

## PUFERNI KAPACITET KRMNIH SMJESA ZA TOVNE PILIĆE

### BROILER FEED BUFFERING CAPACITY

Maja Sikirić, Biserka Homen, G. Kiš

Izvorni znanstveni članak  
UDK: 636.5.:636.085.22.23.  
Primljeno: 11. listopada 1999.

### SAŽETAK

Kiseli puferni kapacitet (KPK) komercijalno dostupnih krmnih smjesa za tovne piliće, početne PPT-1 i završne PPT-2, kao i biljnih sirovina: sačme uljane repice, sojine sačme i kukuruza određen je potencijometrijskom titracijom uzoraka s 0,1 M HCl do pH 3.

Najveći KPK imala je sačma uljane repice ( $130,9 \cdot 10^{-3}$  meq), zatim sojina sačma ( $101,1 \cdot 10^{-3}$  meq), krmne smjese PPT-2 ( $100,1 \cdot 10^{-3}$  meq) i PPT-1 ( $94,8 \cdot 10^{-3}$  meq), te kukuruz s najmanjim KPK ( $28,6 \cdot 10^{-3}$  meq).

Numeričke vrijednosti KPK nisu dovoljne za cjelovito objašnjenje pufernog djelovanja krmnih smjesa i sirovina, pa je u radu objašnjeno značenje oblika krivulja titracija. Pri tome je uveden novi parametar – pH početka puferiranja.

### UVOD

Probava, posebno dostupnost i iskoristivost željeza, bakra i drugih mikroelemenata (Fox i sur. 1987., Hungerford i Linder, 1983.), te apsorpcija antibiotika (Clary i sur. 1981., Pollet i sur. 1984.) i probiotika ovise o kiselosti u probavilu životinje. Jedan od čimbenika koji djeluje na kiselost u probavilu je puferni kapacitet krmiva. Stoga i o tome treba voditi računa pri sastavljanju krmnih smjesa, te obroka za preživače.

Puferni kapacitet je količina kiseline ili lužine potrebna da promijeni pH krmne smjese za jednu pH jedinicu, a ovisi o pufernom kapacitetu sirovina i dodataka.

Cilj ovog rada bio je odrediti kiseli puferni kapacitet (KPK) komercijalno dostupnih krmnih smjesa za tovne piliće PPT-1 i PPT-2, kao i biljnih sirovina: sačme uljane repice, sojine sačme i kukuruza, obzirom da se danas životinjski izvori

bjelančevina sve više zamjenjuju biljnim, te vidjeti kakvi se sve podaci mogu dobiti na temelju provedenih određivanja.

### MATERIJALI I METODE

Kiseli puferni kapacitet (KPK) komercijalno dostupnih krmnih smjesa za tovne piliće PPT-1, PPT-2 i biljnih sirovina određen je potencijometrijskom titracijom 0,5 g suhog uzorka suspendiranog u 50 mL redestilirane vode s 0,1 M HCl do pH 3. Sva mjerenja izvršena su na Hanna pH302 pH metru baždarenom puferima pH 3,00 i 7,00.

Mr. sc. Maja Sikirić, mr. sc. Biserka Homen, dipl. ing. Goran Kiš, Zavod za hranidbu domaćih životinja, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, Hrvatska – Croatia.

KPK izražen u miliekivalentima (meq) računa se prema jednadžbi:

$$KPK = \frac{V_{HCl} \cdot c_{HCl}}{\Delta pH}$$

$V_{HCl}$  – volumen utrošene HCl, mL

$c_{HCl}$  – koncentracija HCl, mol L<sup>-1</sup>

$\Delta pH$  – razlika između početnog i konačnog pH

Rezultati su statistički obrađeni lineranom i polinomnom regresijskom analizom pomoću programa Origin.

## REZULTATI I RASPRAVA

Na tablici 1. dane su prosječne vrijednosti početnih pH, kiselih pufernih kapaciteta i pH početka puferiranja krmnih smjesa PPT-1 i PPT-2, te biljnih sirovina.

**Tablica 1.** Vrijednosti prosječnih početnih pH, kiselih pufernih kapaciteta (KPK) i pH početka puferiranja krmnih smjesa PPT-1, PPT-2 i sirovina.

**Table 1.** Average values of initial pH, acid buffering capacity (ABC) and pH of the buffering start ( $pH_{puf}$ ) of feeds (PPT-1, PPT-2) and raw materials.

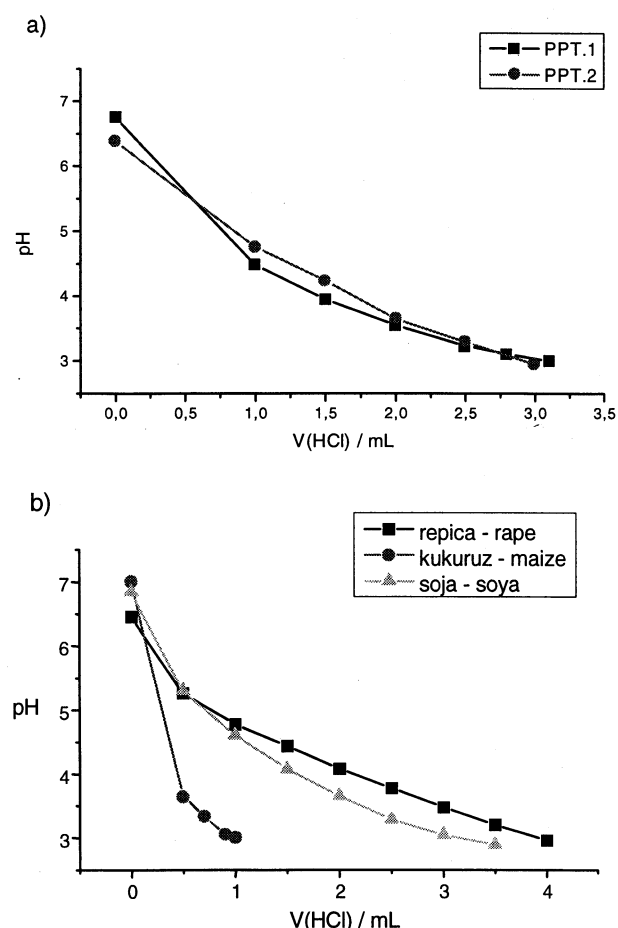
	$pH_{poč}$	$KPK / 10^{-3} \text{ meq}$	$pH_{puf}$
PPT-1	6,73	94,8	4,02
PPT-2	6,38	100,1	3,80
sačma uljane repice rapeseed meal	6,45	130,9	4,94
sojina sačma soybean meal	6,89	101,1	4,26
kukuruz - maize	6,99	28,6	3,52

Početni pH kretali su se od 6,38 za PPT-2 do 6,99 za kukuruz. Najveći KPK imala je sačma uljane repice, zatim sojina sačma, PPT-2, PPT-1 i kukuruz s najmanjim KPK. Takav redosljed vrijednosti KPK sirovina slaže se s literarnim podacima (Crawford i sur., 1983., Jasaitis i sur., 1987., Playne i Mac Donald, 1966.). Vrijednosti KPK dobivene u ovom radu razlikuju se za oko  $20 \cdot 10^{-3} \text{ meq}$  od

literarnih podataka (Jasaitis i sur., 1987.), što je razumljivo jer se zna da KPK biljnog materijala ovisi o vrsti, stadiju vegetacije, klimi, gnojdbi, načinu prerade, itd (Muck i Walgenbach, 1985., Fadel 1992). Osim toga, postoje i razlike u metodama određivanja i načinima izražavanja pufernog kapaciteta, što znatno otežava uspoređivanje rezultata različitih istraživanja, pa određivanje pufernog kapaciteta nije postalo rutinska analiza. Podaci o KPK krmnih smjesa PPT-1 i PPT-2 u dostupnoj literaturi nisu nađeni.

**Slika 1.** Krivulje titracija a) krmnih smjesa PPT-1 i PPT-2, b) sirovina.

**Figure 1.** Titration curves of a) feeds PPT-1 and PPT-2, b) raw materials.

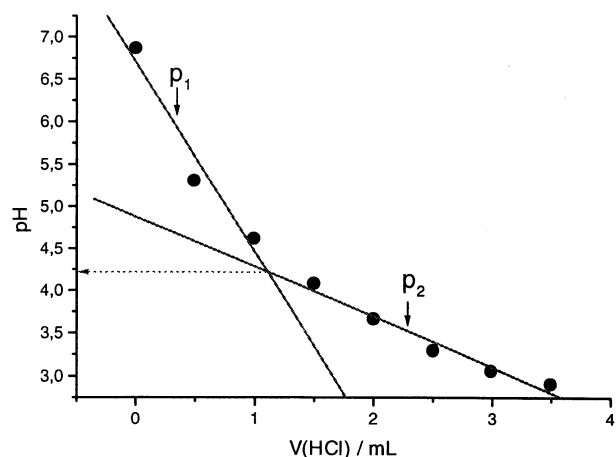


Numerička vrijednost KPK je, iako korisna, ipak nedostatna informacija, koja ne kaže ništa o tome u

kojem području pH uzorak stvarno puferira. U hranidbi životinja to je važan podatak. Krmne smjese trebale bi imati područje puferiranja pri pH manjem ili jednakom kiselosti u probavilu, kako se kiselina u probavilu nebi trošila i na neutralizaciju krmne smjese kao pufera.

Da bi mogli odrediti područje puferiranja potrebno je poznavati krivulje titracija. Još su Wohlt i sur. 1987. ukazali da bi za cjelovito objašnjenje pufernog djelovanja krmnih smjesa i sirovina, osim pufernog kapaciteta, trebalo poznavati i krivulje titracija. Međutim, u dostupnoj literaturi nije nađeno detaljnije objašnjenje značenja oblika krivulja titracija krmnih smjesa i sirovina. Objašnjenje se može jednostavno dati na temelju poznavanja značenja pojedinih dijelova krivulja titracija kiselina i baza.

**Slika 2. Određivanje pH početka puferiranja.**  
**Figure 2. pH of the buffering start calculation.**



Linearna regresija:

$$p_1: y = 6,71 - 2,24 \cdot x \qquad p_2: y = 4,88 - 0,59 \cdot x$$

Presjecište:

$$(1,12; 4,22)$$

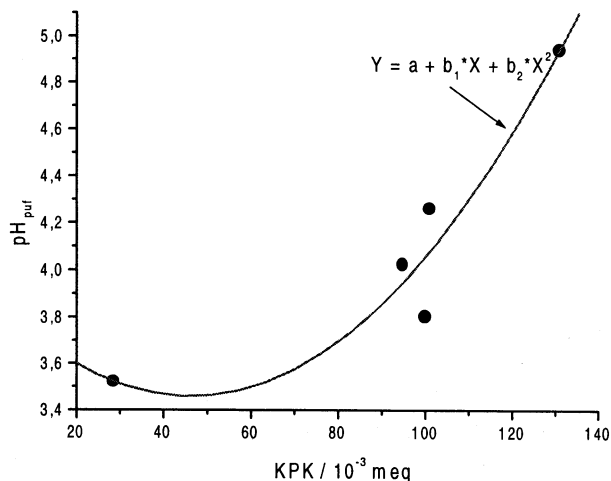
Na slici 1. prikazane su krivulje titracija krmnih smjesa PPT-1 i PPT-2, te biljnih sirovina dobivene prilikom određivanja KPK. Prvi, strmi dio krivulje je područje u kojem krmne smjese ne puferiraju. Smanjenje nagiba krivulje označava početak

puferiranja. Iz presjecišta pravaca dobivenih regresijskom analizom dijelova krivulje različitih nagiba može se, grafički ili računski, odrediti pH početka puferiranja ( $pH_{puf}$ , Slika 2.).

Vrijednosti pH početka puferiranja dane su na tablici 1. Najviši  $pH_{puf}$  ima sačma uljane repice, zatim sojina sačma, PPT-1, PPT-2 i kukuruz. Važno je uočiti da su vrijednosti  $pH_{puf}$  krmnih smjesa PPT-1 i PPT-2  $\leq$  pH u žljezdanom želucu pilića (~4), što pogoduje probavi.

**Slika 3. Ovisnost pH početka puferiranja ( $pH_{puf}$ ) o kiselom pufernom kapacitetu (KPK).**

**Figure 3. pH of the buffering start ( $pH_{puf}$ ) vs. acid buffering capacity (ABC).**



U literaturi je dostupno mnogo podataka o KPK (Muck i Walgenbach, 1985., Jasaitis i sur., 1987., Fadel, 1992., i drugi). Obzirom na vrijednost informacije koju daje  $pH_{puf}$  trebalo je vidjeti da li postoji korelacija između KPK i  $pH_{puf}$ , što bi omogućilo izračunavanje  $pH_{puf}$  na temelju poznatih vrijednosti KPK. Na slici 3. prikazana je ovisnost  $pH_{puf}$  o KPK. Polinomnom regresijom je ustanovljeno da jednadžba ima oblik  $Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2$  ( $a = 3,8949$ ,  $b = -0,0189$ ,  $c = 0,0002$ ). Iako je koeficijent korelacije visok ( $R^2=0,9104$ ), treba naglasiti da se radi o malom broju uzoraka pa dobiveni rezultat samo ukazuje na postojanje korelacije između KPK i  $pH_{puf}$ . Za određivanje stvarnog oblika jednadžbe i njezinih koeficijenata treba istražiti daleko veći broj uzoraka.

## ZAKLJUČCI

Numeričke vrijednosti KPK krmiva i krmnih smjesa nisu dovoljne za cjelovito objašnjenje njihovog pufernog djelovanja, jer ne kažu ništa o tome u kojem području pH uzorak stvarno puferira. Stoga je neophodno poznavati krivulje titracija.

Iz presjecišta pravaca dobivenih regresijskom analizom dijelova krivulja različitih nagiba može se, grafički ili računski, odrediti pH početka puferiranja.

Sačma uljane repice i sojina sačma imaju veći KPK i viši  $pH_{\text{puf}}$  od krmnih smjesa, a KPK i  $pH_{\text{puf}}$  kukuruza su manji.

$pH_{\text{puf}}$  krmnih smjesa PPT-1 i PPT-2 su manji ili jednaki pH u žljezdanom želucu pilića (~4), što pogoduje probavi.

Regresijska analiza je pokazala da ovisnost  $pH_{\text{puf}}$  o KPK ima oblik kvadratne parabole. To ukazuje na mogućnost procjene područja puferiranja krmiva i krmnih smjesa iz poznatih literaturnih podataka za KPK.

## LITERATURA

1. Clary, B. D., R. J. Terry, C. R. Creger (1981.): The potentiation effect of citric acid on auromycin in turkeys. *Poultry Sci.* 60:1209-1212
2. Crawford, R. J., B. J. Shiver, G. A. Varga, W. H. Hoover (1983.): Buffer requirements for maintenance of

pH during fermentation of individual feeds in continuous cultures. *J. Dairy Sci.* 66:1881-1887

3. Fadel, J. G. (1992.): In vitro buffering capacity changes of seven commodities under controlled moisture and heating conditions. *J. Dairy Sci.* 75:1287-1295
4. Fox, M. C., D. R. Brown, L. L. Southern (1987.): Effect on dietary buffer additions on gain efficiency, duodenal pH and copper concentrations in liver of *Eimeria acervulina* - infected chicks. *Poultry Sci.* 66:500-504
5. Hungerford, D. M., Jr., Maria C. Linder (1983.): Interactions of pH and ascorbate in intestinal iron absorption. *J. Nutr.* 113:2615-2622
6. Jasaitis, D. K., J. E. Wohlt, J. L. Evans (1987.): Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. *J. Dairy Sci.* 70:1391-1403
7. Muck, R. E., R. P. Walgenbach (1985.): Variations in alfalfa buffering capacity. *American Society of Agricultural Engineers (St. Joseph, Mich.: The Society)* 18
8. Playne, M. J., P. McDonald (1966.): The buffering constituents of herbage and silage. *J. Sci. Food Agric.* 17:264-271
9. Pollet, R. A., C. E. Glatz, D. C. Dyer (1984.): Oral absorption of chlortetracycline in turkeys: Influence of citric acid and *Pasteurella multocida* infection. *Poultry Sci.* 63:1110-1114
10. Wohlt, J. E., D. K. Jasaitis, J. L. Evans (1987.): Use of acid and base titrations to evaluate the buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. *J. Dairy Sci.* 70:1465.

## SUMMARY

Acid buffering capacity (ABC) of commercially available feeds for broilers, starter (PPT-1) and finisher (PPT-2), as well as of raw materials: rapeseed meal, soyabean meal and corn, was determined by potentiometric titration with 0.1 M HCl till pH 3.

Rapeseed meal had the highest ABC ( $130.9 \cdot 10^{-3}$  meq), then soyabean meal ( $101.1 \cdot 10^{-3}$  meq), PPT-2 ( $100.1 \cdot 10^{-3}$  meq), PPT-1 ( $94.8 \cdot 10^{-3}$  meq) and corn with the lowest ABC ( $28.6 \cdot 10^{-3}$  meq).

ABC numeric values, alone, are not enough for the complete explanation of feeds and feedstuffs buffering effect. Therefore, explanation of obtained titration curves is given and a new parameter, pH of the buffering start, is introduced.