

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/77



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	Z4-3669
<b>Naslov projekta</b>	Nutrigenomska raziskava oksidacijskega stresa pri linijah miši selekcioniranih na večjo in manjšo zamaščenost in linijah kokoši selekcioniranih na večjo in manjšo telesno maso
<b>Vodja projekta</b>	25513 Tamara Frankič
<b>Tip projekta</b>	Zt Podoktorski projekt - temeljni
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3400
<b>Cenovni razred</b>	A
<b>Trajanje projekta</b>	05.2010 - 04.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.02 Živalska produkcija in predelava 4.02.02 Prehrana živali
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	08. Kmetijstvo

#### 2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	4.02
<b>- Veda</b>	4 Kmetijske vede
<b>- Področje</b>	4.02 Znanosti o živalih in mlekarstvu

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Namen raziskave je bil doprinos k poznavanju delovanja  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola ter njune kombinacije pri preprečevanju lipidne oksidacije pri piščancih selekcioniranih na visoko telesno maso *in vivo* in v piščančjem mesu. Preučiti smo želeli ali med tema dvema oblikama vitamina E obstaja sinergistično

delovanje. Prav tako je bilo do sedaj še neznano kako obe obliki vitamina E vplivata na ekspresijo genov pri piščancih krmljenih z nenasičenimi maščobami. Izvedli smo prehranski poskus na pitovnih piščancih, linije Ross 308, selekcioniranih na visoko telesno maso. Vhlevili smo 46 dan starih piščancev v skupinske bokse. V krmo obogateno z lanenim oljem, kot virom n-3 PUFA, smo dodajali različne oblike vitamina E ( $\alpha$ -,  $\gamma$ -tokoferol in kombinacija obeh). Skupini A smo dodajali 100 IU vitamina E v obliki RRR- $\alpha$ -tokoferola, skupini G enako količino RRR- $\gamma$ -tokoferola ter skupini S polovične količine obeh oblik. Uporabili smo tudi dve kontrolni skupini - skupina N je dobila palmovo mast (vir nasičenih maščobnih kislin), skupina P pa tako kot poskusne skupine laneno olje. Obe skupini sta prejemale le količino vitamina E, ki zadostuje za pokritje minimalnih potreb (NRC, 1994). Spremljali smo prirast živali in na koncu poskusa odvzeli tkiva za analize oksidacijskega stresa in transkriptomiko. Rezultati kometnega testa kažejo, da tako  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol kot njuna kombinacija ščitijo DNA imunskih celic pred oksidativnimi poškodbami. Z našo raziskavo dokazujemo, da je v kombinaciji z  $\gamma$ -tokoferolom  $\alpha$ -tokoferol pri polovičnem odmerku enako učinkovit pri zaviranju lipidne peroksidacije merjene v plazmi in tkivih. Rezultati distribucije  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola v različna tkiva kažejo, da tudi pri piščancih vsebnost obeh izomerov v različnih tkivih različna.  $\gamma$ -tokoferol se nalaga 10 do 30 krat manj učinkovito kot alfa. Ugotovili smo, da prihaja do pretvorbe ene oblike vitamina E v drugo, kadar je krmljena le ena oblika. Z biostatistično analizo transkriptomata smo pokazali, da sprememba maščobe v obroku (nasičene v nenasičene) pomembno spremeni ekspresijo genov povezanih z metabolizmom maščob in oksidacijskim stresom. Alfa tokoferol je vplival na ekspresijo genov, ki so vpleteni v metabolizem holesterola in lipidov in se odzivajo na oksidacijski stres, medtem ko je gama tokoferol spremenil izražanje genov povezanih z imunskim sistemom. Kombinacija obeh tokoferolov je vplivala na izražanje genov, ki se aktivirajo v pogojih oksidacijskega stresa. Izmerili smo več holesterola v skupini, ki je dobivala  $\alpha$ -tokoferol. Pri oksidacijski stabilnosti mesa, smo ugotovili, da samo  $\alpha$ -tokoferol ugodno preprečuje oksidacijo lipidov v mesu pri skladiščenju v hladilniku 6 dni ali v zamrzovalniku 2 ali 4 mesece. Kombinacija obeh oblik tokoferolov je enako učinkovito preprečevala lipidno peroksidacijo, kar nakazuje na sinergistično delovanje obeh tokoferolov.

ANG

The aim of this study was to contribute to better understanding of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol and their combination in the prevention of lipid oxidation in broilers selected for high body weight and in broiler meat. We wanted to examine whether synergistic effect occurs between these two forms of vitamin E. It was so far unknown how the two forms of vitamin E effect the gene expression in chickens fed unsaturated fat. We carried out a nutritional experiment on broilers (Ross 308), selected for high body weight. We housed 46-day-old chicks in group pens. In the feed enriched with linseed oil, as a source of n-3 PUFA, we added different forms of vitamin E ( $\alpha$ -,  $\gamma$ -tocopherol, and a combination of both). Group A received 100 IU of vitamin E in the form of RRR- $\alpha$ -tocopherol, the group G the same amount of RRR- $\gamma$ -tocopherol, and the group S half the amount of both forms. We also used two control groups - group N got palm fat (source of saturated fatty acids), group P received linseed oil. Both groups received only the amount of vitamin E, which is sufficient to meet the minimum requirements (NRC, 1994). We monitored growth of animals and the end of the experiment we collected tissues for analysis of oxidative stress and transcriptomics. The results of comet assay indicate that both  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol as their combination protect against oxidative DNA damage in immune cells. When fed with  $\gamma$ -tocopherol, half the dose of  $\alpha$ -tocopherol shows the same efficacy in preventing lipid peroxidation in plasma and tissues. Distribution of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol in tissues is different.  $\gamma$ -tocopherol retention is 10 to 30 times lower than  $\alpha$ -tocopherol's. We found that there is a conversion of one form of vitamin E to another, when only one form is fed. With biostatistics of transcriptom analysis, we showed that the change of fat source in the diet significantly changed expression of genes related to fat metabolism and oxidative stress. Alpha tocopherol affected the expression of genes involved in the metabolism of cholesterol and lipids, and genes that respond to oxidative stress. Gamma tocopherol modified the expression of genes associated with the immune system. The combination of both tocopherols affected the expression of genes that are activated under conditions of oxidative stress. Higher cholesterol was measured in the  $\alpha$ -tocopherol fed group. Only  $\alpha$ -tocopherol prevents lipid oxidation in meat during storage in the refrigerator for 6 days or in the freezer for 2 or 4 months. The combination of both tocopherols was in most cases equally efficient in protection of lipid peroxidation as  $\alpha$ -tocopherol, which indicates the possible synergistic effect.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>3</sup>

Namen raziskave je bil doprinesiti k poznavanju delovanja  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola ter njune kombinacije pri preprečevanju lipidne oksidacije pri piščancih selekcioniranih na visoko telesno maso in vivo in v piščančjem mesu. Preučiti smo želeli kakšno je antioksidativno delovanje posameznih oblik vitamina E in če med tema dvema oblikama obstaja sinergistično delovanje.

Namen raziskave je bil preveriti naslednje hipoteze:

Dodatek n-3 PUFA (laneno olje) spremeni maščobnokislinsko sestavo mesa, poveča oksidacijski stres in zmanjša oksidativno stabilnost mesa

Dodatek različnih oblik vitamina E ( $\alpha$ -,  $\gamma$ -tokoferol, kombinacija obeh) različno vpliva na zmanjšanje lipidne oksidacije, ki je posledica povečanega zauživanja n-3 PUFA ter različno vpliva na antioksidativno kapaciteto organizma.

Nalaganje vitamina E v različna tkiva se pri dodajanju različnih oblik vitamina E razlikuje

Dodatek vitamina E, predvsem  $\alpha$ -tokoferola in kombinacije  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola izboljša antioksidativno stabilnost perutninskega mesa.

Oksidacijski stres ter  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol različno vplivajo na transkriptom piščancev.

Izvedli smo prehranski poskus na pitovnih piščancih, linije Ross 308, selekcioniranih na visoko telesno maso. Vhlevili smo 46 dan starih piščancev v skupinske bokse. V krmo obogateno z lanenim oljem, kot virom n-3 PUFA, smo dodajali različne oblike vitamina E ( $\alpha$ -,  $\gamma$ -tokoferol in kombinacija obeh). Skupini A smo dodajali 100 IU vitamina E v obliki RRR- $\alpha$ -tokoferola, skupini G enako količino RRR- $\gamma$ -tokoferola ter skupini S polovične količine obeh oblik. Uporabili smo tudi dve kontrolni skupini - skupina N je dobila palmovo mast (vir nasičenih maščobnih kislin), skupina P pa tako kot poskusne skupine laneno olje. Obe skupini sta prejemale le količino vitamina E, ki zadostuje za pokritje minimalnih potreb (NRC, 1994). Spremljali smo prirast živali in na koncu poskusa odvzeli tkiva za analize oksidacijskega stresa in transkriptomiko.

## 2 Analitika

Izvedli smo naslednje analitske metode

a) oksidacijskega stresa:

- merjenja stopnje poškodb DNA mononuklearnih krvnih celic (kometni test)
- konc. malondialdehida (MDA) v krvni plazmi, prsni mišici, stegenski mišici in jetrih ter v prsih in stegnu pri različnih načinih in času shranjevanja
- koncentracijo  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola v krvni plazmi, jetrih, prsni mišici, stegnu, abdominalni maščobi, srcu in možganih
- antioksidativno kapaciteto plazme – v lipidih topnih antioksidantov (ACL-Photochem) in v vodi topnih antioksidantov (FRAP)

V 2011 smo dodatno določili še vsebnost holesterola in trigliceridov v plazmi za lažjo biološko interpretacijo nekaterih rezultatov iz analize transkriptomata.

b) analize transkriptomata

- sami smo izolirali RNA iz jeter piščancev in preverili integriteto
- pripravljene vzorce smo poslali na Roslin inštitut (Škotska, VB), kjer so opravili analizo celotnega kokošjega genoma z Affymetrix mikromrežami. Naredili so osnovno statistično obdelavo. V juniju 2011 sem za dva tedna obiskala Roslin inštitut Univerze v Edinburgu (Škotska, VB), kjer so mi omogočili dostop do programske opreme za obdelavo podatkov ekspresije genov (Partek) in dostop to Ingenuity Pathways programske opreme za lažjo biološko interpretacijo dobljenih rezultatov. Obisk je bil ena najboljših potez v 2011, saj sem hitro in učinkovito prišla do znanja, ki bi ga pri nas zelo težko dobila oz bi sama porabila ogromno časa, da bi se ga naučila.

Analizo mikromrež smo validirali z uporabo RTqPCR na Centru za funkcijsko genomiko in bio-čipe na medicinski fakulteti.

Konec leta 2011 in preostanek časa v 2012 smo pisali prispevke za konference in pripravljali članke za objavo. Rezultati projekta so bili predstavljeni na domačih in tujih konferencah z mednarodno udeležbo.

Z zamenjavo nasičenih maščob (palmina mast) z nenasičenimi maščobami smo povzročili spremembo v maščobnokislinski sestavi tkiv, sprožili oksidacijski stres in zmanjšali oksidacijsko stabilnost perutninskega mesa. Ugotovili da, tako  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol kot njuna kombinacija ščitijo DNA imunskih celic pred oksidativnimi poškodbami. Potrdili smo, da  $\alpha$ -tokoferol ščiti pred lipidno peroksidacijo, in dokazali da pri piščancih gama tokoferol nima te sposobnosti pri količini 100 mg/kg krme, saj je retencija te oblike v organizmu slaba. Tako gama tokoferol iz krme tudi ne ščiti svežega perutninskega mesa (stegna in prsa) in skladiščenega mesa pred oksidacijskim kvarjenjem. Dokazujemo, da je  $\alpha$ -tokoferol v kombinaciji z  $\gamma$ -tokoferolom pri polovičnem odmerku enako učinkovit pri zaviranju lipidne peroksidacije merjene v plazmi in tkivih.

Pri določanju maščobnokislinskega profila prsi in stegna, smo ugotovili, da je v stegnih dodajanje gama tokoferola povečalo odstotek dolgoverižnih nenasičenih maščobnih kislin (eikozapentaenojske (EPA) in dokozaheksaenojske (DHA)) v primerjavi s skupino, ki je bila prooksidativno obremenjena z dodatkom lanenega olja. Podoben trend smo opazili tudi v prsih. Alfa-tokoferol tega učinka ni imel. Ker je bi pri ščititju PUFA pred oksidacijo v mesu gama tokoferol (razen v svežih prsih) neučinkovit, lahko

predvidevamo, da ima gama tokoferol specifično vlogo pri tvorbi ali distribuciji dolgoveriznih maščobnih kislin. To je zanimiva hipoteza, ki bi jo bilo potrebno preučiti, saj so dolgoverizne maščobne kisline zelo pomembne v prehrani ljudi.

Nalaganje alfa- in gama tokoferola v tkiva je različno. Največ alfa tokoferola na gram tkiva smo izmerili v srcu. Sledijo jetra, trebušna maščoba, stegenska mišica in plazma, najmanj je naloženega v prsni mišici in možganih. Gama tokoferola se naloži največ v trebušni maščobi. Sledita stegenska mišica in srce, nato pa jetra, plazma in prsna mišica. Najmanj gama tokoferola smo izmerili v možganih.  $\gamma$ -tokoferol se nalaga 10 do 30 krat manj učinkovito kot alfa. Očitno je distribucija vitamina E preferenčno usmerjena v tkiva, ki so dobro preskrbljena s kisikom ali vsebujejo veliko maščob - oboje je razlog za povečano antioksidativno zaščito. Posebnost so možgani, ki skladiščijo zelo majhne količine vitamina E. Ugotovili smo, da prihaja do pretvorbe ene oblike vitamina E v drugo, kadar je krmljena le ena oblika. Pri čemer se  $\gamma$ -tokoferol pretvarja v  $\alpha$ -tokoferol približno šest krat bolj kot obratno, kar je logično, če vemo, da je biološka funkcija  $\alpha$ -tokoferola najpomembnejša v organizmu. Vendar pa so tudi majhne količine  $\gamma$ -tokoferola v organizmu očitno neobhodno potrebne. Če dodajamo kombinacijo obeh tokoferolov (50:50), se naloži enak odstotek  $\alpha$ -tokoferola, kot če ga krmimo samega, medtem ko se naloži  $\gamma$ -tokoferola dvakrat več, kot če ga krmimo samega. Razloga za to nismo pojasnili, lahko da gre za prag/mejo nalaganja v določeno tkivo, izboljššan izkoristek nalaganja, ali pa se  $\alpha$ - tokoferol pretvarja v  $\gamma$ -tokoferol.

Naša raziskava je prispevala nove podatke na področju nutrigenomike.

Analiza transkriptoma je pokazala, da sprememba maščobe v obroku (nasičene v nenasičene) pomembno spremeni ekspresijo genov povezanih z metabolizmom maščob in oksidacijskim stresom. Pri tem je bila ekspresija genov povezanih z metabolizmom maščob pri skupini z nasičenimi maščobami povečana v primerjavi s skupino z nenasičenimi maščobami, medtem ko bili geni vključeni v oksidacijsko redukcijske procese bolj izraženi pri skupini, ki je zauživala nenasičene maščobe. Pri primerjavi  $\alpha$ - in  $\gamma$ - tokoferola, so bili geni vključeni v metabolizem maščob in holesterola manj izraženi pri  $\alpha$  izomeri v primerjavi z  $\gamma$  izomero. To je potrditev že obstoječih raziskav na celičnih linijah in pri sesalcih, da  $\alpha$ -tokoferol vpliva preko izražanja genov na zmanjšanje sinteze holesterola. Prvič smo dokazali, da  $\gamma$  izomera nima iste sposobnosti. Če smo dodali ob nenasičenih maščobah  $\gamma$ -tokoferol se je v primerjavi s kontrolno skupino najbolj spremenilo izražanje genov, ki so povezani z imunskim sistemom in vnetnim odgovorom. Ti geni so bili ob dodatku  $\gamma$ -tokoferola manj izraženi, kar lahko potrjuje pomembno vlogo  $\gamma$ -tokoferola za imunski sistem. Pri dodatku  $\alpha$ -tokoferola ni bilo opaziti istega efekta. Z RT-qPCR smo potrdili 10 ključnih genov. Ker so bili ob dodatku antioksidantov spremenjeni geni v metabolizmu holesterola in maščob, smo analizirali še plazemski holesterol in trigliceride. Med skupinami ni bilo razlik v plazemskih trigliceridih, smo pa izmerili več holesterol v skupini, ki je dobivala  $\alpha$ -tokoferol, kar nas je presenetilo, saj s mo pričakovali manjšo sintezo holesterola v jetrih in manjše izločanje le tega v plazmo. Tako pa je šlo lahko le za povratno zanko zmanjšanja sinteze.

Rezultati raziskave so bili predstavljeni na večjih posvetovanjih z mednarodno udeležbo. Pomembni so predvsem zaradi novega znanja na področju nutrigenomike. Pomembni bodo tudi za prakso, ko se bodo postavljale nove smernice dodajanja vitamina E, ki se danes zaradi varnosti dodaja v presežkih in predstavlja dodaten strošek v prirerji živali.

## 5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>

1. Dodatek n-3 večkrat nenasičenih maščobnih kislin (PUFA) spremeni maščobnokislinsko sestavo mesa, poveča oksidacijski stres in zmanjša oksidativno stabilnost mesa  
V prsni in stegnu se je zaradi krmljenja lanenega olja bogatega z n-3 PUFA povečala vsebnost n-3 maščobnih kislin in zmanjšala vsebnost nasičenih in enkrat nenasičenih maščobnih kislin. V organizmu se je povečal oksidacijski stres in zaradi velike vsebnosti PUFA v tkivih, se je zmanjšala oksidativna stabilnost v prsni in stegnu. Hipoteza potrjena.
2. Dodatek različnih oblik vitamina E ( $\alpha$ -,  $\gamma$ -tokoferol, kombinacija obeh) različno vpliva na zmanjšanje lipidne oksidacije, ki je posledica povečanega zauživanja n-3 PUFA ter različno vpliva na antioksidativno kapaciteto organizma.

Z merjenjem malondialdehida in v maščobah ter vodi topnih antioksidativnih molekul (ALC in FRAP) smo potrdili različno antioksidativno kapaciteto obeh izomer. Ugotovili smo razliko med obema izomerama tudi pri preprečevanju lipidne peroksidacije mesa. Hipoteza potrjena.

Dodatek vitamina E, predvsem  $\alpha$ -tokoferola in kombinacije  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola izboljša antioksidativno stabilnost perutninskega mesa.

Hipoteza potrjena.

4. Nenasičene maščobe ter  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol različno vplivajo na transkriptom piščancev.

$\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol vplivata na nekatere iste gene enako močno in je način delovanja obraten načinu n-3 VNMK. Obstajajo geni na katere vpliva samo ena od izomer, in geni na katere vpliva samo sestava maščob. Hipoteza potrjena.

Podroben opis pod točko 4.

## 6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

Žal je v času, ko smo čakali na odobritev projekta prišlo do številnih sprememb. Zaradi finančnih težav smo ostali brez selekcije kokoši in brez financ za vzdrževanje dovolj velike kolonije miši, od katere bi lahko dobili dovolj potomstva za predlagan načrt poskusa. Žal imajo podoktorski projekti proračun tak, da se lahko priklopijo le h kakšnim drugim večjim projektom ali virom financiranja, če bi želeli narediti res nekaj analitsko dobrega. Lahko, da bomo na nekaterih področjih kmalu delali le še meta-analize in druge teoretične študije.

Ko smo po rezultatih razpisa videli kako stvari stojijo, smo skušali najti plan B, s katerim bi pokrili kar največ v projektu predlaganih točk. Tako smo se odločili, da poskus izvedemo na pitovnih piščancih, ki so bili leta intenzivno selekcionirani na veliko telesno maso. Kot preučevani antioksidant smo izbrali vitamin E in sicer dve njegovi obliki,  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol, saj je o razlikah v njunem delovanju še veliko neznanega. Zaradi omenjene situacije se je študija omejila na proučevanje vpliva oksidacijskega stresa in antioksidantov na ekspresijo genov in kazalce oksidacijskega stresa, žal pa nismo mogli izvesti primerjave med fenotipsko in genotipsko različnimi osebki iste vrste.

## 7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	2888840	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Evalvacija različnih priporočil za vitamin E in bioaktivnosti različnih izomer alfa tokoferola pri piščancih
		ANG	Evaluation of different vitamin E recommendations and bioactivity of [alfa]-tocopherol isomers in broiler nutrition by measuring oxidative stress in vivo and the oxidative stability of meat
	Opis	SLO	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv različnih koncentracij in izomer vitamina E na oksidacijsko stabilnost mesa piščancev. Petdeset piščancev pitancev smo razdelili v pet skupin (N=10). Kontrolni skupini (KontPalm, KontLan) nista dobivali dodatka vitamina E. KontPalm skupina je dobivala krmo obogateno s palmovo mastjo, ostale štiri skupine pa z lanenim oljem. Poskusne skupine so bile obogatene z 85 IU vitamina E kot RRR- $\alpha$ -tokoferol/kg (RRR85), 85 IU vitamina E kot all-rac- $\alpha$ -tokoferol/kg (AllRac85) in 200 IU vitamina E kot all-rac- $\alpha$ -tokoferol/kg (AllRac200). V prsni mišici smo analizirali maščobnokislinsko sestavo, vsebnost vitamina E in MDA. Lipidna oksidacija v mesu je bila manjša v skupinah, ki so dobivale dodatek vitamina E. V RRR85 in AllRac85 skupini količina vitamina E ni bila zadostna, da bi preprečila lipidno oksidacija mesa v vseh preizkušanih primerih obdelave, medtem ko je dodatek vitamina E v AllRac200 skupini preprečil oksidacijo v vseh postopkih obdelave. Potrdili smo, da ima naravna izomera vitamina E boljšo aktivnost pri preprečevanju lipidne oksidacije.

	ANG	85 IU as RRR-[alfa]tocopherol. Oxidative stress in vivo was studied by measuring the DNA damage; measuring malondialdehyde (MDA) in plasma, liver, and breast muscle; and analyzing the antioxidant capacity of the lipid-soluble compounds, total antioxidant status of plasma, and antioxidant enzyme assays. The tocopherols in plasma, liver, and breast muscle were also analyzed. In vitro oxidative stability was studied by measuring MDA in fresh, stored, and heat-treated breast meat. Linseed oil, opposed to palm fat, induced DNA fragmentation and MDA formation. Both forms and concentrations of vitamin E reduced DNA damage and breast muscle MDA. The groups receiving 200 IU of all-rac-[alfa]-tocopherol and 85 IU of RRR-[alfa]-tocopherol had much higher values for antioxidant capacity of lipid-soluble compounds than did the controls. No differences were observed in the values of antioxidant enzymes. The [alfa]-tocopherol levels in tissues and plasma were significantly influenced by the level of [alfa]-tocopherol supplementation. Malondialdehyde formation in meat from the vitamin E-supplemented groups was decreased in comparison with that from the control linseed oil group. We conclude that both vitamin E concentrations were insufficient to prevent all harmful effects of lipid oxidation in vivo and that both were equally effective. On the contrary, to ensure good stability of meat lipids, higher vitamin E supplementation is needed, especially after heat treatment. The results of in vivo oxidative stress and meat lipid oxidation confirmed the currently accepted bioactivity of the RRR-[alfa]- to all-rac=[alfa]-tocopherol ratio of 1.39 in in vivo and in vitro systems.
Objavljeno v		Poultry Science Association; Poultry science; 2011; Vol. 90, no. 7; str. 1478-1488; Impact Factor: 1.728; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.887; A': 1; WoS: AD; Avtorji / Authors: Voljč Mojca, Frankič Tamara, Levart Alenka, Nemec Marija, Salobir Janez
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	3140232	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vloga nekaterih izomer vitamina E pri oksidacijskem stresu in njihov vpliv na ekspresijo genov	
	ANG	The role of different isomers of vitamin E in oxidative stress and their effect on gene expression	
Opis	SLO	Vitamin E se v obliki $\alpha$ -tokoferola dodaja v krmo zaradi preprečevanja oksidacije maščobnih kislin, v krmi sami pa se nahajajo večje koncentracije $\gamma$ -tokoferola. Dodajanje $\alpha$ -tokoferola in kombinacije obeh oblik je bilo učinkovito pri preprečevanju oksidacijskega stresa v organizmu, medtem ko $\gamma$ -tokoferolu take aktivnosti zaradi slabše retencije v organizmu ne moremo pripisati. Dodajanje vitamina E je imelo vpliv na ekspresijo različnih genov, predvsem tistih, ki so vpleteni v presnovo maščob in holesterola ter genov, pomembnih pri oksidacijskem stresu.	
	ANG	Vitamin E in the form of $\alpha$ -tocopherol is added to feed due to its antioxidant properties, while $\gamma$ -tocopherol is prevalent in feed intended for chicken nutrition. $\alpha$ -Tocopherol and its combination with $\gamma$ -tocopherol were effective in the prevention of lipid oxidation, $\gamma$ -tocopherol did not possess such properties because of its poor retention in the organism. The addition of vitamin E affected the expression of genes, mostly those that are involved in lipid and cholesterol metabolism and those which are important in the presence of oxidative stress.	
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci	

	Objavljeno v	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod; Zbornik predavanj; 2012; Str. 91-97; Avtorji / Authors: Tomažin Urška, Frankič Tamara, Levart Alenka, Talbot Richard, Horvat Simon, Salobir Janez	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
2.	COBISS ID	3188872	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv palmine maščobe in lanenega olja na oksidacijski stres in ekspresijo jetrnih genov pri piščancih pitancih
		ANG	The effect of palm fat and linseed oil on oxidative stress and gene expression in broilers
	Opis	SLO	Predstavili smo rezultate vpliva krmljenja različnih virov maščob na oksidacijski status in izražanje genov v jetrih brojlerjev. Oksidacija maščob je bila večja v skupini z lanenim oljem, vsebnost vitamina E pa je bila večja v skupini, ki je prejela palmovo maščobo. Razlik v koncentraciji trigliceridov in holesterola ni bilo. Maščobnokislinska sestava v jetrih je odražala maščobnokislinsko sestavo krme. Največje razlike pokazale v ekspresiji genov, ki so vpleteni v presnovo maščob in holesterola, različno je bilo izraženih tudi nekaj genov, ki so vpleteni v regulacijo oksidacijskega stresa.
		ANG	We presented the results of the study which was conducted in order to investigate the effect of different sources of fat on lipid metabolism in broiler chickens. Lipid oxidation was higher in the group fed linseed oil and vitamin E concentrations were higher in the group fed palm fat. No differences in plasma triglyceride and cholesterol concentrations were observed. Liver fatty acid composition matched the fatty acid composition of the diets. This was reflected in the changes of liver transcriptome with genes in lipid, cholesterol and oxidative stress pathway being differentially expressed.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Veterinarska fakulteta; Zbornik povzetkov; 2013; Str. 58-59; Avtorji / Authors: Tomažin Urška, Frankič Tamara, Keber Rok, Horvat Simon, Salobir Janez	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
3.	COBISS ID	3094408	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv alfa in gama tokoferola na lipidno oksidacijo in oksidativno stabilnost mesa pitovnih piščancev
		ANG	The effect of [alpha-] and [gamma-] tocopherol on lipid oxidation and lipid stability of meat in broiler chickens
	Opis	SLO	Nalaganje $\alpha$ -tokoferola v plazmi in mesu je odvisno od količine $\alpha$ -tokoferola v krmi. Koncentracije $\gamma$ -tokoferola so bile precej nižje v primerjavi z $\alpha$ -tokoferolom. Pri $\gamma$ -tokoferolu se količina naložena v tkivih ne povečuje sorazmerno s povečano količino v krmi. Oksidativna stabilnost prsne mišice se je izboljšala z $\alpha$ -tokoferolom in njegovo kombinacijo z $\gamma$ -tokoferolom, medtem ko je v stegnu bil učinkovit le $\alpha$ -tokoferol. Občutljivost za lipidno peroksidacijo je mogoče zmanjšati s samim $\alpha$ -tokoferolom ali kombinacijo $\alpha$ - in $\gamma$ - tokoferola. Pri istem odmerku sam $\gamma$ -tokoferol ni učinkovit.
		ANG	The retention of $\alpha$ -tocopherol in plasma and muscles reflects the supplementing regimen. Concentrations of $\gamma$ -tocopherol were much lower and only slightly elevated compared to $\alpha$ -tocopherol. Lipid stability of breast muscle was improved by $\alpha$ -tocopherol and its combination with $\gamma$ -toc, while in thigh only $\alpha$ -tocopherol was efficient. These results are indicating that susceptibility to lipid oxidation can be prevented by $\alpha$ -tocopherol, but not by feeding the same amount of $\gamma$ -tocopherol. Feeding the combination is as effective as feeding $\alpha$ -tocopherol alone, despite that only half of dose of $\alpha$ -tocopherol was used.

	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Wageningen Academic Publishers; Book of Abstracts of the 63rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Bratislava, Slovakia, 27-31 August 2012; 2012; Str. 164; Avtorji / Authors: Tomažin Urška, Frankič Tamara, Voljč Mojca, Levart Alenka, Salobir Janez	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
4.	COBISS ID	3064456	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Možnost sinergističnega delovanja alfa in gama tokoferola pri preprečevanju oksidacijskega stresa pri pitovnih piščancih
		ANG	The potential synergistic effect of [alfa]- and [gama]-tocopherol in prevention of oxidative stress in chickens
	Opis	SLO	Pod družbeno-ekonomski dosežek v 2012 bi navedla še predstavitev rezultatov projekta v okviru Cost action Feed for health v Barceloni, kjer sem predstavljala Slovenijo tudi kot soorganizator simpozija.
		ANG	In 2012 I presented results of the project also at the Cost action Feed for health workshop in Barcelona. I represented Slovenia also as an organizer of the workshop.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	TRES, Alba (ur.), FRANKIČ, Tamara (ur.). Feed your knowledge! : book of abstracts. [S.l.: s.n., 2012], str. 9; Avtorji / Authors: Frankič Tamara, Tomažin Urška, Salobir Janez	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>8</sup>

Tomažin U., Frankič, M. Voljč, V. Rezar, A. Levart and J. Salobir. The potency of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol, and their combination, in reducing dietary induced oxidative stress in vivo and improving meat lipid stability in broilers. Archiv für Geflügelkunde, issue 4 of volume 77 (October 2013) - članek še ni zaveden v cobiss

The objective of this study was to investigate the roles of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol, and their combination, in the prevention of oxidative stress in vivo and on lipid oxidation of meat in broiler chickens. Both forms of vitamin E were able to reduce the lymphocyte DNA damage, while the results of other analyses evaluating oxidative stress indicated that only  $\alpha$ -tocopherol and the combination of both tocopherols are effective in its prevention. This seems to be a consequence of  $\alpha$ -tocopherol being preferentially retained in the organism. Its concentrations in plasma and muscles reflected the feeding regimen, while  $\gamma$ -tocopherol's concentrations were only slightly elevated in both groups supplemented with  $\gamma$ -tocopherol. The fatty acid composition of the diet was reflected in the fatty acid composition of both muscles. The lipid stability of muscles in groups receiving linseed oil was compromised, but lower MDA values in groups TOCa and TOCa $\gamma$  under some of the storage conditions proved the ability of  $\alpha$ -tocopherol and the combination of both tocopherols (TOCa $\gamma$ ) to improve it.

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>9</sup>

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Rezultati raziskave podajajo nova znanja o nalaganju in antioksidativni kapaciteti  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola ter njune kombinacije in vivo pri piščancih in v mesu. Potrdili smo, da se  $\alpha$ -tokoferol bolj učinkovito nalaga v tkiva, nalaganje  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola v različna tkiva pa se razlikuje. Če je  $\gamma$ -tokoferol krmljen kot edina oblika vitamina E, se v procesu presnove pretvarja v  $\alpha$ -tokoferol



glede na potrebe v posameznem tkivu. Kaže, da je zauživanje kombinacije  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferola enako učinkovito v primerjavi z  $\alpha$ -tokoferolom, kar lahko ob upoštevanju vsebnosti  $\gamma$ -tokoferola v krmi pomeni, da bi v praksi lahko dodajali manjše količine  $\alpha$ -tokoferola, kadar v krmo vključujemo olja bogata z  $\gamma$ -tokoferolom (napr. koruzno, sojino, laneno).

S podatki izražanje genov smo dobili nove podatke o tem kateri geni se spremenjeno izražajo zaradi oksidacijskega stresa in kako na ekspresijo genov vplivata  $\alpha$ - in  $\gamma$ -tokoferol ter njuna kombinacija. S tem smo pridobili nova znanja o tem, kateri geni in metabolne poti so vpleteni v indukcijo oksidacijskega stresa, povzročene z n-3 PUFA, ter kakšne so metabolne poti, s katerimi različne oblike tokoferolov vplivajo na njegovo preprečevanje in zaviranje. Dokazali smo, da je tudi v našem primeru, ena od očitnih in lepo izraženih poti spremembe izražanja genov vključenih v obrambo pred oksidacijskim stresom regulirana preko transkripcijskega faktorja NRF2. Raziskava je bila za naš oddelek tudi metodološko pomembna, saj uvajamo nutrigenomske tehnike, ki jih do sedaj nismo uporabljali.

ANG

The results of the study provide new knowledge on metabolism and antioxidant capacity of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol and their combination in vivo in chickens and in meat. The feeding of equal amounts of both forms and analysis of content in different tissues, enabled us to show how the  $\gamma$ -tocopherol accumulates compared with  $\alpha$ -tocopherol. We confirmed that  $\alpha$ -tocopherol more effectively accumulates in the tissues and that the uptake  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol differs among different tissues. If the  $\gamma$ -tocopherol is fed as the only form of vitamin E, it is converted to the  $\alpha$ -tocopherol during the process of metabolism. This conversion is specific for each tissue. The facts show that the intake of the combination of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol is more effective if compared with  $\alpha$ -tocopherol alone. This means that if we take into account the levels of  $\gamma$ -tocopherol in the feed we could add smaller amounts of  $\alpha$ -tocopherol to the diet. In practice this is often the case when feeding oils like corn, soy or linseed oil, which are rich in  $\gamma$ -tocopherol. With supplementation of a combination of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol (50:50) we can achieve the same effectiveness on the lipid oxidation of meat than with the same amount of alpha-tocopherol, although  $\gamma$ -tocopherol does not possess this capability.

With the completed analysis of gene expression, we got the details on how the gene expression changes due to oxidative stress, and how  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol and their combination affect it. By this we gained new knowledge about the genes and metabolic pathways involved in the induction of oxidative stress by n-3 PUFA that are altered, and which are the metabolic pathways that are involved in the reduction of oxidative stress by various forms of tocopherols. We demonstrated also in our case, that one of the obvious and well-expressed paths of changes in expression of genes involved in the defense against oxidative stress is regulated via the transcription factor NRF2. The study is also methodologically important for our department as we introduce nutrigenomic techniques that until now have not been used in our laboratory.

## 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

V prihodnosti bi bilo smotno postaviti nova priporočila za pokrivanje potreb po vitaminu E, ki zadnjem obdobju predstavlja pomemben strošek pri pripravi krme v perutninarski industriji. To bi pomenilo bolj natančno odmerjanje vitamina E glede na to koliko in v kakšni obliki je prisoten v sami krmi. Danes se ravno zaradi pomanjkljivih oz tudi kontradiktornih informacij o dejanskih potrebah po vitaminu E pri določenih patofizioloških stanjih, le ta v krmo dodaja tudi v presežkih, kar podraži prirejo.

Raziskava je za naš oddelek tudi metodološko pomembna, saj uvajamo nutrigenomske tehnike, ki jih do sedaj nismo uporabljali, kar nas postavlja ob bok tujim inštitucijam in trenutnim trendom v prehranskih raziskavah. Brez tega in ostale sodobne opreme bomo lahko le "capljali" za vodilnimi, kar pomeni slabše možnosti za objave in s tem za promoviranje in uporabo našega znanja tudi širše po svetu.

ANG

In the future it would be prudent to make new recommendations for vitamin E, which in last years represents a significant cost of feed for poultry industry. This would give a more accurate assessment of added vitamin E in relation to how much and in what form it is already present in the input feed. Today, precisely because of insufficient or contradictory information about the actual need for vitamin E in certain specific physiological conditions, surplus of this vitamin is added to feed. The research is also methodologically important for our department as we

introduce nutrigenomic techniques that until now we did not use, which puts us alongside foreign institutions, and current trends in nutrition research. Without this and other modern equipment, we will stay behind, which means fewer opportunities for publication and thus for promotion and use of our knowledge in the world.

**11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!  
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

--

**12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**  
**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	<b>Vpliv</b>	<b>Ni vpliva</b>	<b>Majhen vpliv</b>	<b>Srednji vpliv</b>	<b>Velik vpliv</b>	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.03.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>						
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>						
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>						
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>						
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>						

**Komentar**

--

**13.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>12</sup>**

	Sofinancer			
1.	Naziv			
	Naslov			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra		
		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
		5.		
	Komentar			
	Ocena			

**14.Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>**

#### 14.1. Izjemni znanstveni dosežek

V letu 2012 ni bilo izjemnega znanstvenega dosežka.

#### 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Pod družbeno-ekonomski dosežek v 2012 bi navedla predstavitev rezultatov projekta v okviru Cost action Feed for health v Barceloni, kjer sem predstavljala Slovenijo tudi kot soorganizator znanstvenega srečanja.

TRES, Alba (ur.), FRANKIČ, Tamara (ur.). Feed your knowledge! : book of abstracts. [S.l.: s.n., 2012], str. 9; Avtorji / Authors: Frankič Tamara, Tomažin Urška, Salobir Janez

### C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

#### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani, Biotehniška  
fakulteta

Tamara Frankič

#### ŽIG

Kraj in datum: 

Maribor	13.3.2013
---------	-----------

#### Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/77

<sup>1</sup> Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.rrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>5</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)



<sup>7</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

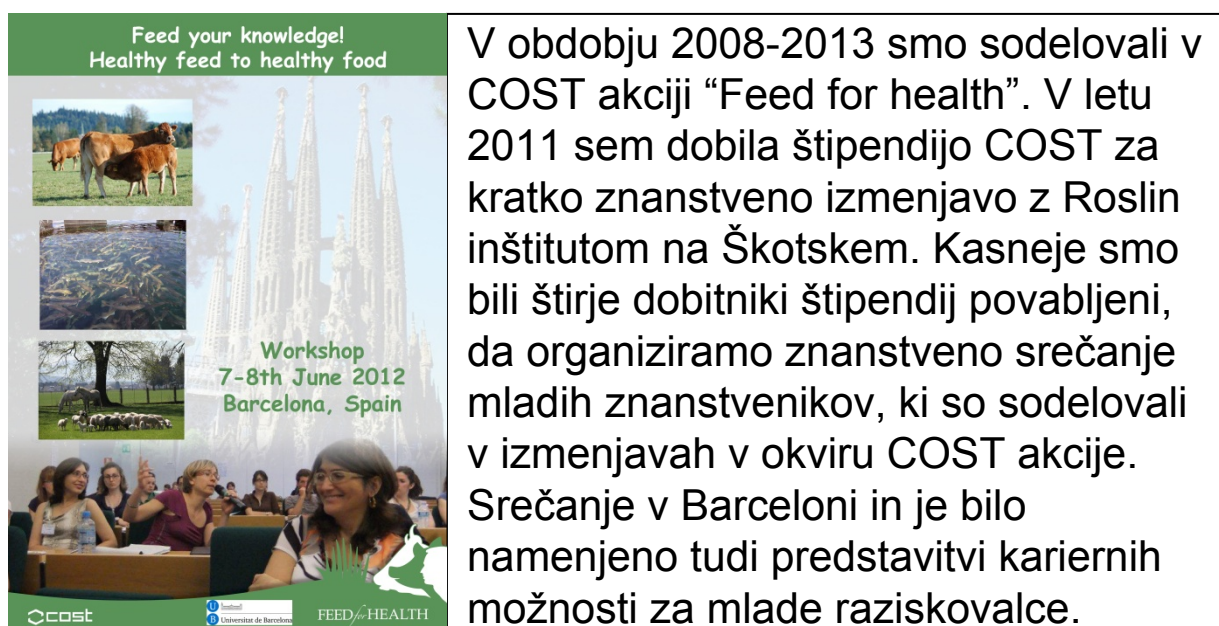
19-17-B1-C4-14-15-51-E2-66-8D-BE-69-F5-AE-2B-98-D2-75-16-30

## VEDA: BIOTEHNIKA

Področje: 4.02 Živalska produkcija in predelava

Dosežek 1: \_soorganizator znanstvenega srečanja

Vir: FRANKIČ, Tamara, TOMAŽIN, Urška, SALOBIR, Janez. The potential synergistic effect of [alfa]- and [gama]-tocopherol in prevention of oxidative stress in chickens. V: TRES, Alba (ur.), FRANKIČ, Tamara (ur.). *Feed your knowledge! : book of abstracts*. [S.l.: s.n., 2012?], str. 9. [COBISS.SI-ID [3064456](#)]



Feed your knowledge!  
Healthy feed to healthy food

Workshop  
7-8th June 2012  
Barcelona, Spain

V obdobju 2008-2013 smo sodelovali v COST akciji "Feed for health". V letu 2011 sem dobila štipendijo COST za kratko znanstveno izmenjavo z Roslin inštitutom na Škotskem. Kasneje smo bili štiri dobitniki štipendij povabljeni, da organiziramo znanstveno srečanje mladih znanstvenikov, ki so sodelovali v izmenjavah v okviru COST akcije. Srečanje v Barceloni in je bilo namenjeno tudi predstavitvi kariernih možnosti za mlade raziskovalce.

cost  
Universitat de Barcelona  
FEED-HEALTH

V okviru Cost action »Feed for health« sem bila povabljena k organiziranju srečanja mladih znanstvenikov, ki so sodelovali v programu kratkih znanstvenih izmenjav (STSM), ki jih je financiral COST. Še s tremi kolegi iz različnih evropskih držav smo pripravili tri sekcije. In sicer: "Vloga krme za zdravje in produktivnost domačih živali", "Krma za zdravo hrano" in posebna sekcija "Karierne priložnosti". Na slednji sekciji je prof. Baldi predstavila možnosti pridobivanja evropskih sredstev za mlade znanstvenike, predstavnica Danone je predstavila pogled industrije na zaposlovanje mladih znanstvenikov, prof. Boulton pa sodobne poglede na povezavo znanosti in prakse. Na srečanju sem ob organizaciji predstavila tudi prispevek o možnem sinergističnem delovanju alfa in gama tokoferola pri zaščiti pred oksidacijskim stresom pri piščancih. V prispevku smo poudarili ugotovitev, da le alfa tokoferol ščiti učinkovito pred oksidacijskim stresom, da pa sinergistično delovanje med obema oblikama ni izključeno.