnjaka u Wielenbach-u.

Na osnovu ovog ogleđa sigurno je ustanovljeno, da ribnjaci na barskom tlu mogu prikupljati veliku rezervu hranjivih soli i da njihova apsorpciona sposobnost nije bila smanjena usled kisele reakcije tla. Demoll na sledeći način ob-

jašnjava visok prinos u 1921. godini: »Da u navedenom slučaju uzrok ne leži u prethodnom letovanju ribnjaka opovrgava se time, što je dno ribnjaka za celo vreme bilo vlažno u tolikoj meri, da je u njemu uspela da se razvije vodena fauna, koju je šaran iskoristio sledeće, 1921. godine«. Ali najvažniji momenat, po njegovom mišljenju, sastojao se u tome, što je zemljište ribnjaka sa barskim tлом raspolagalo neobično jakom apsorpcionom sposobnošću i nagomilavalo u toku niza godina đubriva, koja su bila razbacivana, dajući s vremena na vreme jedan deo od njih vodenoj fauni. Količine kreča, koje su bile razbacivane zajedno sa Thomasovom drozgom, nisu bile u mogućnosti da izazovu korenite promene i jedino jako zakrečavanje 1921. godine primoralo je koloide tla da se istalože i da se oslobode nagomilane soli. U ovom slučaju osiromašilo je samo tlo, što se i odrazilo u lošem prirastu sledeće, 1922. godine, kada je — bez obzira na đubrenje fosforom — prinos opao na 77 kg/ha.

Takođe je neophodno podvući, da se kreč baca u ribnjake ne samo odelito za određene ciljeve, već i uzgred u vidu čitavog niza fosfata (superfosfat, Thomasova drozga, precipitat, i t. sl.). U ovim slučajevima imamo samo direktno delovanje kreča kao đubriva, a ne kao faktora, koji prikuplja prikrivene hranjive materije iz tla ribnjaka i koji poboljšava fizička svojstva tla.

Na taj način vidimo, da po pitanju zakrečavanja treba biti oprezan i da se u svakom posebnom slučaju treba rukovoditi hemiskim analizama tla i vode.

b Fosfor

Fosforna đubriva spadaju u najefektivnije vrste đubriva.

Ogledi su pokazali, da se fosfor u vidu fosfata može preporučiti za đubrenje ribnjaka čak i

bez prethodne analize vode i tla ribnjaka, pošto je fosfor u većini slučajeva deficitni element (Walter, Demoll i Schäperclaus). Naročito su siromašna fasforom peskovita i izdignuta močvarna tla.

Ravna močvarna, glinasta, glinasto ilovasta, krečnjačka i humusna tla sadrže otprilike istu količinu (0,2% od suve materije) fosforne kiseline (P_2O_5). Isto tako, sadržina fosfora u vodi ribnjaka ne koleba se mnogo, ali slojevi vode pri dnu imaju ga mnogo više nego površinski. Tako, naprimer, prema analizi Brejest-a, voda ribnjaka sadrži prosečno 0,03—0,016 mg fosfora na 1 litar, a neposredno kod dna do 0,23 mg/l; u tlu osušenog nenađubrenog ribnjaka ima prosečno 0,188%, a u tlu ribnjaka nađubrenog fosfatima — prosečno 0,266%.

Fosfor, slično kalijumu, pošto se baci u ribnjak ne zadržava se u njemu, već ga tlo brzo upija. Sudbina upijenog fosfora može biti vrlo raznolika: delimično se rastvara, delimično ostaje u nerastvorenom stanju, a delimično prelazi u najmanje rastvorivo stanje u vidu tercijarnog kalcijum-ortofosfata $Ca_3(PO_4)_2$ i ferrofosfata (vivijanita) $Fe_3(PO_4)_2 + 8H_2O$. Jedan deo fosfora ostaje u sitno dispergiranom stanju i u takovom obliku mogu ga vodeni organizmi neposredno iskorištavati.

Rastopivih jedinjenja fosfora ima više u samom tlu nego u donjim slojevima vode. Prema tome, razni mikroorganizmi, koji žive u tlu ribnjaka do dubine od 40 sm, a među njima i bakterije, iskoristiće mnogo bolje ova jedinjenja. Mnogi eksperimenti pokazali su, da se već pri đubrenju samo fosforom nađubrenjem postiže veoma značajno povišenje produktivnosti ribnjaka, kako se to vidi iz dole navedenih podataka, dobijenih na osnovu oglednih đubrenja na ribnjačkoj oglednoj stanici u Wielenbach-u, koji su vršeni u toku 6 godina (1913—1918. god.).

REZULTATI OGLEDNIH ĐUBRENJA FOSFOROM, KALIJUMOM, AZOTOM I UGLJENIKOM NA WIELENBACHSKOJ STANICI (U KG NA 1 HA)

	1913. g.	1914. g.	1915. g.	1916. g.	1917. g.	1918. g.
1. Nenađubreni	165 (2)	114	135	113	163	95
2. Kalijumova so			167	145		195
3. Superfosfat				225	222	195
4. Tomasovo brašno					216	195
5. Renanija-fosfat						179
6. Kreč					212	75 (2)
7. Superfosfat + kalcijum karbonat					236	196
8. Superfosfat + kalijumova so	160	192 (2)	283	215	211	208
9. Superfosfat + usitnjavanje dna						239
10. Tomasovo brašno + kalijumova so			199 (2)			
11. Zeleno đubrenje	253					
12. Zeleno đubrenje + kalijumova so	251					
13. Organsko đubrenje: džibra melasa, saturacioni mulj i dr.			188 (2)	168 (2)		238 (2)
14. Organsko đubrenje + superfosfat + kalijumova so			279	213		
15. Organsko đubrenje + Tomasovo brašno					192	189
16. Azot + kalijumova so	151	81				
17. Azot + superfosfat	197	111 (2)				
18. Azot + superfosfat + kalijeva so	177	143				
19. Azot + superfosfat + kalijeva so + organsko đubrivo	1	152				

Primerbe:

1. Prirast je označen u kg/ha.
2. U 6. redu — svi ribnjaci, koji su 1917. godine bili dubreni kalcijum-karbonatom, bili su prethodnih godina dubreni fosforom. Oba ribnjaka u 18. redu bila su dubrena paljenim krečom.
3. U 13. redu — 1918. godine dubreni stajskim đubretom.

Glavni fosfat — superfosfat — preporučljivo je da se razbaca u malim obrocima, uzimajući u obzir njegovu jako kiselu reakciju, kao i to da fosforna kiselina, koja je unesena u ribnjak, vrlo brzo nestaje iz vodene mase, trošeći se u hemiskim i biološkim procesima, a delimično se taloži i kao da se magazinira u tlu u vidu teško rastopivih jedinjenja sa krečom, magnezijumom i železnim oksidom. Rukovodeći sa ovim, u početku su fosforna đubriva bila unošena vrlo često i u malim obrocima: tako naprimjer, na oglednim ribnjacima u Sachsenhausenu, čije dno ima jaku filtracionu sposobnost, unosi se superfosfat dva puta nedjelno, a za ceo vegetacioni period 30—40 puta; na oglednim ribnjacima u Wielenbach-u čak do 50 puta. Ipak, tako često unošenje fosfora nije ni malo povećalo efekat. Zato se u početku stalo na đubrenju 9 puta i na kraju 3 puta — koje se sada manje — više svuda primenjuje.

Među najbolja fosfatna đubriva ubrajaju se superfosfati, u kojima se fosforna kiselina nalazi u lako rastopivom stanju. Manje su aktivni — zbog slabe rastopivosti — Thomasova drozga i precipitat. Njih ipak moramo staviti ispred ostalih, kada se upotrebljavaju na kiselim tresetnim ribnjacima, pošto će im huminska i ugljena kiselina obezbediti rastopivost.

Obzirom na zapažene neuspehe pri đubrenju fosfatima, pokazalo se kao neophodno da se obrati veća pažnja na svojstva tla prilikom primene i razbacivanja fosfata. U prvom redu potrebno je odrediti procenat kreča i stepen kiselosti tla, zatim sposobnost tla za filtraciju. U

praksi postoje primeri sa vrlo dobrim rezultatima teško rastvorivih osnovnih fosfata tipa Thomasove drozge — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaO}$. Takvi su, naprimjer, ribnjaci koji imaju jaku sposobnost za filtraciju, ili ribnjaci sa huminsko-kiselim barskim ili mineralno kiselim tlom, a takođe i ribnjaci sa lakim peščanim tlom, koje je bogato humusom, a siromašno u kreču, sa slabom apsorpcionom moći ili sa slabo bazičnom vodom, koja lako prima nakiseo karakter. Ovde se mogu uvrstiti i ribnjaci, čije je tlo već ranije obogaćeno fosfornom kiselinom usled ranijih đubrenja i na kraju, takvi ribnjaci, na kojima bi često đubrenje bilo neostvarivo iz ekonomskih razloga.

Nasuprot ovome, superfosfate možemo preporučiti za vode i tla koja imaju bazičan karakter, ne filtriraju i imaju velike sposobnosti za apsorpciju (glinasta, glinaste ilovače). U sličnim slučajevima i superfosfat i osnovni fosfati raspoređuju se na manji broj ali veće doze. Pri nepovoljnim uslovima, tj. na kiselim tlima i tlima koja filtriraju ili imaju slabu sposobnost apsorpcije, celishodnije je da se đubrivo unosi češće, ali u manjim obrocima. Ali — i na glinastim i na teškim tlima i na glinastim ilovačama možemo biti manje oprezni samo u slučaju, ako je zemljište dovoljno zasićeno krečom, jer bi u protivnom slučaju pretila opasnost da glinasto tlo apsorbuje rastopivu fosfornu kiselinu i pretvori je u teško rastopivu. Analogna pojava imaće primenu i na tlima, koja su bogata železom, pošto ono obrazuje teško rastopivi ferofosfat vivijanit — $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 8\text{H}_2\text{O}$. I nepotrebno izlučivanje i taloženje rastvorive fosforne kiseline u vidu nerastvorivih jedinjenja mogu se sprečiti na taj način, što će se đubriti češće, ali u manjim dozama (Walber).

(Nastavit će se)

Pregled stručnih knjiga i časopisa

PRUGININ J. I N. LIPSHITZ: SUZBIJANJE ŠTETNOG BILJA U RIBNJACIMA. *Bamidgeh* 9 (3) 50—62, 1957.

Bilje u ribnjacima je raspoređeno u tri pojasa. U prvom se pojasu nalaze biljke, koje rastu na nasipima ribnjaka i ne ulaze u vodu. Drugi pojas sačinjava uronjeno vodeno bilje, kojem se samo korenjenje nalazi u vodi, a ostali dio raste iznad vode. Ovo se bilje susreće do dubine vode od 50 cm. Treći pojas, pojas vodenog bilja, sačinjavaju tri grupe: podvodne biljke, ukorjenjene na dnu ribnjaka (A grupa — *Myriophyllum*, *Potamogeton* i dr.), biljke ukorjenjene na dnu ribnjaka s lišćem koje pliva na površini vode (B grupa — *Potamogeton nodosus*, *Nuphar luteum* i dr.) i nepričvršćene biljke koje pli-

vaju ispod površine vode (C grupa — *Ceratophyllum demersum* i dr.).

Biljke su štetne za ribnjačarstvo na dva načina: prvo, one konkuriraju ribama kod iskorištavanja hranljivih tvari, kako onih prirodnih, tako i unesenih putem gnojenja i drugo, one predstavljaju mehaničku smetnju, smanjujući površinu ribnjaka koju mogu iskoristiti ribe i ometajući rad na ribnjacima (zapliću mreže, itd.). Biljke prvog pojasa su najmanje štetne — one su i korisne, jer na pr. smanjuju odronjavanje nasipa. S druge strane, po navodima autora, biljke trećeg pojasa su najštetnije.

Kod razmatranja metoda suzbijanja bilja, biljke su podijeljene u dvije grupe: bilje na nasipima i vodeno bilje. Za uklanjanje vegetacije na nasipima postoje tri načina: napasivanje govoda, košnja ili