



Šetrný způsob vápnění rybníků

P. Hartman





Šetrný způsob vápnění rybníků

P. Hartman

VYDÁNÍ PUBLIKACE BYLO USKUTEČNĚNO
ZA FINANČNÍ PODPORY PROJEKTU:

Inovace prezenčního studia bakalářského studijního oboru Rybářství

(CZ.1.07/2.2.00/15.0076)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ISBN 978-80-87437-60-5

OBSAH

ÚVOD	6
1. LITERÁRNÍ PŘEHLED – VÝZNAM VÁPNIKU V RYBNIČNÍM PROSTŘEDÍ	6
1.1. Způsob vápnění podle Janečka (1976)	7
1.2. Způsob stanovení půdního „disponibilního“ vápníku	8
2. METODA A MATERIÁL	8
2.1. Odběr vzorků rybníční půdy	8
2.2. Laboratorní stanovení disponibilního vápníku v rybníční půdě (Drbal a Bastl, 1988)	9
3. VÝSLEDKY ANALÝZ A JEJICH UŽITÍ	10
3.1. Dílčí výsledky analýz disponibilního vápníku na rybnících města Č. Budějovic	12
3.2. Letní – „dezinfekční“ vápnění rybníků na vodu	12
3.3. Příjmy a výdaje vápníku v rybníčních soustavách	13
3.4. Bezpečnost a ochrana zdraví při vápnění rybníků	13
4. SOUHRN	13
LITERATURA	14

ÚVOD

Součástí péče o rybníční produkci je vápnění rybníků. Určujícím faktorem pro aplikaci vápníku byla až doposud alkalita, resp. kyselinová neutralizační kapacita (KNK) vody zadržené v rybníku. Se zásobami vápníku v rybníční půdě, či s přísunem vápníku z povodí rybníka nebylo počítáno.

Trvale udržitelný stav rybníčního prostředí a jeho zkvalitňování pro chov ryb předpokládá rozšířit hodnotící kritéria pro aplikaci vápníku o kontrolu vápníku v rybníční půdě. Jedná se o vápník, který vstupuje do roztoku hydrogenuhličitanu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ za pomoci H_2CO_3 na styku vody se dnem. Vápník, jako celek v rybníčním biotopu, včetně vápníku s přitékající vodou do rybníka, se významně podílí na ústojné schopnosti (tlumivé kapacitě) vody důležité pro chov ryb a tvorbu přirozené potravy ryb.

Disponibilní vápník, resp. KNK rybníční půdy a KNK vody, by měly být hodnotícími kritérii pro uplatnění šetrného způsobu vápnění rybníků.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED – VÝZNAM VÁPŇÍKU V RYBNÍČNÍM PROSTŘEDÍ

Vápník má pro rybníční produkci mnohostranný význam. V prvé řadě je důležitou živinou. K docílení přírůstku 1 t ryb je zapotřebí 12,5 kg čistého vápníku (Vinberg a Ljachnovič, 1976). Vápník je důležitým stavebním elementem jak rostlinných, tak i živočišných společenstev, především koryšů, které jsou zdrojem přirozené potravy ryb. Zde se shodují autoři na potřebě vápníku řádově vyšší (Kainz a Schwarz, 1982; Pytlík, 1962).

Vápník se v povrchových vodách váže na oxid uhličitý (dále jen CO_2) a vytváří v rybníčním prostředí uhličitánový komplex (Stegman, 1973). Ten se skládá z rozpustného CO_2 , respektive H_2CO_3 , dále z rozpustného hydrogenuhličitanu vápenatého $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a z nerozpustného uhličitánu vápenatého CaCO_3 . Podobné sloučeniny tvoří i hořčík – Mg.

Uhličitánový komplex se významně podílí na zajišťování ústojné schopnosti vody (Bank, 1964; Bauer, 1985; Hartman, 1990; Jirásek a kol., 1984). Při fotosyntetické asimilaci vodních rostlin je CO_2 z uhličitánového komplexu odčerpáván (Pitter, 1981; Stangenberg-Oporovska, 1971). Úbytkem kyselých iontů CO_3 dochází k přesunu hodnot pH vody do alkalických (zásaditých) oblastí, jež jsou pro ryby z hlediska vylučování amoniaku škodlivé (Schreckenbach a kol., 1975).

V převážné většině rybníčních vod lze obsah hydrogenuhličitanů vyjádřit tzv. alkalitou vody neboli kyselinovou neutralizační kapacitou (dále jen KNK). Ta se stanovuje reakcí silné kyseliny (HCl) o přesné koncentraci na slabé ionty HCO_3^- . Z KNK vody lze usuzovat na obsah vápníku rozpuštěného ve vodě (Janeček, 1976; Lerman a Stumm, 1989; Müller, 1961). Většina autorů se shoduje, že čím vyšší je KNK vody, tím odolnější

je rybníční voda vůči výkyvům pH v důsledku fotosyntetické asimilace, přítokům kyselých vod a podobně (Janeček, 1976; Kainz a Schwarz, 1982; Müller, 1961; Pokorný, 1989; Stangenberg–Oporopvska, 1971). Z výsledků výše citovaných autorů na poměrně velkém počtu stanovení pH v řadě rybníků je patrný menší výskyt hodnot pH nad 9 v případech KNK 3,0 mmol.l⁻¹ a vyšší.

Navzdory „optimální“ KNK vody je kolísání pH v důsledku různé délky světlé části dne objektivní realitou (Gessner, 1959). V jarních měsících a v časném létě při vysoké úživnosti vody převažuje fotosyntetická asimilace nad disimilací (Gessner, 1959; Pokorný, 1989). Důležité v této fázi produkční periody je, aby asimilaci zajišťovaly žádoucí rostliny, převážně chlorokóální řasy a aby byly připraveny vhodné zdroje CO₂, ať již v organické hmotě (pokosené rybníční porosty, tekutá živočišná hnojiva), či CO₂ uvolnitelný z rybníčních sedimentů (Hartman a kol., 1984; Hartman a kol., 1998; Hartman, 1990; Hartman, 1992).

1.1. ZPŮSOB VÁPŇENÍ PODLE JANEČKA (1976)

Tento autor doporučuje vápnit rybníky převážně v období vegetačního klidu, v zimě i na led, a to vápencem nebo páleným vápnem s cílem zvýšit KNK vody na doporučenou minimální hodnotu 1,5; lépe však na 2–2,5 mmol.l⁻¹ pro zajištění dostatečné ústojnosti (tlumivé kapacity) vody a vytvoření žádoucích zdrojů CO₂ k následné vegetaci. O použití páleného vápna či vápence rozhoduje charakter a výška sedimentů rybníka. Do rybníků významně organicky zatěžovaných, se sedimenty bahna, je doporučováno pálené vápno.

Dávky vápence či páleného vápna se stanovují na základě KNK vody zadržené v rybníku se zohledněním množství a kvality vody přitékající. Tato metoda nepočítá se zdrojem vápníku a CO₂ v rybníční půdě. Spotřeba mikromletého vápence podle Janečka (1976) je vypočítána pro průměrnou hloubku rybníka 1 m a je uvedena v následující tabulce:

KNK vody v mmol.l ⁻¹	dávka CaCO ₃ plná kg.ha ⁻¹ vodní plochy	dávka CaCO ₃ snížená kg.ha ⁻¹ vodní plochy
do 0,5	1 000	600–1 000
0,5–1,0	600	400
1,1–1,5	300	200
1,6_2,0	100	0

1.2. ZPŮSOB STANOVENÍ PŮDNÍHO „DISPONIBILNÍHO“ VÁPNIKU

U řádně obhospodařovaných a rybami nasazených rybníků se zvyšuje KNK vody v průběhu vegetačního období, aniž bychom tyto rybníky v daném období vápnili. Tento poznatek vedl k závěrům, že rybníční půda (sedimenty) obsahuje vápník a jiné kationty, které se do vody vyplavují a přecházejí do využitelné (disponibilní) formy. Mechanickému mísení rybníční půdy a vody napomáhá mimo jiné v letním období zejména obsádka ryb – hlavně kapra, která při vyhledávání bentické potravy víří bahenní sedimenty.

Připustíme-li myšlenku, že KNK půdní vody souvisí s KNK vody téhož rybníka, je tomu obdobně i u obsahu vápníku. Pro stanovení půdního uvolnitelného – disponibilního vápníku byla zvolena metoda jeho rozpouštění slabou H_2CO_3 (0,1 M), podle Drbala a Bastla (1988).

2. METODA A MATERIÁL

2.1. ODBĚR VZORKŮ RYBNÍČNÍ PŮDY

Odběr vzorků rybníční půdy za účelem stanovení disponibilního vápníku se provádí v době vegetačního klidu, tj. při nízké fotosyntetické asimilaci, nízké spotřebě CO_2 a při teoreticky nejvyšším uložení disponibilního vápníku v povrchové vrstvě rybníční půdy. Vzorky půdy lze odebírat z napuštěných rybníků (komorových) z ledu či z lodě nebo u vypuštěných rybníků nejlépe zamrzlých. Při odběru z ledu či z lodě používáme drpák Birge-Ekmanův, pro zjednodušení lze použít i zednickou fanku na dlouhé násadě. V tomto případě dbáme při vynášení vzorku k hladině, aby se na povrchu nerozplavil.

Počet odebíraných vzorků z každého rybníka je určován vyrovnaností pokryvu rybníční kotliny sedimentem. U rybníků do rozlohy 15 ha lze pro rutinní stanovení odebrat 2–3 vzorky, každý z nich z 3 míst do okruhu 10 m. Pro sejmutí vrchní aktivní vrstvy bahna (cca do 5 cm) se osvědčila polévková lžice. Vzorek o množství 3 polévkových lžic ze 3 odběrů v jedné lokalitě se vnáší do mikrotenového sáčku, dokonale zaváže a označí. Vzhledem ke stanovení sušiny ve vzorku dbáme, aby obsah sáčku neunikal. Krátkodobě, cca do 2 dnů, lze vzorky uložit v chladničce. Současně se vzorky rybníční půdy se doporučuje, pokud je rybník napuštěn, stanovovat KNK, ZNK (dále jen zásadová neutralizační kapacita) a pH vody.

2.2. LABORATORNÍ STANOVENÍ DISPONIBILNÍHO VÁPŇÍKU V RYBNÍČNÍ PŮDĚ (DRBAL A BASTL, 1988)

Chemikálie:

1. Na_2CO_3 , $c = 0,1$ M/l: 10,599 g rozpustíme v destilované vodě a doplníme do 1 000 ml destilovanou vodou,
2. Chelaton III, $c = 0,02$ M/l: 7,4 Chelatonu se rozpustí v malém množství destilované vody a doplní do 1 000 ml destilovanou vodou,
3. HCl, $c = 0,5$ M/l: 44 ml koncentrované HCl se zředí destilovanou vodou do 1 000 ml,
4. Murexid – směsný indikátor: 0,2 g murexidu a 0,5 g naftolové zeleně B se smísí a rozetře se 100 g NaCl,
5. Metyloranž – indikátor: 0,05 g metyloranže se rozpustí za horka ve 100 ml destilované vody,
6. NaOH $c = 1$ M/l: 42,5 g NaOH se rozpustí v destilované vodě a doplní se do 1 000 ml.

Pomůcky:

pHmetr, centrifuga, elektromagnetické míchačky, stopky, pipety o objemu 50 ml, 25 ml, 5 ml, titrační baňky o objemu 250 ml, kyvety do centrifugy, hodinová skla, kádinky o objemu 100 ml, automatická byreta 50 ml (na HCl) a 10 ml na Chelaton III.

Příprava vzorku půdy ke stanovení vápníku:

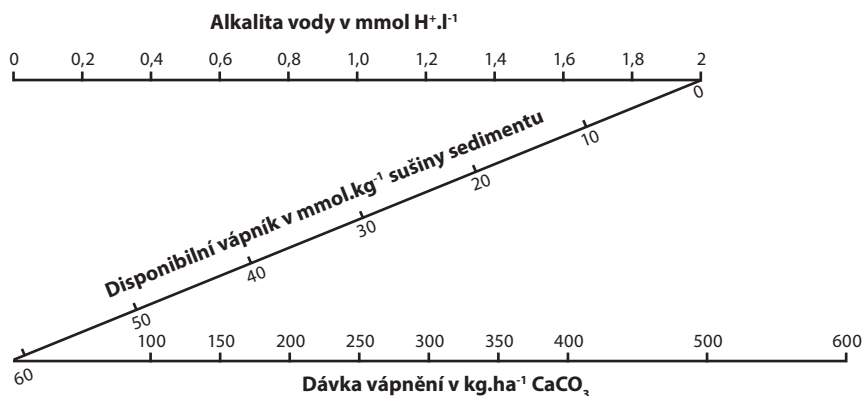
1. Navážka vzorku do PE nádoby odpovídající 5 g sušiny s přesností 0,1g se zaleje 36,6 ml 0,1 M roztoku Na_2CO_3 z automatické byrety a 13,4 ml 0,5 M HCl. Obsah mícháme na magnetické míchačce přesně 5 minut. Po ukončení míchání centrifugujeme 10 minut při 3 500 otáčkách za minutu. Ze supernatantu odpipetujeme k titraci 25 ml, doplníme 75 ml destilované vody, přidáme 5 ml 1 M NaOH a na špičku lžičky murexid a titrujeme 0,02 M chelatonem do jasně modrého zbarvení. Spotřeba 0,02 M chelatonu v ml udává obsah Ca v mmol na 1 litr. Obsah Ca v mmol se přepočítá na 1 kg sušiny = Ca mmol/l . % sušiny/100.
2. Stanovení pH rybníční půdy: Do kádinky 100 ml navážíme 5 až 5,1 g čerstvého vzorku, přelijeme 50 ml destilované vody a za stálého míchání změříme pH metrem ustálené pH.
3. Stanovení sušiny: zvážíme hodinové sklo s přesností 0,01 g, pak na něj navážíme cca 10–15 g vzorku se stejnou přesností a vysoušíme při 105 °C do konstantní hmotnosti. Pak vzorek zvážíme a vypočteme % sušiny.

3. VÝSLEDKY ANALÝZ A JEJICH UŽITÍ

KNK rybníční vody $2,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ podle Janečka (1976) je dostačující a další vápnění je považováno za nadbytečné až škodlivé. Několikaleté sledování obsahu disponibilního vápníku v rybníční půdě ukázalo, že obsah 60 mmol Ca v 1 kg sušiny u většiny rybníků až 75 mmol Ca v 1 kg sušiny u intenzivně obhospodařovaných rybníků je dostačující k vytvoření rovnováhy uhličitanového komplexu mezi rybníční půdou a vodou.

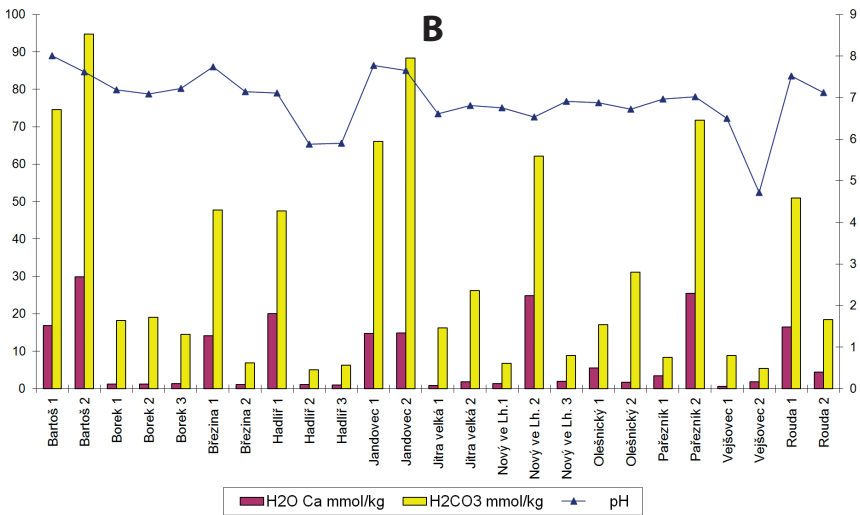
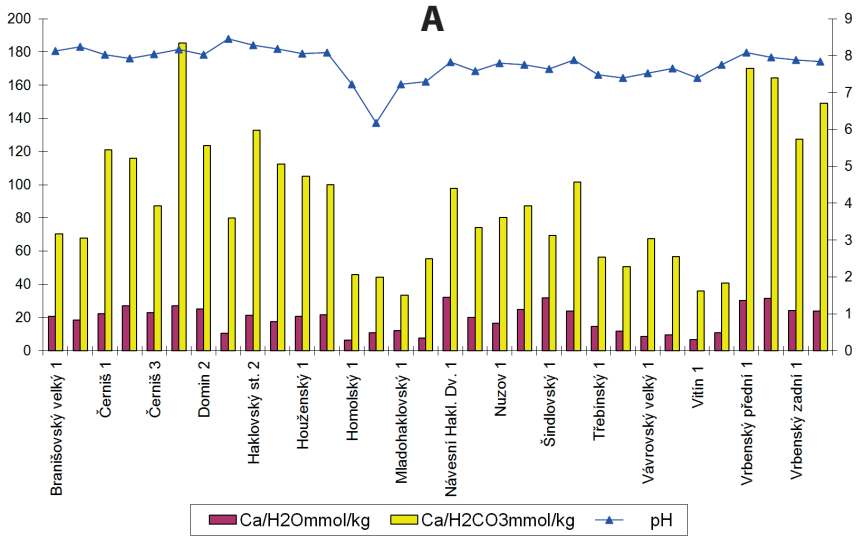
Pro stanovení potřeby vápnění lze použít tzv. nomograf – pracovní graf (obr. 1), který respektuje dávky vápníku dle hodnoty KNK vody s přihlédnutím k zásobám disponibilního vápníku v rybníční půdě. Horní vodorovná souřadnice vyznačuje KNK vody v mmol.l^{-1} v rybníce nebo vody do rybníka přitékající. Navazující uhlopříčka vyznačuje obsah disponibilního Ca v $\text{mmol.l}^{-1} \text{ kg}$ sušiny rybníční půdy. Průmětem stanovených hodnot na spodní vodorovnou souřadnici dostáváme potřebnou dávku Ca v CaCO_3 pro daný rybník či lokalitu.

Pokud je obsah disponibilního vápníku v témže rybníku na různých místech rybníční kotliny vyrovnán, je možné výsledky průměrovat. Při významnějších rozdílech mezi jednotlivými lokalitami se doporučuje uplatnit rozdílné dávky vápníku. K navržené dávce vápna či vápence by měla být stanovena a aplikována „vyrovňovací“ dávka ekvivalentního CO_2 , resp. dostupného organického hnojiva. V daném případě je kalkulováno se standardní chlévskou mrvou o 24 % sušiny, z toho 14–17 % organických látek v podobě převážně vlákniny, které odpovídá 6–7,5 % čistého, v aerobním rybníčním prostředí oxidovatelného, uhlíku.



Obr. 1. Nomograf pro stanovení potřeby vápnění.

Na 100 kg aplikovaného vápence nebo 45 kg páleného vápna připadá „vyrovňovací“ dávka 200–250 kg standardní chlévké mrvy nebo vícenásobek tekutých organických hnojiv.



Obr. 2. Alkalická rezerva v rybníčních sedimentech leden 2001 (A – soustava České Budějovice, B – soustava Lhotka-Olešnice).

3.1. DÍLČÍ VÝSLEDKY ANALÝZ DISPONIBILNÍHO VÁPNIKU NA RYBNÍCÍCH MĚSTA Č. BUDĚJOVIC

Metoda šetrného vápnění na základě dostupného vápníku v rybniční půdě a KNK vody je aplikována na výše citovaném rybničním hospodářství již několik let. Stanovení disponibilního vápníku rozpouštěného v 0,1 M H_2CO_3 je doplněno o stanovení vápníku rozpouštěného vodou za stejných podmínek přípravy vzorku – míchání a centrifugace.

Mezi rybníky Českobudějovické pánve a rybníky lhotecko-olešnické soustavy jsou rozdíly, také jednotlivé rybníky se mezi sebou liší (obr. 2A a B).

Overováním metody byla zjištěna kladná korelace mezi obsahem disponibilního Ca v rybniční půdě a hodnotami KNK vody. Průměrně nižší zásoby vápníku v půdě rybníků na katastrálním území Lhotka a Olešnice souvisí i s nižšími hodnotami KNK vody a sklonem k častějšímu kolísání ZNK a tím i pH vody. Vliv obsahu disponibilního vápníku na přírůstek ryb nebyl prokázán, avšak v součinnosti s organickým hnojením podporoval přirozenou produkci.

3.2. LETNÍ – „DEZINFEKČNÍ“ VÁPŇENÍ RYBNÍKŮ NA VODU

Někteří autoři přisuzují vápníku tzv. biokatalytické účinky, označované často jako dezinfekční vápnění, projevující se urychlením rozkladu neživé organické rybniční hmoty (Jirásek a kol., 1984; Pytlík, 1962; Schreckenbach a kol., 1975). Obvykle tomu bývá v druhé polovině vegetačního období, kdy převládají ve vodě disimilační a rozkladné procesy nad fotoasimilačními, v důsledku především krátících se dnů, a tedy menšího množství světla. Tak vzniká nadprodukce CO_2 , projevující se vzestupem ZNK vody a někdy i kyslíkovými deficity, doprovázená uvolňováním amoniaku a bahenních plynů. Pro zlepšení životních podmínek ryb je účelné nadbytečný CO_2 „vyvázat a uskladnit“ do uhličitanu nebo hydrogenuhličitanu vápenatého aplikací CaO na hladinu vody. Aplikace CaO se projevuje zvýšením KNK a současně poklesem ZNK vody často s reciproční přesností. Průvodním jevem je i snížení obsahu organických látek stanovených jako CHSK a BSK. Letní - dezinfekční vápnění spočívá v aplikaci prašného páleného vápna z lodě dokonalým rozhozem po hladině rybníka v dopoledních hodinách při neutrální reakci vody v opakovaných dávkách stanovených na základě ZNK vody, jak je uvedeno v následující tabulce:

ZNK mmol.l ⁻¹	dávka CaO v kg.ha ⁻¹ při hloubce 1 m
0,2	80
0,3	20
0,4	160
0,5	200

Doporučuje se vápnit rybníky připravované na komorování, bez podzemního lovení, kvůli ztrátě takto „zhodnocené“ vody, či rybníky, o nichž víme, že jejich objem vody bude zachycen k obdobným účelům v níže ležících rybnících.

3.3. PŘÍJMY A VÝDAJE VÁPŇÍKU V RYBNÍČNÍCH SOUSTAVÁCH

Systém vypouštění rybníků předpokládá, že voda z výše ležících rybníků je zadržována v níže položených rybnících, a tím je využita v následující produkční sezóně. Je obvyklé, že níže ležící rybníky v soustavě jsou předtím sloveny.

Projevila se kladná závislost mezi obsahem půdního vápníku a množstvím unikajícího vápníku v době vypouštění rybníků. Dřívější obavy z kumulace vápníku a hořčíku v rybníční kotlině jsou proto pravděpodobně bezdůvodné. V souvislosti s tím lze připustit, že čím vyšší je nabídka CO_2 resp. H_2CO_3 a současně intenzivnější biologická činnost rybníčního ekosystému, tím větší lze očekávat úbytek vápníku odtékající vodou. Bylo zjištěno, že z rybníků města Vodňan při jejich vypouštění odtéká z 1 ha při hloubce 1 m vody 254 kg až 707 kg čistého vápníku a hořčíku (Hartman, 1990; Hartman, 1992).

3.4. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI VÁPŇENÍ RYBNÍKŮ

Pytlované vápno či vápenec ukládáme do figur o výšce 1,5 m a krajní pytle vážeme do kříže. Skládku chráníme před vlhkostí. Sypké vápno či vápenec skladujeme v suchu na hromadách do výše 2 m.

Při vápnění si pracovníci musí chránit oči ochrannými brýlemi, dýchací ústrojí rouškou nebo respirátorem, pokožku ochrannými rukavicemi s vyloučením vlivu vnější vlhkosti. Při práci se nesmí jíst, pít a kouřit a musí být chráněna otevřená poranění před vniknutím nečistot.

Aplikuje-li se pálené vápno či vápenec na led, musí být předem zjištěna jeho únosnost a vyznačeny trasy pohybu.

4. SOUHRN

V rybníčním ekosystému má vápník mnohostranný význam. Kromě základní živiny je ve vazbě na oxid uhličitý součástí uhličitanového komplexu. Tento komplex zajišťuje ústožnou schopnost vody a je zdrojem uhlíku pro fotosyntetickou asimilaci vodních rostlin. Uvádí se, že vápník urychluje některé rozkladné procesy a je tudíž určitým biokatalyzátorem.

Nerozpustné sloučeniny vápníku jsou uloženy v rybniční půdě a jejich zpřístupnění zajišťuje nabídka volného CO_2 ve vodě a činnost obsádky ryb vyhledávající benthickou potravu. Rozpouštěním půdního CaCO_3 na $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a jeho uvolňováním z rybničního dna do vody se zvyšuje alkalita, resp. KNK vody, aniž bychom do rybníka další vápník aplikovali. Tento vápník lze stanovit laboratorně jeho rozpouštěním pomocí H_2CO_3 ve stavu zrodu a lze jej nazvat jako vápník disponibilní.

Aplikaci vápenatých přípravků do rybníků můžeme tedy koordinovat na základě dvou veličin – KNK vody v mmol.l^{-1} a disponibilního vápníku rybniční půdy v mmol.kg^{-1} sušiny. Při respektování těchto hodnot jsou dávky vápníku nižší než používané na základě KNK vody, a proto jsou pro rybniční prostředí přijatelnější a pro ekonomiku hospodaření méně nákladné. Součástí aplikace vápenatých preparátů by měla být ekvivalentní zásoba nebo vyrovnávací dávka CO_2 , resp. standardní chlěvské mrvy, jako nedílná součást předvegetační přípravy rybníků po zohlednění možného přísunu organické hmoty do daného rybníka z přilehlého povodí.

LITERATURA

- Bank, O., 1964. Der Kalk-Kohlensäurehaushalt im Teich. Arch. Fischereiwissenschaft XV. pp. 61–94.
- Bauer, K., 1985. Zum Problem höher pH-Werte in Karpfenteichen. Fischer und Teichwirt 36: 263–266.
- Drbal, K., Bastl, J., 1988. Stanovení alkalické rezervy v rybničním sedimentu – pracovní postup, metodika u autora.
- Gessner, F., 1959. Hydrobotanik. Band II, VEB deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, pp. 701.
- Hartman, P., 1990. Methods for Estimating the Requirement for Liming and the Calcium Budget in Carp Ponds. Sborník FAO EIFAC, Praha, květen 1990.
- Hartman, P., 1992. Stanovení potřeby vápnění rybníků ve vztahu k podmínkám prostředí. Disertační práce, Vysoká škola zemědělská Brno, Agronomická fakulta, 76 s.
- Hartman, P., Lavický, K., Pokorný, J., 1984. Organické hnojení rybníků. Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 4, 16 s.
- Hartman, P., Přikryl, I., Štědronský, E., 1998. Hydrobiologie. Druhé přepracované vydání, Praha, Informatorium, s. 16–22.
- Janeček, V., 1976. Jak dál v intenzifikaci rybníkářství. MZVŽ ČSR – Výstavnictví, Praha, 70 s.
- Jirásek, J. a kol., 1984. Rybářství – skripta pro postgraduální studium. Vysoká škola zemědělská v Brně, Katedra rybářství a ochrany biosféry, s. 121–135.
- Kainz, E., Schwarz, K., 1982. Chemische, biologische und fischereiliche Untersuchungen an mehreren, Waldviertler Karpfenteichen, BuFi Scharfling/Mondsee, pp. 72–103.

- Lerman, A., Stumm, W., 1989. CO₂ storage and alkalinity trends in lakes. *Wat. Res.* 23 (2): 139–46.
- Müller, W., 1961. Der Einfluss der Kalkung auf das Wasser in der Teichwirtschaft Königswartha im Jahre 1960. *Deutsche Fischerei Zeitung* 8 (6): 243–247.
- Pitter, P., 1981. *Hydrochemie*. Praha, 373 s.
- Pokorný, J., 1989. Stanovisko k režimu vápnění rybníků Státního rybářství. ČSAV Botanický ústav Třeboň, u autora.
- Pokorný, J., Hartman, P., Drbal, K., Kudrlička, J., 1990. Method for estimation of reserve alkalinity in pond sediments. *Sborník FAO EIFAC*, Praha.
- Pytlík, R., 1962. Nová metoda akumulčních a asimilačních rybníků a její dosavadní výsledky. *Práce VÚR Vodňany* 1: 7–17.
- Schreckenbach, K., Spangenberg, K., Krug, S., 1975. Die Ursache der Kiemennekrose. *Zeitschrift für Binnenfischerei der DDR* 12: 476–478.
- Stangenberg-Oporopvska, K., 1971. Odczyn wody stawowej i jego wpływ na produkcję karpia. *Gospodarka Rybna* 11: 354–357.
- Stegman, K., 1973. Vápnění kaprových rybníků – překlad. *Československé rybníkářství* 4: 6–12.
- Vinberg, G.G., Ljachnovič, V.M., 1976. *Udobrenie prудov*. Izd. pišč. prom., Moskva, 172 pp.

LEKTOROVAL

Prof. Janusz Guziur

Uniwersitet Warmińsko-Mazurski, Wydział

Ochrony Środowiska i Rybnictwa, Oczapowskiego 5, 10-957 Olsztyn – Kortowo, Poland

ADRESA AUTORA

Ing. Pavel Hartman, CSc.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum
akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Ústav akvakultury, Husova třída 458/102, 370 05 České Budějovice,
e-mail: hartman@frov.jcu.cz*

Vedici Metodik (Technologická řada)

vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,

Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany

Vydáno v roce 2013, 2. vydání, ISBN 80-85887-51-7 (1. vyd.)

Redakce: Ing. Blanka Vykusová, CSc., Zuzana Dvořáková

Náklad: 200 ks

Grafický design a technická realizace: iDigitisk s. r. o.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VYDÁNÍ PUBLIKACE BYLO USKUTEČNĚNO
ZA FINANČNÍ PODPORY PROJEKTU:
INOVACE PREZENČNÍHO STUDIA BAKALÁŘSKÉHO STUDIJNÍHO OBORU RYBÁŘSTVÍ
(CZ.1.07/2.2.00/15.0076)

