

UPOTREBA KREATINA U ISHRANI SVINJA

*S. Radulović, D. Šefer, D. Jakić-Dimić, R. Marković, M. Baltić, B. Petrujković**

Izvod: Kreatin je amino kiselinski derivat koji se normalno proizvodi u jetri, bubrezima i pankreasu od glicina, arginina i metionina. Kreatin monohidrat (CMH) je postao popularan dodatak u ishrani sportista koji ga koriste radi povećanja mišićnih performansi (Greenhaff i sar., 1993), kao i za smanjenje zamora usled vežbanja visokog intenziteta. Navedeno povećanje performansi uključuje i povećanje mišićne mase (Balsom i sar, 1995.), tako da je dokazano da sportisti konzumiranjem 20 g CMH dnevno tokom šest dana povećavaju telesnu masu za 1,1 kg.

Dodavanje kreatina utiče na porast ćelijske hidratacije (Juhn, 1999), što je anabolički proliferativni signal za sintezu proteina (Haussinger i sar., 1996). Istraživanja na ljudima (Greenhaff, 1996) su pokazala da dodavanje kreatin monohidrata u količini od 20 g dnevno tokom pet dana povećava količinu intramuskularnog kreatina 20%. Harris i sar. (1992) su prvi izvestili da je oralno unošenje CMH rezultovalo povećanjem koncentracije intramuskularnog kreatina i kreatin fosfata. Autori su otkrili da je svakodnevno konzumiranje 5 g CMH četiri do šest puta na dan tokom dva ili više dana dovelo do značajnog povećanja ukupne koncentracije kreatina u skeletnim mišićima ljudi. Istraživanja su pokazala dva moguća mehanizma kojim kreatin povećava rast mišića i sintezu proteina. Mišić punjen kreatinom ima kapacitet za povećanje rada ili snage usled povećanja količine energije skladištene kao fosfokreatin (odgovoran za refosforilaciju adenozin-difosfata) i odlaganje početka mišićnog zamaranja (Casey i sar., 1996). Povećana koncentracija kreatin-fosfata u mišićima privlači vodu u mišićne ćelije i na taj način povećava zapreminu ćelije (Hultman i sar., 1996). Prevost i sar. (1997) su izvestili da intramuskularno punjenje kreatinom može da puferuje akumuliranje mlečne kiseline i ubrza vreme oporavka od kratkotrajnog vežbanja maksimalnog intenziteta.

Kreatin nije prisutan u hranivima biljnog porekla što nalaže upotrebu hraniva animalnog porekla kao njegovog izvora u obrocima za životinje ili upotrebu sintetskih preparata. Među hranivima animalnog porekla koja se uobičajeno koriste prilikom formulisanja obroka za svinje najveća količina kreatina se nalazi u mesno-koštanom brašnu (207,7 mg/kg), ribljem brašnu (1110,5 mg/kg) i brašnu od otpadaka pri klanju živine (201 mg/kg) uz variranja u zavisnosti od kvaliteta sirovine i tehnološkog postupka dobijanja. Na tržištu su trenutno prisutne tri različite forme kreatina: monohidrat, fosfat i citrat. Kreatin monohidrat sadrži 88 % kreatina i 12% vode, odnosno 1g kreatin monohidrata sadr-

* Stamen Radulović, dvm, asistent, e-mail: stamenradulovic@gmail.com, dr Dragan Šefer, vanredni profesor, dr Radmila Marković, docent, dr Milan Ž. Baltić, profesor, dr Branko T. Petrujković, asistent, Fakultet veterinarske medicine, Beograd; dr Dobrila Jakić-Dimić, viši naučni saradnik, Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Bograd.

Ovaj rad je finansiran sredstvima projekta Ministarstva nauke i prosvete Republike Srbije III 46002

ži 880 mg kreatina. Kreatin fosfat sadrži 62,3 % kreatina i 37,7 % fosfata, i trenutno je dosta skuplji od kreatin monohidrata. Kreatin citrat sadrži tek 400 mg kreatina po gramu preparata i bolje je rastvorljiv u vodi. Do sada je najviše istraživanja obavljeno sa kreatin monohidratom koji je u odnosu na ostale forme kreatina najviše u upotrebi kao dodatak u ishrani sportista.

Iako je upotreba kreatina najviše proučavana kod ljudi, postoji mogućnost njegove upotrebe i u ishrani svinja. Opisanim mehanizmima povećanja ćelijske hidratacije i sinteze proteina mogli bi se poboljšati prirast i/ili mesnatost trupa svinja hranjenih sa dodatkom kreatin monohidrata (CMH).

Ključne reči: kreatin, ishrana svinja, proizvodni rezultati, kvalitet mesa.

Uticaj kreatin monohidrata na proizvodne rezultate svinja

Poznato je da je tranzicioni period u odgoju prasadi od ishrane mlekom do prelaska na suhu hranu težak i stresan period za prasad. Pored stresa izazvanog odbijanjem prasadi, ograničen unos energije u ovom periodu može da uspori rast i poveća smrtnost prasadi. Kreatin fosfat je odgovoran za obezbeđivanje energije, tako da se njegovim davanjem može dodatno povećati snabdevanje adenozin-trifosfatom (ATP) (Bessman i Karpenter, 1985). U literaturi postoji vrlo malo opisanih istraživanja o uticaju dodatog kreatina u obroke za prasad.

U istraživanjima Guzika i sar., (2000) radni zadatak je zahtevao procenu efekata različito koncipiranih obroka za prasad u cilju olakšanja tranzicionog perioda. U ogledu je paralelno proučavana upotreba kreatin monohidrata i ornitin alfa keto glutarata davanih pojedinačno i u kombinaciji. Tokom ogleada, dodavanje kreatina nije uticalo na prosečan dnevni prirast, konzumaciju ili konverziju hrane tokom prvih 12 dana trajanja ogleada. Međutim, tokom II faze ogleada od 12.-26. dana, dodatak kreatina je negativno uticao na prirast, dok konzumacija i konverzija hrane nisu bili pod uticajem tretmana. Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima Baker-a i sar. (1961), koji su intraperitonealno aplikovali kreatin u pokušaju da povećaju prirast prasadi. U studiji Miller-a i sar. (1962) su umesto mleka krmače, prasad hranili zamenom za mleko, sa dodatkom 20% kreatin monohidrata, što nije uticalo na prirast, veličinu mišića i sadržaj kreatina u mišićima kod prasadi četiri dana starosti.

Kreatin je u mišićima prisutan u formi kreatin fosfata, koji obezbeđuje ATP mišićima. U vreme povećanog gubitka ATP, tokom treninga, mišić reaguje povećanjem prometa ATP. Pri većim opterećenjima mišić postaje „umoran“ usled nedostatka kreatin fosfata koji treba da obezbedi ATP. Dodavanjem kreatina mišić postaje izdržljiviji jer se sprečava brzi gubitak ATP. Opisani mehanizam može biti koristan samo u vreme povećane aktivnosti, što možda objašnjava odsustvo opisanih efekata pri dodavanju kreatina kod prasadi, koja svakako nisu pod velikim opterećenjem u toku odgoja.

Ornitin α -keto- glutarat (OKG), je dodatak ishrani novije generacije, koji je proučavan kod ljudi i pacova u stresnim situacijama gde je dokazano njegovo pozitivno delovanje na prirast, unos hrane, kao i retenciju azota prilikom većih trauma (Ziegler i sar, 1992.; Jeevanandam i sar, 1996.; Le Bricon i sar, 1997). U ogledu Guzik i sar. (2000) nije

zabeležen sinergistički efekat istovremenog dodavanja kreatina i ornitin α -keto-glutarata na proizvodne rezultate prasadi. Opisano odsustvo pozitivnog efekta OKG obroku za odbijenu prasad može se objasniti vrstom stresa u toku odbijanja koji je znatno slabijeg inteziteta u odnosu na teške traume (pre svega opekotine) navedene u istraživanjima na ljudima i pacovima.

U ogledu koji su sproveli Berg i sar (2001) nije bilo razlike u posmatranom prosečnom dnevnom prirastu za svinje hranjene tokom pet ili deset dana sa dodatkom od 25g CMH dnevno.

U ogledu Stahl-a i sar. (2001) prosečni dnevni prirast nije bio pod uticajem dodavanja kreatina u obroke za svinje, što je u skladu sa rezultatima istraživanja Berg-a i Allee-a, (2001). Moguće je da dodavanje CMH tokom 15 dana, u ogledu Stahl i sar. (2001), nije dovoljno dugačak period u kome bi se realizovale prednosti upotrebe CMH.

U radovima (Casey i Greenhaff, 2000; Mihić i sar., 2000) dokazano je značajno povećanje ukupne telesne mase i čiste mišićne mase kod unosa CMH kod ljudi, što je navelo na zaključak da bi i svinje sa dodatkom CMH pokazale linearno povećanje prirasta tokom perioda dopunske ishrane. Inicijalni nalazi Maddock i sar. (2000) potkrepili su tu pretpostavku rezultatom da su životinje hranjene obrokom sa dodatkom CMH tokom pet dana pre klanja ostvarile veću telesnu masu nego životinje kontrolne grupe (6.69 kg nasuprot 4.36 kg). U skladu sa navedenim rezultatima su i podaci O'Kuinn i sar. (2000) koji su ustanovili prirast od 1,28 kg dnevno kod svinja koje su obrokom dobijale 25 g CMH dnevno tokom 10 dana, što je značajno više u odnosu na ostvareni prirast od 1,10 kg dnevno kod svinja koje nisu dobijale CMH.

Razlike u podacima o ostvarenom prosečnom dnevnom prirastu u brojnim ogledima koji su sprovedeni na svinjama mogle bi biti i pod uticajem smeštajnih tj. socijalnih uslova (broj životinja po boksu). Prema navodima Gomez i sar. (2000), postoje brojni faktori koji se mogu pripisati smanjenju unosa hrane i prirastu životinja gajenih u grupnom smeštaju, u poređenju sa životinjama gajenim u pojedinačnim boksevima. Veći broj životinja po oboru povećava stres udružen sa hranjenjem, konkurencijom i društvenom interakcijom i time negativno utiče na proizvodne rezultate. Isti autori su utvrdili da su proizvodni rezultati bili značajno bolji kod životinja hranjenih pojedinačno u odnosu na rezultate kod životinja hranjenih u grupama od po četiri. Iako je evidentno da prirast može zaista biti drugačiji između grupnog i pojedinačnog držanja, tek treba istražiti prednosti i praktičnost primene dodavanja CMH u velikim proizvodnim pogonima.

Berg i sar. (1999) su pokazali da je odnos proteina i vlage u *M. semimembranosus*-u bio niži kod svinja koje su obrokom dobijale po 25 g CMH tokom 10 dana pre klanja u odnosu na svinje hranjene kontrolnim obrokom, što je ukazivalo na veću hidrataciju mišićnih vlakana. Ovi rezultati mogu objasniti povećanje telesne mase koje navode Maddock i sar. (2000), uz napomenu da hemijskim analizama mišića nije dokazano povećanje sadržaja vlage. Za razliku od sportista, hidratacija mišića, kao rezultat dodavanja CMH, izgleda da ne utiče na prirast kod svinja.

Dodavanje CMH obroku u završnoj fazi tova svinja (James i sar., 2001) u količinama od 25 g i 3 g dnevno tokom poslednjih pet odnosno poslednjih 30 dana, nije uticalo na proizvodne rezultate. Druge studije podržavaju ove rezultate i dokazuju da razni reži-

mi dodavanja kreatina nisu statistički značajno uticali na ispitivane proizvodne rezultate (Berg i sar, 1999;. O'Kuinn et al, 2000).

Ergogeni i metabolički efekti kreatina zavise od akumulacije (tj. ukupne količine) kreatina u mišićima tokom njegovog dodavanja (Steenge i sar., 2000). U svojim radovima Green i sar., (1996) navode da dodavanje kreatina u kombinaciji sa ugljenim hidratima povećava ukupnu količinu kreatina u mišićima za više od 25%. Steenge i sar., (2000) navode da konzumiranje kreatina u kombinaciji sa ugljenim hidratima može smanjiti varijabilnost između individua u vezi sa veličinom akumulacije ukupne količine kreatina u mišićima. U svom ogledu Stahl i sar., (2002) nisu uočili značajne razlike u proizvodnim rezultatima između grupa svinja kojima je u obrok dodavan CMH ili CMH u kombinaciji sa dekstrozom.

Efekti upotrebe kreatin monohidrata u ishrani svinja na kvalitet mesa

Značajan broj autora sugeriše da bi dodavanje kreatin monohidrata obrocima za ishranu svinja moglo pozitivno da utiče na parametre kvaliteta mesa. Očekivano bi bilo da životinje hranjene CMH povećaju randman, kao i da poboljšaju karakteristike trupa.

Berg i Alee (2001) su u svojim istraživanjima dokazali pozitivan efekat dodatka CMH na pH vrednost mesa (*M. semimembranosus*-a) koja je bila povećana u zavisnosti od dužine trajanja tretmana. Sa druge strane, trupovi svinja hranjenih obrokom kome je dodavan kreatin tokom pet dana su imali manju površinu poprečnog preseka *M. longissimus*-a, kao i veću debljinu masnog tkiva na leđima u visini 10. rebra u odnosu na trupove svinja kojima je u hranu dodavan kreatin tokom 10 dana. Dodavanje kreatina u dužem vremenskom periodu (10 dana) pozitivno je delovalo na površinu poprečnog preseka *M. longissimus*-a, kao i smanjenje potkožne masti, s tim da utvrđene razlike nisu bile statistički značajne. Takođe, dodatak kreatina u obrok za svinje rezultovao je značajno nižom koncentracijom mlečne kiseline i glikolitičkog potencijala kod *M. longissimus*-a.

U istraživanju koje su sproveli Stahl i sar. (2001) rezultati ultrazvučnog merenja debljine masti i površine preseka *M. longissimus*-a svinja ne ukazuju na razlike između kontrolne grupe i grupe svinja koje su dobijale CMH tokom 5, 10 ili 15 dana. Sa druge strane ovi autori su opisali smanjenje intenziteta boje mesa nakon sedam dana zrenja usled dodavanja kreatina u obrok.

Dodavanje CMH može da poveća hidrataciju ćelija, a verovatno i poboljša mekoću mesa što se može pokazati kroz nižu vrednost Worner Bratzler sile sečenja. U studiji Stahl i sar. (2001) Worner Bratzler sila sečenja *M. longissimus*-a nije bila pod uticajem različitih tretmana.

Količina i dužina dodavanja CMH može da bude razlog varijacija u pogledu kvaliteta mesa kod ispitivanih grupa svinja. James i sar. (2001) su dokazali da randman, debljina leđne slaniine, masa srca i bubrega, kao i površina poprečnog preseka *M. longissimus*-a, nisu bili pod uticajem ishrane različitih količina i dužine dodavanja CMH. Isti autori navode da dodatak kreatina u obrok za svinje smanjuje gubitak vode u *M. longissimus*-u usled činjenice da se sposobnost mišićnih proteina da vežu vodu smanjuje pri niskoj pH vrednosti mišića. Nizak pH mišića smanjuje negativno elektrostatičko od-

bijanje između mišićnih filamenata, čime se smanjuje prostor između njih što dovodi do skupljanja miofibrila (den Hertog-Meischke i sar., 1997).

U svom eksperimentu James i sar. (2001) su dokazali da gubitak vode, kao i čvrstina *M. longissimus-a* poboljšani su usled dodavanja CMH u obrok za svinje u tovu u količini od 3 g dnevno tokom 30 dana, odnosno 25 g dnevno tokom pet dana pre klanja. Na osnovu dobijenih rezultata, autori zaključuju da dodavanje kreatina u malim količinama kroz duži vremenski period može da bude podjednako efikasno kao i dodatak većih količina kreatina u kraćem vremenskom periodu.

Iako nije utvrđena statistička značajnost, Berg i Allee (2001) su dokazali da *M. longissimus* kod svinja hranjenih obrokom sa dodatim CMH sadrži 1,28% više sirove masti u odnosu na kontrolnu grupu, što se i slaže sa navodima Maddock i sar. (2002) koji opisuju bolju mramoriranost *M. longissimus-a* usled dodatka kreatina u obrok.

Stahl i sar. (2002) na osnovu svog eksperimenta navode da dodatak kreatina u kombinaciji sa dekstrozom utiče na povećanje površine poprečnog preseka *M. longissimus-a*, s tim da utvrđene razlike nisu bile statistički značajne. U istom ogledu autori su zaključili da 30 dnevno dodavanje CMH i/ili paralelno CMH i dekstroze nema ni pozitivan ni štetan uticaj na stabilnost boje mesa pri skladištenju vakuum upakovanog svinjskog mesa čuvanog 42 dana, iako je instrumentalnim određivanjem boje utvrđeno da *M. longissimus* koji potiče od svinja sa dodatkom samo CMH ili samo dekstroze postaje više bleđ tokom 42 dana skladištenja.

Zaključna razmatranja

Savremena intezivna stočarska proizvodnja postavlja velike zahteve pred organizam domaćih životinja, pri čemu je jedan od imperativa u industrijskom načinu držanja da se postigne što manji utrošak hrane po jedinici prirasta u što je moguće kraćem vremenu. Nerealno je i nemoguće očekivati optimalne rezultate u proizvodnji ako nije uspešno i adekvatno rešeno pitanje ishrane. Obrok mora da sadrži sve neophodne hranljive materije koje će zadovoljiti ne samo potrebe životinja za održavanje života, nego i za proizvodnju (Šefer, 2002). Da bi se postiglo bolje iskorišćavanje hrane, duža održivost, lakša manipulacija, a u krajnjem ishodu povećanje proizvodnje i poboljšanje kvaliteta namirnica animalnog porekla, pored osnovnih hraniva u smeše se dodaje veliki broj aditiva koji imaju različitu namenu. Dodaci su supstance koje dodate obroku u malim količinama, potenciraju korisne i suprimiraju štetne efekte (Sinovec, 2000). U poslednje vreme posebnu pažnju naučne i stručne javnosti, a svakako i potrošača, izazivaju stimulatori rasta. Među brojnim jedinjenjima za koje je dokazan i opravdan ovaj naziv još uvek je nepoznanica da li toj grupi jedinjenja treba dodati i kreatin monohidrat. Analizom rezultata dobijenih iz brojnih ogleda nailazimo na nedosledne efekte upotrebe kreatin monohidrata u ishrani svinja. Nedoslednosti su sigurno i velikim delom prisutne usled različito postavljenih ogleda koji nisu uzeli u obzir način delovanja ovog jedinjenja kod ljudi i svrhu njegove upotrebe kod sportista. Pokazalo se da je kreatin najkorisniji sportistima koji su aktivno uključeni u anaerobne aktivnosti. Možda sposobnost CMH da utiče na proizvodne rezultate i na kvalitet svinjskog mesa može biti ograničen zbog stepena anaerobnih aktivnosti, jer su svinje relativno nepokretne u toku završne faze tova.

Uspeh pravilno formulisanog obroka ogleda se kroz poboljšanje proizvodnih rezultata koje životinje mogu ostvariti u proizvodnom ciklusu a proveru se vrši na liniji klanja kroz instrumentalne i subjektivne ocene obučanih lica o kvalitetu dobijenog mesa. Analizom brojnih radova u kojima je ispitan uticaj kreatina na kvalitet svinjskog mesa utvrđeno je da postoji realna opravdanost njegove upotrebe.

Pred istraživače je postavljen veliki izazov da uzevši u obzir sve nedostatke prethodnih ogleda pronađu način da se optimalnom postavkom ogleda, količinom i dužinom trajanja upotrebe kreatina približe rezultatima koje ovaj dodatak ostvaruje upotrebom kod ljudi.

Literatura

1. Baker, D.H. (1997): Ideal Amino Acid Profiles for Swine and Poultry and Their Applications in Feed Formulation. Biokyowa Technical Review pp 16. Chesterfield, MO.
2. Baker, J.P., D.E. Becker, A.H. Jenson, and S.W. Terrill. (1961): Muscle creatine in the neonatal pig. J. Anim. Sci. 20:276–280.
3. Balsom, P.D., B. Ekblom, and K. Soderlund. (1993): Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. Scand. J. Med. Sci. Sports. 3:143–149.
4. Balsom, P.D., K Soderlund, B. Sjodin, and B. Ekblom. (1995): Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. Acta Physiol. Scand. 154:303–310.
5. Berg, E.P., & Allee, G.L. (2001): Creatine monohydrate supplemented in swine finishing diets and fresh pork quality. I: a controlled laboratory experiment. Journal of Animal Science, 79, 3075–3080.
6. Berg, E.P. (2001): Swine nutrition, the conversion of muscle to meat, and pork quality. In A. J. Lewis & L. L. Southern (Eds.), Swine nutrition (2nd ed., pp. 632–633). Boca Raton, FL: CRC Press LLC.
7. Berg, E.P, Maddock K.R and Linville M.L (2003):Creatine monohydrate supplemented in swine finishing diets and fresh pork quality: III. Evaluating the cumulative effect of creatine monohydrate and alpha-lipoic acid J Anim Sci, 81:2469-2474.
8. Berg, E.P., Spencer, J.D., Allee, G.L., (1999): Dietary supplementation of creatine monohydrate in swine finishing diets improves fresh pork quality. Exp. Stat. Rep. University of Missouri, Columbia, p 99-103
9. Bessman, S.P., and C.L. Carpenter. (1985): The creatine-creatine phosphate energy shuttle. Annu. Rev. Biochem. 54:831–862.
10. B.W.James, R.D.Goodband, J.A.Unruh M.D Tokach, J.L. Nelssen, S.S. Dritz, P.R. O Quinn, B.S: Andrews (2002): Effect of creatine monohydrate on finishing performance, carcass characteristics and meat quality. Animal Science and Technology, 135-145
11. Casey, A.D., & Greenhaff, P.L. (2000): Does dietary supplementation play a role in skeletal muscle metabolism and performance?1_4. American Journal of Clinical Nutrition, 72(Suppl.), 607S–617S.

12. Casey, A.,D. Constantin-Teodosiu, S. Howell, E. Hultman, and P.L. Greenhaff. (1996): Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am. J. Physiol.* 271:E31–E37.
13. den Hertog-Meishke, M.J.A, van LAACK, R.J.L.M., Smulders, F.J.M.,(1997): The water – holding capacity of fresh meat. *Vet Quart.*19,175-181
14. Green, A.L., E. Hultman, I.A. Macdonald, D.A. Sewell, P.L. Greenhaff. (1996.): Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *Am. J. Physiol.* 271:E821–826.
15. Greenhaff, P. L. (1996.): Creatine supplementation: Recent developments. *Br. J. Sports Med.* 30:276–277.
16. Greenhaff, P.L., A. Casey, A.H. Short, R. Harris, K. Soderlund, and E. Hultman. (1993): The influence of oral creatine supplementation on muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin. Sci.* 84:565–571.
17. Gomez, R.S, A..J.Lewis, P.S. Miller, and H.Y.Chen (2000): Growth performance and digestive and metabolic responses of gilts penned individually or in groups of four. *J.Anim.Sci.* 78:597-603
18. Guzik, A.C.L.L., Southern, J.O. Matthews, T.D. Bidner and J.P. Ladner (2000):, Ornithine alpha-ketoglutarate and creatine effects on growth and plasma metabolites of nursery pigs *J Anim Sci*78:1022-1028.
19. Harris, R.C., K. Soderlund, and E. Hultman. (1992.): Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin. Sci.* 83:367–374.
20. Haussinger, D. (1996): The role of cellular hydration in the regulation of cell function. *Biochem. J.* 313:697–710.
21. Hultman, E., K. Soderlund, J. Timmons, G. Cederblad, and P.L. Greenhaff. (1996): Muscle creatine loading in man. *J. Appl. Physiol.* 81:232–237.
22. Jeevanandam, M., N.J. Holaday, and S.R. Peterson. (1996): Ornithine α -ketoglutarate (OKG) supplementation is more effective than its component salts in traumatized rats. *J. Nutr.* 126:2141–2150.
23. Juhn M.S.,(1999): Oral creatine supplementation : separating fact from hype. *Phys. Sports Med.*27.47-89
24. Le Bricon, T., C. Coudray-Lucas, N. Lioret, S. K. Lim, F. Plassart, L. Schlegel, J.-P. De Bandt, R. Saizy, J. Giboudeau, and L.Cynober. (1997): Ornithine α -ketoglutarate metabolism after enteral administration in burn patients: Bolus compared with continuous infusion. *Am. J. Clin. Nutr.* 65:512–518.
25. Maddock, R.J., B.J. Bidner, S.N. Carr, F.K. McKeith, E. P. Berg, J.W. Savell. (2002): Creatine monohydrate supplementation and the quality of fresh pork in normal and halothane carrier pigs. *J. Anim. Sci.* 80:997–1004.
26. Maddock, R.J., B.S. Bidner, S.N. Carr, F.K. McKeith, E.P. Berg, and J.W. Savell. (2000): Supplementation with creatine monohydrate improved the lean quality of fresh pork of two different genotypes. In: *Proc. Recip. Meat Conf., Indianapolis, IN.* 53:118.
27. Mihic, S., MacDonald, J. R., McKenzie, S., & Tarnopolsky, M.A. (2000): Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatine, or CK activity in men and women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 291–296.

28. Miller, E.R., B.V. Baltzer, H.D. Stowe, D.E. Ullrey, J.A. Hoefler, and R.W. Luecke. (1962.): Creatine in the diet of the baby pig. *J. Anim. Sci.* 21:458–460.
29. Miller, R.K., (1994.): Quality characteristics. In: Kinsman, D.M., Kotula, A W, Breidstein B.C.(eds.) *Muscle foods: Meat, poultry and seafood technology*. Chapman and Hall, New York. pp.296-332
30. Miller, K.D., M. Ellis, D.S. Sutton, F.K. McKeith, and E.R. Wilson. (2000): Effects of live-animal sampling procedures and sample storage on the glycolytic potential of porcine longissimus muscle samples. *J. Muscle Foods* 11:61–67.
31. O'Quinn, P. R., Andrews, B. S., Goodband, R. D., Unruh, J. A., Nelssen, J. L., Woodworth, J. C., Tokach, M. D., & Owen, K. Q. (2000): Effects of modified tall oil and creatine monohydrate on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 78, 2376–2382.
32. Prevost, M.C., A.G. Nelson, and G.S. Morris. (1997.): Creatine supplementation enhances intermittent work performance. *Res. Q. Exer. Sport* 68:233–240.
33. Šefer, D. *Efekat korišćenja fitaze u ishrani prasadi na proizvodne rezultate, iskoristivost fosfora i stepen mineralizacije koštanog tkiva. Doktorska disertacija*, (2002): Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beograd, str.5-20
34. Stahl, C.A., Allee, G.L., & Berg, E.P. (2001): Creatine monohydrate supplemented in swine finishing diets and fresh pork quality. II. Commercial applications. *Journal of Animal Science*, 79, 3081–3086.
35. Stahl, C.A., Linville, M.L., Swaney-Stueve, M.A., Maddock, K.R., Allee, G.L., & Berg, E. P. (2000). Pork quality attributes associated with carcass side to side variation. *Journal of Animal Science*, 78(Suppl. 1), 667
36. Stahl, C.A, E.P. Berg (2002): Growth parameters and meat quality of finishing hogs supplemented with creatine monohydrate and a high glycemic carbohydrate for the last 30 days of production *Meat Science* 64 169–174
37. Steenge, G.R., Simpson, E.J., & Greenhaff, P.L. (2000): Protein and carbohydrate induced augmentation of whole body creatine retention in humans. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1165–1171.
38. Sinovec, Z.(2000): Stimulatori rasta u ishrani nepreživara, Monografija, Hemijska industrija Župa, Kruševac, str 3-6
39. Ziegler, F., C. Coudray-Lucas, A. Jardel, E. Lasnier, J. Le Boucher, O.G. Ekindjian, and L. Cynober. (1992): Ornithine α -ketoglutarate and glutamine supplementation during refeeding of fooddeprived rats. *J. Parental. Enteral Nutr.* 16:505–510.

THE USE OF CREATINE IN THE PIGS NUTRITION

S. Radulović, D. Šefer, D. Jakić-Dimić, R. Marković, M. Baltić, B. Petrujkić*

Summary

Creatine monohydrate (CMH) has become a popular dietary supplement used by athletes to increase muscle performance. Creatine acts in muscles in the form of creatine phosphate, which provides muscle with ATP. The increased concentration of intramuscular kreatinfosfat draws water into muscle cells, thus increasing cell volume. It has been reported a significant increase in total body mass and lean body mass in CMH intake in humans, suggesting that pigs with the addition of CMH could show a linear increase in growth during the period of complementary feeding. Creatine is not present in the feed of plant origin that requires the use of feed of animal origin as its source in diets for animals or the use of synthetic products. Among the feed of animal origin that is commonly used in formulating meal for pigs, the greatest amount of creatine is found in meat and bone meal (207.7 mg / kg), fish meal (1110.5 mg / kg) and poultry by product meal (201 mg / kg), with variations depending on the quality of raw materials and production process for obtaining. Currently there are three different synthetic forms of creatine at the market: monohydrate, phosphate and citrate. The amount and length of adding CMH may be the reason for the variation in the quality of meat in the different groups of pigs. It was found that water loss, and firmness of *M. longissimus* are improved due to CMHC addition into the meal for fattening pigs in the amount of 3 g daily for 30 days, or 25 grams daily for five days before slaughter. Adding creatine in small amounts over a longer period of time can be just effective as addition of large quantities of creatine in a shorter period of time.

Key words: creatine, pigs nutrition, growth performance, quality of meat.

* Stamen Radulović, DVM, assistant, e-mail: stamenradulović@gmail.com, Dragan Šefer, Ph.D. professor, Radmila Marković, Ph.D., Milan Ž. Baltić, Ph.D. professor, Branko T. Petrujkić, Ph.D. assistant, Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade; Dobrila Jakić –Dimić, Ph.D., Scientific Veterinary Institute of Serbia, Belgrade.

Paper is accomplished as a part of project III 46002 of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia.