

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
VÝZKUMNÝ ÚSTAV RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ
VE VODŇANECH

ŠETRNÝ ZPŮSOB VÁPŇENÍ RYBNÍKŮ

EDICE METODIK



JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
VÝZKUMNÝ ÚSTAV RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ VE VODŇANECH

Projekt CSN-INTRAN

Creating Supporting Network for Innovative
Technologies in European Aquaculture
(Vytvoření podpůrné sítě pro mezinárodní přenos inovací technologií
v evropské akvakultuře)

P. HARTMAN

ŠETRNÝ ZPŮSOB VÁPŇENÍ RYBNÍKŮ

Č. 73

Vodňany

2004

ISBN 80-8588-51-7

ÚVOD

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

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

Disponibilitu vápnik, resp. KNK rybníční půdy a KNK vody, by měly být hodnoticemi kritérii pro uplnění šetrného způsobu vápnění rybníků.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED - význam vápniku v rybníčním prostředí

Vápník má pro rybníční produkci mnohousumý význam. V prvé řadě je důležitou živinou. K docílení přírůstku 1 t ryb je zapotřebí 12,5 kg čistého vápniku (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 o potřebě vápniku 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 uhličitnanový komplex (Siegman, 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 uhličitnanu vápenatého CaCO_3 . Podobně sloučeniny tvoří i hořčík - Mg.

Uhličitnanový komplex se významně podílí na zajišťování úsojné schopnosti vody (Bank, 1964; Bauer, 1985; Hartman, 1990; Jirásek a kol., 1984). Při fotosyntetické asimilaci vodních rostlin je CO_2 z uhličitnanového komplexu čerpán (Pitter, 1981; Stangenberg-Oporovska, 1971). Úbytkem kyselých iontů CO_3^{2-} dochází k přesunu hodnoty pH vody do alkalických oblastí, jež jsou pro ryby z hlediska vylučování amoniaku škodlivé (Schreckenbach a kol., 1975).

V převážně většině rybníčních vod lze obsah hydrogenuhličitanu vyjádřit tzv. alkalitou vody neboli kyselinnou 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 vápniku rozpuštěného ve vodě (Janeczek, 1976; Lemann a Stamm, 1989; Müller, 1961). Většina autorů se shoduje, že čím vyšší je KNK vody, tím odolnější je rybníční voda vůči vykvívání pH v důsledku fotosyntetické asimilace, přičemž kyselých vod a podobně (Janeczek, 1976; Kainz a Schwarz, 1982; Müller, 1961; Pokorný, 1989; Stangenberg-Oporovska, 1971). Z výsledků výše citovaných autorů na poměrně velkém počtu stanovení pH v řadě rybníků je patrný menší výskyt hodnoty pH nad 9 v případech KNK 3,0 mmol/l⁻¹ a vyšší.

Navzdory „optimální“ KNK vody je kolísání pH v důsledku různé délky světla části dne objektivní realitou (Gessner, 1959). V jarních měsících a v časném létě při vysoké úživnosti vody převládá fotosyntetická asimilace nad dýchací (Gessner, 1959; Pokorný, 1989). Důležité v této fázi produkční periody je, aby asimilaci zajišťovaly žádoucí rostliny.

převážně chlorokobaltní řasy a aby byly připraveny vhodné zdroje CO_2 , ať již v organické hmotě (pokosené rybníční porosty, tekutá anorganická hnojiva), či CO_2 uvolněný z rybníčních sedimentů (Hartman a kol., 1984; Hartman a kol., 1998; Hartman, 1990; Hartman, 1992).

1.1. Způsob vápnění podle JANEČKA (1976)

Tento autor doporučuje vápnit rybníky převážně v období vegetačního klidu, v zimě i na led vápencem nebo páleným vápncem s cílem zvýšit KNK vody na doporučenou minimální hodnotu $1,5$; lepe však na $2 - 2,5 \text{ mmol l}^{-1}$ pro zajištění dostatečné usojnosti vody a vytvoření žádoucích zdrojů CO_2 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 zadřazené v rybníku se zohledněním množství a kvality vody přítékající. Tato metoda nepočítá se zdrojem vápna a CO_2 v rybníční půdě. Spotřeba mikromolekulárního vápence podle JANEČKA (1976) je vypočítána pro průměrnou hloubku rybníka 1 m a je uvedena v následující tabulce:

KNK vody v mmol/l	dávka CaCO_3 plná kg ha^{-1} vodní plochy	dávka CaCO_3 smížená kg ha^{-1} vodní plochy
do 0,5	1 000	600 - 1000
0,5 - 1,0	600	400
1,1 - 1,5	300	200
1,6 - 2,0	100	0

1.2. Způsob stanovení půdního „disponibilního“ vápníku

U řádně obhospodářovaných a rybami nasazených rybníků se zvyšuje KNK vody v průběhu vegetačního období, aniž bychom tyto rybníky v daném období vápnili. Tento poznatek vedl k závěru, že rybníční půda (sedimenty) obsahuje vápník a jiné kationty, které se do vody vyplavují a rozpouštějí. Mechanickému spojování rybníční půdy a vody napomáhá mimo jiné v letním období zejména obsádka ryb kapra, která při vyhledávání bentické potraviny víří bahenní sedimenty.

Připustíme-li myšlenku, že KNK půdní vody souvisí s KNK vody táhož 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 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 odebrat z napuštěných rybníků (komorových) z ledu či z lodě nebo u vypuštěných rybníků nejlépe zamrzlých. Při odběru z ledu či z lodě používáme drapak Birge-Ekmanův, pro zjednodušení zvednickou fanku na dlouhé násadě. V tomto případě dbáme při vnašení vzorku k hladině, aby se na povrchu nerozplavil.

Počet odebraných vzorků z rybníka je určen vypočtením pokryvu rybníční kolkivou. U rybníků do 15 ha lze pro rutinní stanovení odebrat 2 - 3 vzorky, každý z nich z 3 míst do okružní 10 m Pro sejmání vrchní vrstvy bahna (cca do 5 cm) se osvědčila polevková lžice. Vzorek o množství 3 polvkových lžic ze 3 oddělení v jedné lokalitě se vnaší 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, stanovit KNK, ZNK (dále jen zásadová neutralizační kapacita) a pH vody.

2.2. Laboratorní stanovení disponibilního vápníku v rybníční půdě (Drbal a Bastl, 1988)

Chemikálie:

- Na_2CO_3 , $c=0,1 \text{ M/l}$; $10,599 \text{ g}$ rozpustíme v destilované vodě a doplníme do 1000 ml destilovanou vodou.
- Chelaton III, $c=0,02 \text{ M/l}$; $7,4 \text{ g}$ Chelatonu se rozpustí v malém množství destilované vody a doplní do 1000 ml destilovanou vodou.
- HCl , $c=0,5 \text{ M/l}$; 44 ml koncentrované HCl se zředí destilovanou vodou do 1000 ml ,
- Murexid – směsný indikátor: $0,2 \text{ g}$ murexidu a $0,5 \text{ g}$ naftolové zelené B se smísí a rozetře se 100 g NaCl .
- Metyloranž – indikátor: $0,05 \text{ g}$ metyloranže se rozpustí za horka ve 100 ml destilované vody,
- NaOH $c=1 \text{ M/l}$; $42,5 \text{ g}$ NaOH se rozpustí v destilované vodě a doplní se do 1000 ml .

Pomůcky:

příměr, centrifuga, elektromagnetické míchačky, stopky, pipety o objemu 50 ml , 25 ml , 5 ml , titrační banky 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.

Připrava vzorku půdy ke stanovení vápníku:

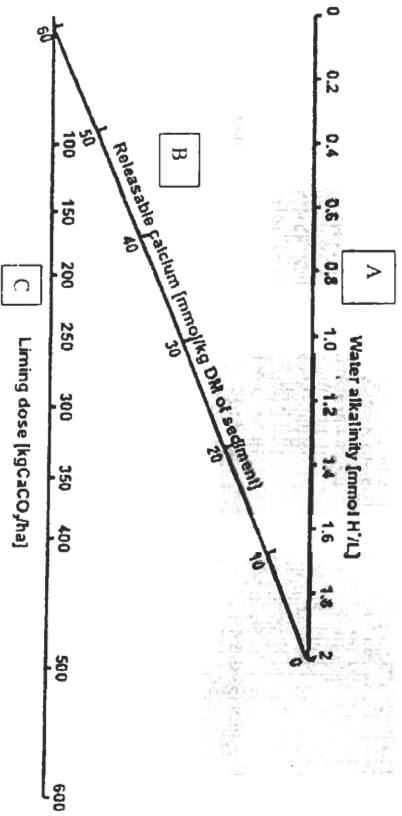
- Navážka vzorku do PE nádobky odpovídající 5 g sušiny s přesností $0,1 \text{ g}$ se zalije $36,6 \text{ ml}$ $0,1 \text{ M}$ roztoku Na_2CO_3 z automatické byřety a $13,4 \text{ ml}$ $0,5 \text{ M}$ HCl . Obsah mícháme na magnetické míchačce přesně 5 minut . Po ukončení míchání centrifugujeme 10 minut při 3500 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 $0,02 \text{ M}$ chelatonem do jasné modrotě zbarvení. Spotřeba $0,02 \text{ M}$ chelatonu v ml udává obsah Ca v mmol na 1 litr . Obsah Ca v mmol se přepočítá na 1 kg sušiny: Ca $\text{mmol/l} \cdot \% \text{ sušiny}/100$.
- Stanovení pH rybníční půdy: Do kádinky 100 ml navážeme 5 až $5,1 \text{ g}$ čerstvého vzorku, přelijeme 50 ml destilované vody a za stálého míchání změříme pH metrem ustálené pH.
- Stanovení sušiny: zvažíme hodinové sklo s přesností $0,01 \text{ g}$, pak na něj navážeme cca $10 - 15 \text{ g}$ vzorku se stejnou přesností a vysoušíme při 105°C do konstantní hmotnosti. Pak vzorek zvažíme a vypočteme $\%$ sušiny.

3. VÝSLEDKY ANALÝZ A JEJICH UŽITÍ

KNK rybníční vody 2,0 mmol.l⁻¹ podle JANÍČKA (1976) je dostateční a další vápnění je považováno za nadbytečné až škodlivé. Po nízkokaletem sledování obsahu disponibilního vápníku v rybníční půdě je zřejmé, že obsah 60 mmol Ca v 1 kg sušiny u většiny rybníků až 75 mmol Ca v 1 kg sušiny u intenzivně obhospodávaných rybníků je dostatečný k vytvoření rovnováhy uhlíkatého komplexu mezi rybníční půdou a vodou.

Pro stanovení potřeby vápnění lze použít nomogram - pracovní graf (obr. 1), který respektuje dávky vápníku dle KNK vody s přihlednutím k zásobám disponibilního vápníku v rybníční půdě. Horní vodorovná souřadnice vyznačuje KNK vody v mmol.l⁻¹ rybnice nebo vody do rybníka přitekající. Navazující uhlíkatá vyznačuje obsah disponibilního Ca v mmol.l⁻¹ kg sušiny rybníční půdy. Průmětem stanovených hodnot na spodní vodorovnou souřadnici dostáváme potřebnou dávku Ca v CaCO₃ pro daný rybník či lokalitu.

Pokud je obsah disponibilního vápníku v těmže rybníku na různých místech rybníční kotliny vyrovnaný, 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 „vyrovnávací“ dávka ekvivalentního CO₂ 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: Nomogram pro stanovení potřeby vápnění (A - alkalita vody v mmol H⁺.l⁻¹; B - disponibilní vápník v mmol.kg⁻¹ sušiny sedimentu; C - dávka vápnění v kg.ha⁻¹ CaCO₃)

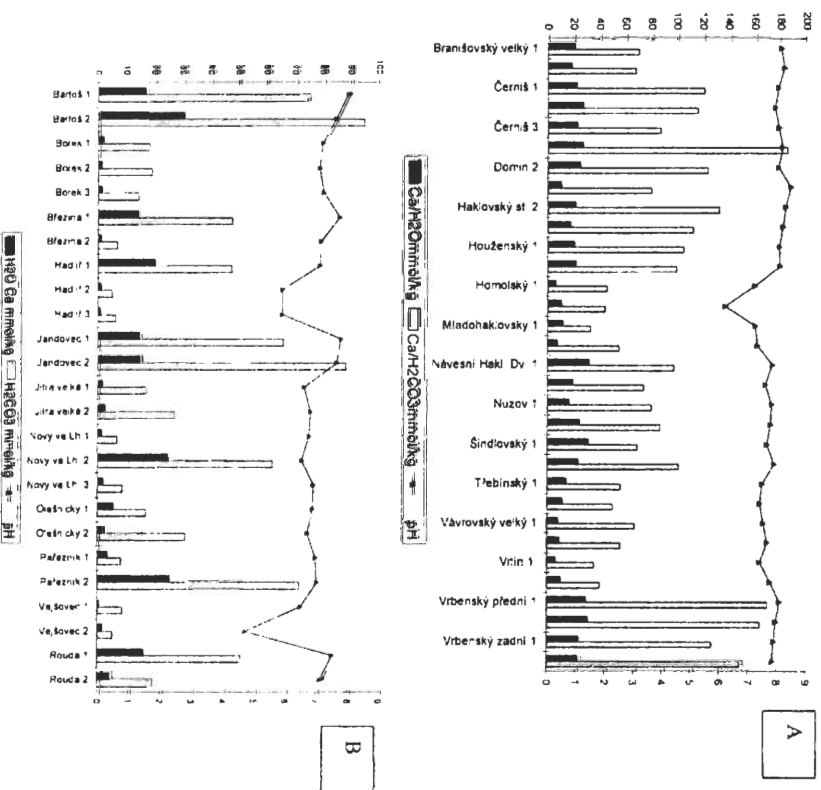
Na 100 kg aplikovaného vápence nebo 45 kg páleného vápna připadá „vyrovnávací“ dávka 200 - 250 kg standardní chlévské mrvy nebo vícenásobek tekutých organických hnojiv.

3.1. Díleč výsledky analýz disponibilního vápníku na rybnících města Č. Budějovic

Metoda šetrného vápnění na základě dostupného vápníku v rybníční půdě a KNK vody je aplikována na výše citovaném rybníčním hospodářství již několik let. Stanovení disponibilního vápníku rozpouštěného v 0,1 M H₂CO₃ je doplněno o stanovení vápníku rozpouštěného vodou za stejných podmínek přípravy vzorku - míchání a centrifugace.

Jsou sledovány rozdíly mezi rybníky českobudějovické pánve a rybníky lhotcko-olešnické soustavy, jakož i mezi jednotlivými rybníky (obr. 2A a B).

Ověřování metody byla zjištěna kladná korelace mezi obsahem disponibilního Ca v rybníční 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 přínástek ryb nebyl prokázán, avšak v součinnosti s organickým hnojením podporoval přirozenou produkci.



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

3.2. Lehni – „dezinfekční“ vápnění rybníků na vodu

Někteří autoři přisuzují vápníku tzv. biokatalytické účinky, označované často jako dezinfekční vápnění, projevující se urychlením rozkladu neživé organické rybníční 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 fotosyntetickými, v důsledku především kratších se dnů. Tak vzniká nadprodukcce 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 nadbytkový CO_2 „vyvázat a uskladnit“ do uhlíkatu nebo hydrogenuhlíkatu vápenatého aplikací CaO na hladinu vody. Aplikace CaO se projevuje zvýšením KNK a současně poklesem ZNK vody často s reciproční přímou. Prvotním jevem je i snížení obsahu organických látek stanovených jako CHSK a BSK. Lehni – dezinfekční vápnění spočívá v aplikaci prašného páleného vápna z lodě dokonalejším 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 podzimního lovení, kvůli ztrátě bakter „zhnocené“ vody, či rybníky, o nichž víme, že jejich objem vody bude zachycen k obdobným účelům v níže ležících rybnících.

3.3. Příjmy a výdaje vápníku 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 hořčku v rybníční kolině jsou proto pravděpodobně bezdůvodné. V souvislosti s tím lze připustit myšlenku, že čím vyšší je nabídka CO_2 resp. H_2CO_3 a současně intenzivnější biologická činnost rybníčního ekosystému, tím větší lze očekávat úbytek vápníku odtekající 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 hořčku (Hartman, 1990; Hartman, 1992).

3.4. Bezpečnost a ochrana zadržaví při vápnění rybníků

Pytlíkové vápno či vápenec ukládáme do figur o výšce 1,5 m a krajiny 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 mlkavicemi s vyloučením vlivu vnější vlhkosti. Při práci se nesmí jíst 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 uhlíčitý součástí uhlíkatého komplexu. Tento komplex zajišťuje ústojnou schopnost vody a je zdrojem uhlíku pro fotosyntetickou asimilaci vodních rostlin. Uvádí se, že vápník urychluje některé rozkladné procesy a je tudíž určitým biokatalyzátorem. Neurozpuště sloučeniny vápníku jsou uloženy v rybníční půdě a jejich zpřístupnění zajišťuje nabídka volného CO_2 ve vodě a činnost obsádky ryb vyhledávající bentickou potravu. Rozpuštěním půdního CaCO_3 na $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a jeho uvolňováním z rybníčního dna do vody se zvyšuje alkalinita či 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 rybníční půdy v mmol kg^{-1} sušiny. Respektováním obou těchto hodnot jsou dávky vápníku nižší než na základě KNK vody a proto jsou pro rybníční prostředí přijatelnější a pro ekonomiku hospodaření méně nákladné. Součástí aplikace vápenatých preparátů by měla být ekvivalentní zásoba nebo vyrovnávací dávka CO_2 , resp. standardní chleviské mryy, 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, s. 61 – 94.
- Bauer, K., 1985: Zum Problem höher pH-Werte in Karpenteichen. Fischer und Teichwirt, 36:263–266.
- Drbal, K., Basl, J., 1988: Stanovení alkalické rezervy v rybníčním sedimentu - pracovní postup - metodika u autora.
- Gessner, F., 1959: Hydrobotanik. Band II, VEB deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, s. 701.
- Hartman, P., Lavický, K., Pokorný, J., 1984: Organické hnojení rybníků. Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 4, 16 s.
- Hartman, P., Příkrý, I., Štědronský, E., 1998: Hydrobiologie. Druhé přepracované vydání. Praha, Informatorium, s. 16 – 22.
- Hartman, P.: Methods for Estimating the Requirement for Liming and the Calcium Budget in Carp Ponds. sborník FAO EIF-AC, Praha, květen 1990.
- Hartman, P., 1992: Stanovení počtu vápnění rybníků ve vztahu k podmínkám prostředí. Disertační práce, Vysoká škola zemědělská Brno, agronomická fakulta, 76 s.
- Janeček, V., 1976: Jak dál v intenzifikaci rybníkářství. MZVČ ČSR – Věstařnictví, Praha, 70 s.
- Jirásek, J. a kol., 1984: Rybnářství – skripta pro postgraduální studium. Vysoká škola zemědělská v Brně, katedra rybnářství a ochrany biotofy, s. 121 – 135.
- Kainz, E., Schwarz, K., 1982: Chemische, biologische und fischereiliche Untersuchungen an mehreren, Waldviertler Karpenteichen. Baf. Scharfing, Mondsee, s. 72–103.
- Leman, A., Stumm, W., 1989: CO_2 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 Fischerzeitung, 8(6): 243–247.
- Pitner, 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., Dřbal, K., Kudrlička, J. 1990: Method for estimation of reserve alkalinity in pond sediments. Sborník FAO EIF/AC, Praha.
- Pytlík, R., 1962: Nová metoda akumulací a asimilací rybníků a její dosavadní výsledky. Práce VÚR Vodňany, 1: 7-17.
- Schröckenbach, K., Spangenberg, K., Krug, S., 1975: Die Ursache der Kiemennekrose. Zeitschrift für Binnenfischerei der DDR, 12: 476-478.
- Stangenberg-Oporová, K., 1971: Odezvn vody stavovej i jeho vplyw na produkcie karpia. Gospodarka rybna. 11: 354-357.
- Stegman, K., 1973: Vápnění kaprových rybníků - příklad. Československé rybářství, 4:6-12.
- Vinberg, G. G., Ljachovič, V. M., 1976: Udobrenie prudov. Izd. pišč. prom., Moskva, 172 s.

Poděkování: Tato publikace byla vydána za finanční podpory projektu EU CSN-INTRAN.

Lektoroval: Prof. Janusz Guziur, Uniwersitet Warmińsko-Mazurski, Wydział Ochrony Środowiska i Rybnictwa, Oczipowskiiego 5, 10-957 Olsztyn - Kottowo, POLAND

Adresa autora: Ing. Pavel Hartman, CSc., Lesy a rybníky města Českých Budějovic s.r.o., ul. Jaroslava, Haska 4, 370 21 České Budějovice

V edici Metodík vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vědecký ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech - Naklad: 200 ks - Tisk: Tiskárna Public - M. Kreuz, 389 01 Vodňany