

DOI 10.7251/VETJ1502041M

УДК636.084/.087:613.2

Marković R.<sup>1</sup>, Baltić Ž. M.<sup>1</sup>, Đorđević J.<sup>1</sup>, Todorović M.<sup>1</sup>,  
Dokmanović-Starčević M.<sup>1</sup>, Pantić S.<sup>2</sup>, Drljačić A.<sup>3</sup>, Šefer D.<sup>1</sup>

*Originalni rad*

## ISHRANOM ŽIVOTINJA DO FUNKCIONALNE HRANE

### Kratak sadržaj

Funkcionalna hrana je hrana koja ima povoljan uticaj na ljudsko zdravlje mimo uobičajenih nutritivnih funkcija. Biološki aktivna jedinjenja su nosioci povoljnog dejstva funkcionalne hrane. Brojni naučni dokazi govore u prilog tome da je ishrana bogata pojedinim namirnicama direktno u vezi sa smanjenim rizikom od hroničnih, nezaraznih bolesti. Funkcionalnu hranu nije lako obuhvatiti jedinstvenom definicijom, ova hrana je pre svega koncept, a ne dobro definisana grupa prehrambenih proizvoda. Funkcionalne namirnice, imaju pozitivne efekte po zdravlje ljudi i najčešće se koriste u očuvanju optimalnih gastrointestinalnih funkcija, podizanju nivoa aktivnosti antioksidativne odbrane organizma, smanjenju faktora rizika uključenih u etiologiju kardiovaskularnih oboljenja i kancera.

Najčešći funkcionalni sastojci koji se koriste pri obogaćivanju živinskih i ostalih animalnih namirnica su: selen, omega-3 masne kiseline, vitamin E i konjugovana linolna kiselina (CLA). U ovom radu prikazane su neke od mogućnosti da se dodavanjem u hranu za životinje organskog selena, lana, konjugovane linolne kiseline, utiče na dobijanje namirnica animalnog porekla sa većim sadržajem selena ili povoljnijeg masnokiselinskog sastava. Navedeni sastojci atraktivni su prvenstveno zbog toga što se već niz godina u razvoju funkcionalne hrane teži dizajniranju većeg broja proizvoda za očuvanje zdravlja kardiovaskularnog sistema i smanjenje prekomerne telesne mase, budući da su to najveći problem modernog načina života.

**Ključne reči:** *ishrana životinja, funkcionalna hrana, zdravlje ljudi.*

- 1 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija  
Faculty of Veterinary Medicine University of Belgrade, Bulevar oslobodjenja 18, 11000 Belgrad, Republic of Serbia
- 2 Nutritio, doo, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina  
Nutritio doo, Bijeljina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina
- 3 Veterinarski specijalistički institut Šabac, Republika Srbija  
Veterinary Specialistic Institute Sabac, Republic of Serbia  
E-pošta korespondentnog autora / E-mail of the Corresponding Author: radmilam@vet.bg.ac.rs

**Markovic R., Baltic Z. M., Djordjevic J., Todorovic M.,  
Dokmanovic-Starcevic M., Pantic S., Drljadic A., Sefer D.**

*Original paper*

## **ANIMAL FEED-WAY TO FUNCTIONAL FOODS**

### **Abstract**

Functional foods are foods that have a favorable impact on human health by the usual nutritional functions. Biologically active compounds are holders of a favorable effects of functional foods. Numerous scientific evidence supports the fact that a diet rich in certain foods directly related to reduced risk of chronic, noncommunicable diseases. Functional food is not easily included in a single definition, this food is primarily a concept, not a well-defined group food products. Functional foods have positive effects on human health and is commonly used in improving the gastrointestinal function and activity of antioxidant systems, reducing the risk factors involved in the etiology of cardiovascular disease and cancer.

The most common functional ingredients used in the enrichment of poultry and other animal foods are: selenium, omega-3 fatty acids, vitamin E and conjugated linoleic acid (CLA). This paper presents some of the possibilities that adding the feed of organic selenium, flax, conjugated linoleic acid effect on production of food of animal origin with a higher content of selenium or a more favorable fatty acid composition. Those ingredients are attractive primarily because for many years in the development of functional food aims to design a large number of products for the health of the cardiovascular system, and reduction of overweight, as they are the biggest problems of the modern life style.

**Key words:** *animal nutrition, functional foods, health.*

---

### **UVOD / INTRODUCTION**

Početak 21. veka stavlja i nauku o hrani pred nove izazove. Hrana se više nikako ne posmatra samo sa aspekta potre-

ba adekvatnog unosa pre svega u cilju pravilnog rasta, razvoja i regeneracije organizma (Šefer, 2010). Hrana danas ima jednu od vodećih uloga u kvalitetu života čoveka. Poslednjih godina u okviru nauke o hrani, a pri tome mislimo i na hranu za

životinje, velika važnost se pridaje razumevanju uloge pojedinih sastojaka hrane kao modulatora telesnih funkcija, sastojaka koji održavaju zdravlje i dobrobit organizma, ili učestvuju u prevenciji i smanjivanju rizika nastanka hroničnih bolesti. Osim što hranom podržavamo životno važne procese u organizmu, ona pruža osećaj zadovoljstva, ali sve više ima i zaštitnu ulogu od nekih bolesti i pozitivno utiče na zdravlje (Marenjak i sar., 2008).

Industrija mesa je jedna od najvažnijih grana prehrambene industrije, koja zahteva kontinuirano uvođenje novih proizvoda, bilo zbog zahteva tržišta, bilo zbog pritisaka konkurencije. Meso i proizvodi od mesa se smatraju esencijalnim za ishranu stanovništva. Glavni sastojci mesa su, pored vode, proteini, masti, vitamini i minerali, što mesu daje visok stepen biološke usvojivosti. Meso i proizvodi od mesa mogu biti modifikovani dodavanjem sastojaka koji su korisni po zdravlje ili otklanjanjem ili smanjenjem sastojaka koji se smatraju štetnim po zdravlje (Grujić i sar., 2012).

Pojam funkcionalna hrana je prvi put upotrebljen u Japanu tokom osamdesetih godina 20. veka sa ciljem da se opišu prehrambeni proizvodi, koji su bili obogaćeni posebnim sastojcima za koje je dokazano da imaju korisno fiziološko delovanje na ljudski organizam (Stanton i sar., 2005; Siro i sar., 2008; Fernández-Ginés i sar., 2005; Bhat i Bhat, 2011). Razvoj funkcionalne hrane je doveo do ispitivanja uticaja i ugradnje jednog ili više sastojaka sa funkcionalnim delovanjem u različite vrste prehrambenih proiz-

voda, u okviru čega meso i proizvodi od mesa zaslužuju posebnu pažnju. Ova vrsta istraživanja i lansiranje novih proizvoda su usmereni u pravcu pružanja zdrave alternative proizvodima, koji su često bili označeni kao uzrok nastanka različitih vrsta bolesti. Na pojavu lošeg mišljenja o mesu uglavnom utiču visoki sadržaj masti, posebno zasićenih masnih kiselina, holesterola i sa njima povezani razvoj kardiovaskularnih bolesti, nekih vrsta raka, gojaznosti i dr. (Grujić i sar., 2012).

Veliki deo funkcionalne hrane poseduje funkcionalne osobine zahvaljujući prisustvu jedne ili više komponenti (biološki aktivnih jedinjenja), sa povoljnim fiziološkim efektima. Biološki aktivno jedinjenje može biti makronutrijent (rezistentni škrob ili n-3 masna kiselina), mikronutrijent (vitamin ili mineral), neesencijalni sastojak hrane koji poseduje određenu energetska vrednost (oligosaharidi, konjugovana linolna kiselina, biljni sterol, likopen). Funkcionalni sastojak može biti i neka fitohemikalija (sulforafan, izoflavoni, fitoestrogeni) ili živi mikroorganizam (probiotici). Nakon konzumiranja funkcionalne namirnice, u digestivnom traktu se oslobađa biološki aktivno jedinjenje, koje deluje na mestu oslobađanja (dijetno vlakno, probiotik) ili se resorbuje i distribuira do ciljnih tkiva, gde će ispoljiti povoljno dejstvo. Biološki aktivno jedinjenje mora biti prisutno u funkcionalnoj namirnici u količini za koju je pokazan povoljni efekat (Ivanka Miletić i sar., 2008).

Objektivno govoreći, meso može biti i funkcionalna hrana i uzrok bolestima civilizacije u zavisnosti od kvaliteta, kvan-

titeta, forme i vremena konzumiranja mesa kod ljudi.

S obzirom da je u poslednje vreme sve prisutniji trend isključivanja farmaceutskih preparata iz hrane za životinje, nutritivna rešenja postaju sve važnija alternativa u dosadašnjim sistemima proizvodnje. Sve je to razlog zašto bi koncept funkcionalne hrane trebao da bude izgrađen na čvrstim naučnim temeljima, a istovremeno prepoznat i prihvaćen kako od strane farmera, tako i od strane konzumenta namirnica animalnog porekla.

Veliki broj istraživanja potvrđuje povezanost učestalosti hroničnih masovnih nezaraznih bolesti sa ishranom ljudi. Pri tom se poseban značaj pridaje upotrebi masti u ishrani ljudi, naročito n-3 i n-6 masnih kiselina i njihovom međusobnom odnosu. Veliki broj proizvoda se proizvodi sa ciljem obogaćivanja n-3 masnim kiselinama. Kod monogastričnih životinja, kao što su svinje, masne kiseline u ishrani se apsorbuju iz gastrointestinalnog trakta sa malim izmenama. U suštini, profil masnih kiselina tkiva direktno odražava profil masnih kiselina u ishrani životinja. Sve češće se govori i o značaju konjugovane linolne kiseline (CLA) za zdravlje ljudi. Upotreba lana, odnosno CLA u ishrani svinja značajno utiče na sadržaj zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u mesu svinja. Konjugovana linolna kiselina je u suštini grupa polinezasićenih masnih kiselina, koji su pozicioni i geometrijski izomeri linolne kiseline (C18:2). Postoje mnogi izomeri linolne kiseline, ali najinteresantniji su cis-9, trans-11 (c9t11) i trans-10, cis-12 (t10c12). U procesima

varenja u predželucima najviše se javlja izomer c9t11. Komercijalno dostupni proizvodi sadrže jednak odnos c9t11 i t10c12 (Eggert i sar., 2001; Wang i sar., 2004). Istraživanja na svinjama, miševima i ljudima dokazala su da ova supstanca pomaže u prevenciji malignih oboljenja, artrroskleroze i dijabetesa (Milica Todorović, 2014; Srđan Pantić, 2014).

Brojni istraživači u svojim radovima ukazuju na značaj selena u ljudskoj ishrani kao i u proizvodnji „dizajnirane hrane“ (jaja i mesa). Povećanje sadržaja selena i vitamina E u mesu živine pored uticaja na parametre kvaliteta mesa (oksidativna stabilnost, boja, sposobnost vezivanja vode, učestalost pojave belog, mekog i vodnjikavog mesa, kalo i dr.) ima i nutritivni značaj za ljude. Antioksidansi su materije koje pomažu da oštećenja nastala dejstvom slobodnih radikala budu što manja. Oni deluju na različite načine u neutralisanju slobodnih radikala. Neki od njih sprečavaju stvaranje slobodnih radikala, drugi neutrališu već stvorene, a treći pomažu reparaciju i regeneraciju tkiva oštećenih dejstvom ovih štetnih agenasa. Selen je esencijalan element za funkcionisanje organizma ljudi i životinja. Ulazi u sastav enzima glutationperoksidazai-jodotironindejodinaza. Selen ima ulogu u sistemu zaštite bioloških membrana od oksidativnog oštećenja (Drljačić, 2013).

Katedra za ishranu i botaniku u saradnji sa Katedrom za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla se aktivno uključila u navedene vrlo aktuelne svetske trendove i jedan deo svojih ispitivanja usmerila ka proizvodnji mesa poboljšanog kvaliteta (obogaćenog selen-

om, n-3 masnim kiselinama, CLA) i poboljšanog masnokiselinskog sastava. S tim ciljem izvedena su tri eksperimenta. U prvom eksperimentu cilj istraživanja bio je ispitivanje uticaja komercijalnog preparata lana, dodatog u završnu smešu za svinje u tovu, na masnokiselinski sastav mesa svinja. U drugom eksperimentu ispitivan je uticaj dodavanja komercijalnog preparata konjugovane linolne kiseline (CLA), dodatog u završnu smešu za svinje u tovu, na masnokiselinski sastav mesa svinja, i u trećem eksperimentu analizirani efekti dodavanja povećanih količina organskog oblika selena na kvalitet mesa brojlera.

## MATERIJAL I METOD RADA / MATERIAL AND METHODS

### Експеримент 1

Експерименти 1 и 2 су изведени на свинјама у завршној фази това.

Циљ истраживања у експерименту 1 био је да се испита утицај различитих извора масћи (сунцокрет, лан и соја) у исхрани товних свинја на састав масних киселина и квалитет mesa.

Оглед је спроведен на 30 мелеца свинја (♂Yorkshire × ♀Landrace), почетне тежине од 60 kg. Свинје су подељене у три групе од десет животиња и експеримент је трајао 46 дана до средње масе свинја од око 100 kg. Оне су хранијене стандардном смешом за свинје у последњој фази това (финишер), и групе су се разликовале само у томе што је прва експериментална група (E-I) имала зрно сунцокрета у оброку, друга експериментална група (E-II) комercijални препарат lana (Vitalan ®,

Vitalac, France) у препорученој количини од 2,5% у смеши, а трећа експериментална група (E-III) пуномасно сојино брашно у исхрани (Табела 1). Испитиван је састав масних киселина хране и mesa, односно садржај n-3 и n-6 масних киселина, као и њихов међусобни однос (n-6/n-3).

### Експеримент 2

У експерименту 2 циљ истраживања био је да се истражи како се додатком препарата конјуговане линолне киселине (CLA) у исхрани товних свинја, може утицати на састав масних киселина у месу. Шездесет мелеца свинја (♂Yorkshire × ♀Landrace), почетне телесне тежине од 60 kg коришћено је у овом огледу. Свинје су биле подељене у две групе (Control-C и експериментална-E), по 30 свинја у свакој и храниле су се са стандардном мешавином (NRC, 1998), за свинје у тову од 60 до 110 kg (period tova od 60 dana). Оброк се међу групама разликовао само у томе што је експериментална група (E) добијала храном комercijални препарат конјуговане линолне киселине 60% CLA (Lutalin®, BASF, Nemačka), додат у храну, у препорученој количини од 2.0%. Смеше су биле избалансиране и потпуно су задовољавале потребе животиња у овој фази производње. Састав хранива за обе експерименталне групе је дат у табели 1.

Маснокиселински састав хране и mesa свинја у оба експеримента одређен је гасном хроматографијом на гасном хроматографу GC/FID Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan) на цијанопропил-арил капиларној колони HP-88 (100m x 0,25 mm x 0,20µm).

**Tabela 1.** Sirovinski sastav završne smeše za tov svinja (%) za eksperiment 1 i 2.

Hraniva	Eksperiment 1			Eksperiment 2	
	E-I	E-II	E-III	C	E
Kukuruz	46.7	50.80	51.0	48	46
Pšenica tvrda	15.0	14.0	14.0	-	-
Ječam	-	-	-	28	28
Sojin griz, ekstrud.	-	-	14.60	-	-
Soja sačma	11.5	13.0	1.0	16	16
Suncokret, zrno	7.5		-	-	-
Pšenične mekinje	16.2	16.50	16.20	5	5
Vitalan®	-	2.5	-	-	-
Lutalin®				-	2
Dikalcijum fosfat	0.50	0.60	0.60	-	-
Kreda	1.20	1.20	1.20	-	-
So	0.40	0.40	0.40	-	-
Vit. mineralni premixs	1	1	1	3	3
Σ	100	100	100	100	100

### Eksperiment 3

Eksperiment 3 je izveden na brojlerima.

Cilj ovog istraživanja je bio da se analiziraju efekti dodavanja povećanih količina organskog oblika selena na kvalitet mesa brojlera. Eksperiment je rađen na ukupno 150 jednodnevnih brojlera hubbard provenijencije, podeljenih u tri

grupe. Sve životinje su hranjene kompletnim smešama za ishranu brojlera u tovu, standardnog sirovinskog i hemijskog sastava. U toku eksperimenta, prva grupa O-I bila je hranjena smešom u koju je dodat organski selen (selenizirani kvasac) u količini od 0.3 ppm. Drugoj O-II grupi brojlera je putem hrane dodato 0.6 ppm, a trećoj O-III 0.9 ppm organskog selena. Sve tri grupe brojlera su hranom dobijale 100

IJ vitamina E. Organski selen (organski seleno-kvasac) alkalosel (Lallemand, Francuska) dat je u obliku preparata koji sadrži 2000-2400 ppm selena. Vitamin E dat je u obliku preparata dl-alfa-tokoferol acetata (Rovimix® E-50 Adsorbate, DSM Nutritional Products, Švajcarska) koji sadrži 500 IJ vitamina E/g. Na kraju eksperimenta izvršeno je žrtvovanje po šest jedinki iz svake grupe i uzimanje uzoraka mesa (meso grudi, bataka sa karabatakom, jetra i srce) za hemijsku analizu (sadržaj selena, vitamina E, proteina, masti i masnih kiselina).

Određivanje selena vršeno je atomskom apsorpcionom spektrometrijom sa hidridnom tehnikom (HGAAS) posle mikrotalasne digestije (digestija sa 65% azotnom kiselinom i 30% vodonik-peroksidom) (SRPS EN 16159:2012).

Priprema uzoraka za određivanje masnih kiselina rađena je po JUS E K8 038. Analiza masnih kiselina lipida prve i treće ogledne grupe izvedena je gasno-hromatografskom metodom korišćenjem standarda metil estara masnih kiselina (Sigma, USA) na gasnom hromatografu GC/MSD sa autosemplerom (AGILENT), GC 6890, MS 5972/73. Korišćena je HP88 Capillary column (100m x 250um x 0.2um).

Sadržaj vitamina E određen je na HPLC SUMMIT (DIONEX) sa autosemplerom (JUS ISO 6867/2004).

Izračunavanje aterogenog indeksa (IA) rađeno je po formuli (Ulbricht i Southgate, 1991) koja u izračunavanju obuhvata samo one masne kiseline koje doka-

zано povećavaju koncentraciju holesterola (određene ZMK) i one koje holesterol smanjuju (PNMK):

$$IA = \frac{(C12 + 4C14 + C16 + \text{Trans MK})}{(PNMK + C18:1 + \text{druge MNMK})}$$

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА / RESULTS AND DISCUSSION

### Експерименти 1 и 2

Veliki broj istraživanja potvrđuje povezanost učestalosti hroničnih masovnih nezaraznih bolesti sa ishranom ljudi. Pri tom se poseban značaj pridaje upotrebi masti u ishrani ljudi, naročito n-3 i n-6 masnih kiselina i njihovom međusobnom odnosu. Na sadržaj i odnos masnih kiselina mesa svinja može da se utiče izborom hraniva za ishranu svinja. Cilj naših istraživanja bio je ispitivanje uticaja komercijalnog preparata lana, odnosno komercijalnog preparata CLA, dodatih u hranu za svinje na masnokiselinski sastav mesa svinja. Pošto laneno seme ima poželjan masno kiselinski sastav, mnogi proizvođači su zainteresovani za to, da uključujući ga u završni tov svinja, poboljšaju masno kiselinski sastav masnog tkiva i mesa svinja (Marković i sar., 2012).

U oba eksperimenta smeše za kontrolu, odnosno ogledne grupe svinja, su bile koncipirane tako da su se razlikovale samo u masnokiselinskom sastavu, ali se nisu razlikovale po količini metaboličke energije, sadržaju sirovih proteina, sadržaju dodatih aminokiselina (lizin, metionin, cistein), sadržaju minerala (kalcijum, fosfor), sadržaju vitamina (A, D, E). Dodatak preparata lana, odnosno CLA u

smešu za svinje uticao je u značajnoj meri na masnokiselinski sastav smeše. Profil masnih kiselina trupa direktno odražava profil masnih kiselina u obroku životinja (Eastwood, 1993).

**Tabela 2.** Masnokiselinski sastav (%), i odnos n-6/n-3 u hrani u završnoj fazi tova svinja

FA	Eksperiment 1			Eksperiment 2	
	E-I ( $\bar{X} \pm SD$ )	E-II ( $\bar{X} \pm SD$ )	E-III ( $\bar{X} \pm SD$ )	C ( $\bar{X} \pm SD$ )	E ( $\bar{X} \pm SD$ )
SFA	20.60 <sup>B</sup> ± 0.46	18.38 <sup>AB</sup> ± 0.60	20.17 <sup>A</sup> ± 0.32	22.21 <sup>A</sup> ± 0.40	17.93 <sup>A</sup> ± 0.27
MUFA	35.29 <sup>A,B</sup> ± 0.56	25.46 <sup>B</sup> ± 0.26	25.51 <sup>A</sup> ± 0.32	38.31 <sup>A</sup> ± 0.20	25.71 <sup>A</sup> ± 0.24
PUFA	43.54 <sup>AB</sup> ± 0.76	55.99 <sup>A</sup> ± 0.70	54.33 <sup>B</sup> ± 0.48	39.48 <sup>A</sup> ± 0.60	56.36 <sup>A</sup> ± 0.32
n-6	42.73 <sup>AC</sup> ± 0.76	47.46 <sup>AB</sup> ± 0.60	49.79 <sup>BC</sup> ± 0.41	37.98 <sup>A</sup> ± 0.55	53.94 <sup>A</sup> ± 0.18
n-3	0.81 <sup>AC</sup> ± 0.1	8.53 <sup>AB</sup> ± 0.22	4.54 <sup>BC</sup> ± 0.22	1.47 <sup>A</sup> ± 0.07	2.38 <sup>A</sup> ± 0.22
n-6/n-3	52.65 <sup>AC</sup> ± 1.10	5.57 <sup>AB</sup> ± 0.14	11.00 <sup>BC</sup> ± 0.54	25.78 <sup>a</sup> ± 1.11	22.80 <sup>a</sup> ± 2.21
c9t11CLA	-	-	-	ND	2.57 ± 0.02
t10c12CLA	-	-	-	ND	2.55 ± 0.01
c9t11CLA+ t10c12CLA	-	-	-	ND	5.12 ± 0.03

<sup>A, B, C</sup> ista slova p < 0.01; <sup>a</sup> ista slova p < 0.0

Meso svinja hranjeno ovim dodacima imalo je značajno povoljniji odnos n-6/n-3 masnih kiselina, u odnosu na meso svinja hranjenih bez dodatka preparata lana, odnosno CLA (Milica Todorović, 2014; Pantić, 2014).

Rezultati ispitivanja sadržaja pojedinih zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u mišićnom tkivu svinja pokazuju da je sadržaj zasićenih masnih kiselina veći, a mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina manji kod ogledne grupe svinja. Razlike u sadržaju n-3 i n-6 masnih kiselina

ogledne i kontrolne grupe svinja nisu bile statistički značajne, ali je odnos n-6/n-3 bio povoljniji kod ogledne grupe svinja. U mesu svinja hranjenih sa dodatkom preparata CLA dokazano je prisustvo oba izomera ovog preparata. Prisustvo ovih izomera nije dokazano u mesu svinja koje su hranjene bez dodatka CLA (Pantić, 2014).

Dodavanjem preparata lana, odnosno preparata CLA u hranu za svinje poboljšava se vrednost mesa svinja, kako sa nutritivnog tako i sa zdravstvenog aspekta.



**Tabela 3.** *Masnokiselinski sastav (%), i odnos n-6/n-3 u mesu svinja*

FA	Eksperiment 1			Eksperiment 2	
	E-I ( $\bar{X} \pm SD$ )	E-II ( $\bar{X} \pm SD$ )	E-III ( $\bar{X} \pm SD$ )	C ( $\bar{X} \pm SD$ )	E ( $\bar{X} \pm SD$ )
SFA	36.98 <sup>A</sup> ±0.25	37.91 <sup>A</sup> ±0.75	37.54±0.05	43.33 <sup>A</sup> ±1.38	53.48 <sup>A</sup> ±1.07
MUFA	39.59 <sup>AC</sup> ±0.12	43.71 <sup>AB</sup> ±0.28	41.42 <sup>BC</sup> ±0.05	46.72 <sup>A</sup> ±1.88	37.53 <sup>A</sup> ±0.28
PUFA	23.17 <sup>AC</sup> ±0.28	17.99 <sup>AB</sup> ±0.44	20.87 <sup>BC</sup> ±0.08	9.95 <sup>a</sup> ±0.60	8.99 <sup>a</sup> ±0.92
n-6	22.53 <sup>AC</sup> ±0.28	16.98 <sup>AB</sup> ±0.56	19.76 <sup>BC</sup> ±0.07	9.51±0.57	8.56±0.90
n-3	0.69 <sup>AC</sup> ±0.01	1.23 <sup>AB</sup> ±0.03	1.12 <sup>BC</sup> ±0.02	0.32±0.04	0.36±0.03
n-6/n-3	32.40 <sup>AC</sup> ±0.51	13.67 <sup>AB</sup> ±0.08	17.84 <sup>BC</sup> ±0.55	29.72 <sup>a</sup> ±3.60	24.58 <sup>a</sup> ±2.97
c9t11CLA	-	-	-	ND	2.37±0.01
t10c12CLA	-	-	-	ND	1.19±0.01
c9t11CLA+ t10c12CLA	-	-	-	ND	3.56±0.71

<sup>A, B, C</sup> ista slova p<0.01; <sup>a</sup> ista slova p<0.05

U okviru ovih istraživanja korištena su dva izomera CLA, i to c9t11CLA i t10c-12CLA kao dodatak smeši za ishranu svinja. Obe ove kiseline utvrđene su i u mesu svinja, s tim da je sadržaj c9t11CLA bio skoro dvostruko veći od sadržaja t10c-12CLA. Ovde je primetno da nije isti stepen usvajanja i ugradnje oba izomera konjugovane linolne kiseline koji su uočeni u hrani. Izomer c9t11 je mnogo prikladniji za ugradnju u intramuskularne masne depoe (Pantić, 2014).

### Eksperiment 3

Selen je izuzetno važan mikroelement koji učestvuje u brojnim reakcijama koje su od vitalnog značaja za život ćelije. Kao što je napred pomenuto, on je esencijalan mineral za sintezu enzima koji učestvuju u neutralizaciji štetnog dejstva slobodnih

radikala. Takođe je poznato da je selen uključen u stvaranje tokoferola koji igra veliku ulogu u oksidoredukcionim reakcijama. Vitamin E i selen deluju sinergistički (Nicholson et al., 1991; Sretenović i sar., 2009).

Selen pomaže u smanjenju rizika od srčanih bolesti i učestvuje u zaštiti od različitih vrsta raka, pomaže u održavanju elastičnosti tkiva, povećava broj spermatozoida, i plodnost muškaraca.

Na kraju eksperimenta, znatno veći (p<0.01) sadržaj selena u odnosu na druge grupe bio je u O-III grupi i to: 0.61 mg/kg (meso grudi), 0.54 mg/kg (batak sa karabatakom), 0.96 mg/kg (jetra) i 0.48 mg/kg (srce). Sadržaj vitamina E je bio značajno veći (p<0.01) u jetri (4.49 mg/kg) za grupu O-II i O-III u odnosu na

O-I grupu. U eksperimentalnim grupama sa povećanim sadržajem selena u hrani i 100 IJ vitamina E značajno ( $p < 0.01$ ) je bilo manje masti u mesu grudi i srca, a sadržaj proteina je bio značajno veći

( $p < 0.01$ ) u jetri. Povećanje količine selena u hrani povoljno utiče na masnokiselinski sastav (povećana količina PUFA i povoljan aterogeni indeks) (Marković i sar., 2010).

**Tabela 4.** Sadržaj selena u mesu i organima brojlera

Grupe	n	Sadržaj selena (mg/kg)			
		grudi	batak sa karabatakom	jetra	srce
		M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
I (0,3 ppm Se)	6	0.31 ± 0.0 <sup>2A,C</sup>	0.29±0.03 <sup>A,C</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>A,C</sup>	0.41 ± 0.01 <sup>A,C</sup>
II (0,6 ppm Se)	6	0.45 ± 0.06 <sup>A,B</sup>	0.43±0.02 <sup>A,B</sup>	0.78 ± 0.02 <sup>A,B</sup>	0.46 ± 0.02 <sup>A</sup>
III (0,9 ppm Se)	6	0.61 ± 0.06 <sup>B,C</sup>	0.54±0.01 <sup>B,C</sup>	0.96 ± 0.02 <sup>B,C</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>C</sup>

Ista slova <sup>a,b</sup> za  $p < 0.05$

Ista slova <sup>A,B,C</sup> za  $p < 0.01$

Iz dobijenih rezultata se može zaključiti da se povećavanjem sadržaja selena u smešama za ishranu povećavao i sadržaj selena u mesu i organima. Razlike u sadržaju selena u mesu, odnosno organima ispitivanih grupa brojlera bile su statistički veoma značajne ( $p < 0.01$ ). Najveći sadržaj selena bio je u jetri (tabela 5). S obzirom na to da je poznato da je naše zemljište siromašno selenom, a da ga organizam najbolje usvaja kada se unosi putem mesa, mleka i jaja, svakako je potrebno uključiti ga u obroke životinja koje ga ekskimiraju u svoje proizvode (Sretenović i sar., 2003; Sretenović i sar., 2008). Pošto se svinjsko i pileće meso troše u velikim količinama, smatra se da je to jedan od najboljih načina unošenja selena, mada se sve češće govori o mleku i mesu obogaćenim selenom. Naroči-

to visoka bioiskoristivost selena iz mesa sugeriše na značaj funkcionalne hrane bazirane na mesu za povećanje unosa selena u ljudski organizam. U zemljama sa razvijenim biotehnologijama već duži niz godina koriste se proizvodi animalnog porekla, mleko, meso i jaja i preko njih se najprirodnijim putem ovaj važan mikroelement unosi u organizam.

Sadržaj vitamina E u batak sa karabatakom kretao se između 0.26 i 0.36 mg/kg i nije bilo značajnih razlika među grupama ( $p > 0.05$ ), dok je u jetri sadržaj vitamina E bio značajno niži ( $p < 0.01$ ) u O-I grupi u odnosu na O-II i O-III grupu (tabela 3) (Marković i sar., 2010).

U grupi kojoj je dodata veća količina organskog oblika selena je bio povoljniji odnos višestruko nezasićenih prema zasićenim masnim kiselinama, kao i ater-

**Tabela 5.** Sadržaj vitamina E u batak sa karabatakom i jetri brojlera

Grupe	n	Vit E (mg/kg)	
		batak sa karabatakom	jetra
		M±SD	M±SD
I	6	0.36 ± 0.06	3.89 ± 0.15 <sup>A,B</sup>
II	6	0.30 ± 0.04	4.49 ± 0.23 <sup>A</sup>
III	6	0.26 ± 0.10	4.49 ± 0.27 <sup>B</sup>

Ista slova <sup>A,B,C</sup> za p<0.01

ogeni indeks (tabela 6). Numerički gledano ogledna grupa III imala je povoljniji aterogeni indeks (0.304) u odnosu na oglednu grupu I (0.380). Prema mišljenju nekih prehrambenih stručnjaka (Ulbricht i Sauthgate, 1991) realniji kriterijum i pravedniju ocenu kvaliteta masti sa gledišta zdravlja predstavlja tzv. aterogeni indeks (IA= (C12 + 4C14 + C16 + Trans

MK) / (PNMK + C18:1 + druge MNMK), koji u izračunavanju obuhvata samo one masne kiseline koje dokazano povećavaju koncentraciju holesterola (određene ZMK) i one koje holesterol smanjuju (PNMK). Aterogeni indeks za pileće meso je 0.50, za govedinu 0.72, a za svinjsko meso 0.60.

**Tabela 6.** Masnokiselinski sastav [%], odnos masnih kiselina i aterogeni indeks masti bataka sa karabatakom brojlera,

	O-I (0.3ppm Se)	O-III (0.9 ppm Se)
Masne kiseline (%)		
Ukupne <b>zasićene</b> –SFA (%)	28.76	29.55
Ukupne <b>mononezasićene</b> – MUFA (%)	43.07	40.72
Ukupne višestrukonezasićene <b>PUFA</b> (%)	28.16	29.72
NZ/Z	2.37	2.39
P/S	1.06	1.15
Aterogeni indeks (IA)	0.38	0.304

## ZAKLJUČCI / CONCLUSIONS

Dodavanjem preparata lana, odnosno preparata CLA u hranu za svinje, poboljšava se nutritivna vrednost mesa svinja.

Utvrđene su statistički značajne razlike između sadržaja pojedinih zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u mišićnom i masnom tkivu kontrolne i oglednih grupa svinja. Utvrđen je povoljniji odnos n-6/n-3 masnih kiselina u mišićnom tkivu oglednih grupa svinja. Prosečan sadržaj konjugovane linolne kiseline u mesu ogledne grupe svinja bio je  $3,56 \pm 0,71\%$ , a prisustvo ove kiseline nije utvrđeno u mesu, kontrolne grupe svinja.

Ishrana obogaćena lanom pozitivno utiče na sastav masnih kiselina snižavajući sadržaj zasićenih masnih kiselina i povećavajući sadržaj mono i polinezasićenih masnih kiselina.

Veza između selena unetog hranom i sadržaja selena u životinjskim tkivima i proizvodima nije linearna. Unošenjem selena hranom, sadržaj u svežim tkivima dostiže nivo od 0,3 do 0,4 mg/kg. Organi, jetra i srce, sadrže veće koncentracije selena, jetra čak do četiri puta u odnosu na skeletne mišiće. Meso životinja moguće je obogatiti funkcionalnim sastojcima putem ishrane, dizajniranjem obroka.

Napred izložene činjenice nedvosmisleno ukazuju da funkcionalna hrana, pre svega meso obogaćeno pomenutim bioaktivnim dodacima, sve će više predstavljati nezamenljivi deo svakodnevnog obroka. Proizvodnja hrane prevazilazi potrebe za preživljavanjem i zadovoljen-

jem gladi. Razvoj i kreiranje funkcionalne hrane je naučno iskušenje koje mora biti ispred ekonomskog iskušenja, a koje se mora zasnivati na naučno utemeljenim činjenicama.

## ZAHVALNICA/ ACKNOWLEDGEMENT

Ovaj rad je rađen u okviru projekta „Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača“, TR 031034, finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## LITERATURA / REFERENCES

1. Bhat ZF, Bhat H (2011): *Functional Meat Products: A Review*, International Journal of Meat Science 1: 1-14.
2. Drljačić Aleksandar, (2013): *Uticao primene različitih količina organskog selena na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera*, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu.
3. Eastwood P., (1993): *Variations in food choices*, Commentary from the 1st Food Choice Conference appetite 21: 287-290.
4. Eggert JM, Belury, MA, Kempa-Steckzo A, Mills SE, Schinckel, AP (2001): *Effects of conjugated linoleic acid on the belly firmness and fatty acid composition of genetically lean pigs*. Journal of Animal Science, 79: 2866-2872.
5. Fernández-Ginés J. M, Fernández-López Juana, Sayas Barberá Estrella,

- Pérez-Alvarez JA (2005): *Meat Products as Functional Foods: A Review*, Journal of Food Science 70: R37-R43.
6. Grujić Radoslav, Slavica Grujić, Dragan Vujadinović, (2012): *Funkcionalni proizvodi od mesa*, Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku, 1: 44–54.
7. JUS ISO 6867, (2004): Sl. list 36/04. Određivanje sadržaja vitamina E-metode tečne hromatografije visoke performanse (E.B8).
8. JUS E K8.038, Određivanje masnih kiselina gasno-tečnom hromatografijom.
9. Marenjak T. S., Delaš I., Štoković I., Poljičak-Milas N. (2008): *Strategija proizvodnje funkcionalne hrane animalnog porekla*, Meso, X: 281–287.
10. Marković Radmila, Baltić M. Ž., Šefer D., Radulović S., Drljačić A., Vesna Đorđević, Ristić M. (2010): *Einfluss der Fütterung auf die Qualität von Broilern*. Fleischwirtschaft 10: 132–136.
11. Marković R., Todorović M., Baltić M., Radulović S., Dokmanović M., Drljačić A., Šefer D., Jakić-Dimić D. (2012): *The influence of feeds on fatty acid composition of meat fattening pigs*. Proceedings of 6<sup>th</sup> Central European Congress on Food, Novi Sad, 23–26. maj, p. 1576–1582.
12. Miletić Ivanka, Slađana Šobajić, Brigita Đorđević (2008): *Funkcionalna hrana – uloga u unapređenju zdravlja*, JMB,; 27 (3).
13. Nicholson G., Allen G., Bush S. (1991): *Comparison of responses in whole blood and plasma selenium level during selenium depletion and repletion of growing cattle*. Can. J. Anim. Sci., 71, 925–929.
14. Pantić Srđan (2014): *Uticaj konjugovane linolne kiseline na proizvodne rezultate, kvalitet mesa i proizvoda od mesa svinja u tovu*. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu.
15. Siro I., Kapolna Emese, Kapolna Beata, Lugasi Andrea (2008): *Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance, A review*, Appetite 51: 456–467.
16. Sretenovic Lj. (2003): *21. Primena savremenih biotehnologija u proizvodnji mleka*. Simpozijum “Savremeni trendovi u mlekarstvu”, Zlatibor, 124–128.
17. Sretenović Lj., Aleksić S., Katić V. (2008): *Značaj organski vezanog selena u ishrani životinja i ljudi*. Simpozijum: “Stočarstvo, veterinarska medicina i ekonomika u proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane”, Herceg Novi, 188.
18. Sretenović Ljiljana, Aleksić S., Ružić-Muslić D., Petrović M. M., Pantelić V., Beskorovajni R., Đedović R. (2009): *Dobijanje mleka i mesa sa osobinama funkcionalne hrane*, Zbornik naučnih radova, Proceedings of XXIII<sup>th</sup> Conference of Agronomists, Veterinarians and Technologists, Institut PKB Agroekonomik, 15: 3–4.
19. SRPS EN 16159 (2012): *Hrana za životinje–Određivanje selena atomskom*

- apsorpcionom spektrometrijom sa hidridnom tehnikom (HGAAS) posle mikrotalasne digestije (digestija sa 65 % azotnom kiselinom i 30 % vodonik-peroksidom).*
20. Stanton C., Ross R.P., Fitzgerald G.F. and Sinderen N.V. (2005): *Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites.* Curro Opin. Biotech. 16: 198–203.
21. Todorović Milica (2014): *Uticaj različitih izvora masti na proizvodne rezultate i kvalitet mesa tovnih svinja.* Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu.
22. Šefer Dragan (2010): *Koncept funkcionalne hrane, Seminar "Novi koncepti u ishrani životinja",* Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu.
23. Ulbricht T, V.D.A. T Southgate (1991): *Coronary Heart-Disease-7 Dietary Factors.* Lancet 8773: 985-992.
24. Wang Y.W., Jones P.J.H. (2004): *Conjugated linoleic acid and obesity control: efficacy and mechanisms.* Int J Obes, 28:941–955.

