

## PODMIRENOST GOVEDA VITAMINOM E S OBZIROM NA BIOLOŠKU RASPOLOŽIVOST IZVORA VITAMINA I NAČINA DAVANJA

### SUPPLY OF VITAMIN E IN THE CATTLE AS INFLUENCED BY BIOAVAILABILITY OF TOCOPHEROL COMPOUNDS AND MODES OF ADMINISTRATION

**Libuška Ivandija**

Pregledno znanstveni članak  
UDK:636.2:636.087.73  
Primljeno: 22. kolovoza 1994.

#### SAŽETAK

U članku se navode podaci o biološkoj raspoloživosti i farmakokinetici različitih kemijskih oblika tokoferola, kako s obzirom na način primjene tako i s obzirom na korištene doze u goveda.

Uz oralni način primjene za tkiva goveda D- $\alpha$ -tokoferol i njegov acetatni oblik bolje su raspoloživi od L-epimera.

U pogledu prijenosa vitamina E u mlijeko, jednaku postapsorptivnu iskorištenost pokazuje oralni i injekcijski oblik uz napomenu, da je prijenos kroz mliječnu žlijezdu u mlijeko relativno slab. Učinkovitim putem za povećanje razine vitamina E u mlijeku i to na razini snačajnosti pokazala se intraperitonealna primjena DL- $\alpha$ -tokoferola i njegova acetatnog oblika (5 g i 10 g). Umanjenu kvalitetu mlijeka zbog mirisa oksidacije, što se spontano javlja u nekih krava uspješno uklanja im. injekcija D- $\alpha$ -tokoferola (3000 i.j. dnevno), ako se daje 3 puta u razmaku od 7 dana, uz istovremeno povećanje koncentracije masti u mlijeku.

Za produženje stabilnosti boje i lipida u mesu goveda neophodna je primjerena koncentracija  $\alpha$ -tokoferola u mišićju (3,3 mcg/g). Za stvaranje takvih rezervi potrebno je 120 dana uz doziranje  $\alpha$ -tokoferil acetata od 1840 i.j. dnevno, a uz nižu dozu (400 i.j. dnevno) za isti učinak potrebno je 6 mjeseci. U vezi s davanjem kombinacije vitamina topljivih u mastima (A, D<sub>3</sub>, E), bilo putem hrane ili injekcijom, u goveda nije utvrđena metabolička interakcija.

Vitamin E snažan je biološki antioksidant i ima vitalnu ulogu u svakoj stanici tijela. Treba reći, da iako postoji velik broj supstancija s aktivnošću vitamina E (tokoferoli  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\sigma$ ,  $\delta$  i tokotrienoli  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\sigma$ ,  $\delta$ ) njihova biološka djelotvornost u organizmu veoma je različita i zavisi o raspoloživom prostoru unutar staničnih membrana u koji se mogu smjestiti.

Za praktične svrhe računa se da 1 i.j. vitamina E po biološkoj aktivnosti odgovara 1 mg acetatnog estera - tokoferola (Diplock i Lucy, 1973.), što je vrijednost dobivena biološkim istraživanjima provedenim u malih

životinja (antisterilitetna istraživanja u štakora). Unatoč mnogo prikupljenog znanja o kliničkoj slici nedostatka, vrlo malo pozornosti posvećeno je razlici u biološkoj aktivnosti različitih oblika vitamina E u goveda.

---

Dr. sc. Libuška Ivandija, dipl. vet., znanstveni savjetnik, Istraživački institut, PLIVA, 41000 Zagreb, Vukovarska avenija 49, Hrvatska - Croatia

**Tablica 1 Koncentracija  $\alpha$ -tokoferola (mcg/ml) u plazmi goveda pod utjecajem različitih preparata vitamina E u hrani (Hidiroglou i sur., 1988.)**

Dodatak	Dani					Prosjek za skupinu
	0	1	7	14	28	
D- $\alpha$ -tokoferil acetat	1.49	2.46	3.67	5.64	7.65	4.18
D- $\alpha$ -tokoferol	1.39	3.82	5.25	8.41	9.22	5.61
DL- $\alpha$ -tokoferol	1.39	2.40	3.14	3.98	5.44	3.27
DL- $\alpha$ -tokoferil acetat	1.37	2.65	3.10	4.02	4.62	3.16
Prosječno po danu	1.41	2.83	3.80	5.51	6.73	

Zbog tih razloga Hidiroglou i sur. (1988.) istražili su koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola u plazmi i tkivima krava (dob 2 - 10 godina, izlučene iz stada 6 mjeseci nakon telenja) pod utjecajem oralnog davanja različitih kemijskih oblika tokoferola. Životinje su tijekom 28 dana primale jedan od sljedećih oblika tokoferola: DL- $\alpha$ -tokoferol : D- $\alpha$ -tokoferol : DL- $\alpha$ -tokoferil acetat : D- $\alpha$ -tokoferil acetat. Određeni tokoferol davan je u dozi od 1000 i.j./dnevno. Uzorci krvi sakupljeni su prije početka pokusa, te 1., 7., 14. i 28. dan i pretraženi na koncentraciju tokoferola (razina u krvi je pokazatelj biološke raspoloživosti kemijskog oblika vitamina E), a prilikom klanja životinja uzeti su uzroci 10 različitih tkiva.

Tijekom pokusnog razdoblja D- $\alpha$ -tokoferol i njegov acetatni ester povisili su razinu tokoferola u plazmi brže od racematskih produkata, a najbolji učinak očitovao je D- $\alpha$ -tokoferol (tablica 1). Viša razina  $\alpha$ -tokoferola u plazmi nakon davanja D- $\alpha$ -tokoferola u usporedbi s D- $\alpha$ -

-tokoferil acetatom pokazuje da je hidroliza acetata limitirajući čimbenik kada se daju visoke doze vitamina.

Racematska mješavina očitovala se nižom koncentracijom unatoč doziranju prilagođenog istom broju jedinica.

Tijekom pokusnog razdoblja koncentracija  $\alpha$ -tokoferola u plazmi dosljedno se povisivala, a razlike u koncentraciji (mcg/ml) između 28 i 0 dana iznosile su kako slijedi: D- $\alpha$ -tokoferil acetat = 6,16; D- $\alpha$ -tokoferol = 7,83; DL- $\alpha$ -tokoferol = 4,05; DL- $\alpha$ -tokoferil acetat = 3,25.

Temeljem tih podataka izračunata je relativna biološka raspoloživost različitih oblika tokoferola prema DL- $\alpha$ -tokoferil acetatu (1 i.j./mg) koja iznosi: DL- $\alpha$ -tokoferol = 1,37 i.j./mg; D- $\alpha$ -tokoferil acetat = 2,58 i.j./mg; D- $\alpha$ -tokoferol = 3,60 i.j./mg.

Pretragom tkiva (tablica 2) utvrđeno je da se neovisno o postupku najviša koncentracija  $\alpha$ -tokoferola

**Tablica 2 Koncentracija  $\alpha$ -tokoferola u tkivima (mcg/g svježeg tkiva) goveda pod utjecajem različitih preparata vitamina E u hrani (Hidiroglou i sur., 1988.)**

Tkivo	Oblik u hrani				Prosjek u tkivu
	D- $\alpha$ -tokoferil acetat	D- $\alpha$ -tokoferol	DL- $\alpha$ -tokoferol	DL- $\alpha$ -tokoferil acetat	
	mcg/g svježeg tkiva				
Nadbubrežna žlijezda	38.41	38.07	27.91	28.75	33.28
Srce	20.43	18.71	18.43	16.12	18.42
Bubreg	12.07	13.11	8.81	12.28	11.56
Jetra	24.20	27.00	15.67	19.88	21.68
Pluća	15.73	16.52	10.64	15.04	14.48
Mišić	5.29	5.79	5.70	5.79	5.64
Slezena	17.95	15.79	11.76	13.88	14.84
Štitnjača	3.40	4.43	5.63	4.35	4.45
Prosjek po skupini	17.18	17.42	13.03	14.53	

javlja u nadbubrežnoj žlijezdi i jetrima, a najniža u mišićju i štitnoj žlijezdi uz napomenu, da je koncentracija u nadbubrežnoj žlijezdi, bubregu, jetrima i plućima bila viša uz davanje D- $\alpha$  nego uz DL- $\alpha$ -tokoferol. Razina  $\alpha$ -tokoferola u srcu i mišićju nije bila pod utjecajem različitih oblika vitamina E. Podaci upućuju da su za tkiva goveda D- $\alpha$ -tokoferol i njegov acetatni oblik bolje raspoloživi od L-epimera.

Roquet i sur. (1992.) proveli su slična istraživanja u teladi i u junadi, ali su osim učinkovitosti kemijskog oblika vitamina E obratili pozornost i na utjecaj načina davanja. U teladi (dob 4 - 6 dana) davan je jedan od oblika vitamina E u količini ekvivalentnoj 228 mg  $\alpha$ -tokoferola (D- $\alpha$ -tokoferil acetat; DL- $\alpha$ -tokoferil acetat; D- $\alpha$ -tokoferil polietilenglikol 1000 sukcinat i pokusni uzorak što je sadržano D- $\alpha$ -tokoferil acetat i D- $\alpha$ -tokoferil polietilenglikol 1000 sukcinat).

Djelotvornost postupka ocijenjena je na osnovi razine  $\alpha$ -tokoferola u crvenim krvnim tjelešcima i u plazmi, te u usporedbi s kontrolom koja nije primala dodatke. Svi oblici vitamina E povisili su razinu  $\alpha$ -tokoferola u plazmi i crvenim krvnim tjelešcima, a najviše vrijednosti postignute su uz D- $\alpha$ -tokoferil acetat ili u eksperimentalnom uzorku.

U junadi (476 kg) istražen je učinak mjesta primjene na razini  $\alpha$ -tokoferola u plazmi. Jedna dnevna doza D- $\alpha$ -tokoferil acetata u količini od 810 mg dana je izravno u burag, a ista količina podijeljena u 5 jednakih doza davana je u dvanaestopalačno crijevo tijekom 12 sati. Razina  $\alpha$ -tokoferola u plazmi bila je viša kada su životinje dobivale vitamin izravno u burag. Rezultati upućuju da razina  $\alpha$ -tokoferola u plazmi i crvenim krvnim tjelešcima zavisi o obliku i o načinu davanja vitamina E. Pumfrey i sur. (1993.) istražili su kvantitativni prijenos različitih oblika vitamina E u mlijeko određujući apsorpciju u probavnom sustavu i prijenos kroz mliječnu žlijezdu. Postupak se sastojao u oralnom davanju 4000 i.j. DL- $\alpha$ -tokoferil acetata, odnosno iste doze miceliziranog D- $\alpha$ -tokoferola u obliku bolusa, te u davanja D- $\alpha$ -tokoferola injekcijom (4000 i.j.), a svaki je oblik vitamina apliciran kao jedna doza. Uzorci mlijeka sakupljeni su prije primjene te 2 - 22 dana nakon postupka.

Oralni i injektabilni oblik vitamina povisili su koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola u mlijeku, a povišena razina održala se u mlijeku 5 i 9 dana. Ukupna količina  $\alpha$ -tokoferola izlučena mlijekom iznosila je uz oralne oblike 13,1 mg i 27,2 mg odnosno 109,6 mg uz injektabilni oblik, što znači 0,36% i 0,75%, odnosno 3,01% od dane doze. Rezultati upućuju na relativno slab prijenos injekcije  $\alpha$ -tokoferola kroz mliječnu žlijezdu u mlijeko. Prijenos iz-

vora vitamina E iz probavnog sustava u mlijeko za DL- $\alpha$ -tokoferil acetat i micelizirani D- $\alpha$ -tokoferol iznosi 12,9% i 26,8% što upućuje na jednako post-apsorptivno korištenje kao i u injektabilnog izvora vitamina.

Učinak intraperitonealne injekcije vitamina E na njegovu razinu u krvi i u mlijeku istražili su Hidiroglou i sur. (1990.). Korišten oblik vitamina bio je DL- $\alpha$ -tokoferol i davan je u dvije doze 1,0 g i 5,0 g. Niža doza nije očitovala djelotvornost, dok je viša doza ispoljila znatan utjecaj na istražene parametre, pa su najviše vrijednosti u plazmi i u mlijeku iznosile 10,7 mcg/ml i 1,39 mcg/ml prvog dana nakon injekcije. Sljedećih 14 dana zabilježen je kontinuirani pad vrijednosti.

U nastavku istraživanja kao izvor vitamina E korišten je DL- $\alpha$ -tokoferol acetat u dozi od 5,0 g i 10,0 g.

Maksimalna koncentracija u plazmi zabilježena je drugi dan (7,4 mcg/ml) i prvi dan (10,9 mcg/ml) uz dozu od 5 g i 10 g. Uz višu dozu, koncentracija vitamina E u mlijeku povećana je na razini značajnosti ( $P < 0,05$ ) tijekom prva 4 dana u usporedbi s nižom dozom. Tijekom pokusnog razdoblja (14 dana) najviša koncentracija vitamina E u mlijeku uz višu dozu iznosila je 141 mcg/g masti i zabilježena je drugog dana nakon primjene, a u skupini što je primala nižu dozu utvrđena koncentracija iznosila je 62 mcg/g masti i također je zabilježena drugog dana nakon primjene.

Intraperitonealna primjena vitamina E pokazala se djelotvornim putem za poboljšanje opskrbljenosti krave vitaminom E. Podmirenost krava vitaminom E važna je sa stajališta primjerene opskrbe njihova potomstva, posebice zbog razloga što se smatra da je placentalni prijenos vitamina topljivih u mastima ograničen. Kako rezerve vitamina E u tek rođene teladi zavise o uzimanju kolostruma, to opskrba majki izravno utječe na sadržaj tog vitamina u kolostrumu i stvaranje rezervi u mladunčadi.

Odnos između materalnog i fetalnog vitamina E istražili su Van Sauen i sur. (1989.) na osnovi koncentracije vitamina E u serumu i jetrima steonih krava, odnosno, serumu i jetrima fetusa (tablica 3). Koncentracija  $\alpha$ -tokoferola u jetrima fetusa iznosila je u prosjeku 7,1 mcg/g s.t. (0 - 31,4 mcg/g s.t.), a u serumu fetusa 0,29 mcg/ml (0 - 0,92 mcg/ml). Prosječna koncentracija u jetrima i serumu majki iznosila je 12,5 mcg/g s.t. i 2,16 mcg/ml.

Kako je vitamin E sastojak lipoproteina to njegova koncentracija u serumu koleba s koncentracijom lipoproteina, pa se zbog tog odnosa koncentracija vitamina u serumu izražava često u odnosu prema lipidima seruma. Taj je odnos utvrđen u opisanom pokusu, pa je

koncentracija vitamina E prema kolesterolu iznosila u majki 1,45 i bila je 1,8, 7,4 i 3,5 puta veća nego u fetusa, što upućuje na ograničeni placentalni prijenos vitamina E u fetus. Vrijeme steonosti ne očituje učinak na koncentraciju vitamina E u majki, no, koncentracija vitamina E u tkivu fetusa opada s porastom dobi, ali je manji pad zabilježen u fetusu čije su majke primjereno opskrbljene vitaminom E. Smatra se da je razina  $\alpha$ -tokoferola u serumu majki  $>2$  mcg/ml uz odnos  $>1,5$  primjerena, a razina  $<2$  mcg/ml uz odnos  $<1,5$  nedostatna. Koncentracija  $\alpha$ -tokoferola u serumu majki kretala se u rasponu 0,19 - 7,05 mcg/ml (prosjek 2,16 mcg/ml) i bila je u skladu s vrijednostima što se navode za odrasla goveda što ne primaju dodatak vitamina E (0,91 - 2,32 mcg/ml) odnosno za krave u zasušanju što primaju 5 - 10 mg vitamina E na kg koncentrata dnevno (2,52 - 3,75 mcg/ml).

**Tablica 3. Prosječna koncentracija vitamina E u tkivu krava i fetusa te koncentracija kolesterola u serumu i odnos vitamina E prema kolesterolu (Van Sauen sur., 1989.)**

Tkivo	majka	fetus	P-vrijednost
Vitamin E u jetri mcg/g suhe tvari	12.5 ± 1.1	7.1 ± 0,72	0.0001
Vitamin E u serumu mcg/ml	2.16 ± 0.15	0.29 ± 0.02	0.0001
Ukupni kolesterol mg/ml	1.44 ± 0.05	0.73 ± 0.03	0.0001
Odnos++	1.45 ± 0.10	0.42 ± 0.03	0.0001

++ = Odnos između vitamina E u serumu i kolesterola (mcg/ml : mg/ml)

Podaci potkrijepljuju nedjelotvoran placentalni prijenos vitamina E, što se očituje u minimalnoj zaštiti novooteljene teladi od nedostatka vitamina E, ali u određenoj mjeri zavisi i o programu podmirivanja majki prije telenja.

Za vitamin E dokazano je da igra važnu ulogu i u kakvoći mlijeka, smanjujući stupanj oksidacije lipida. Učinkovitost u tom pogledu, oralnog i injekcijskog oblika vitamina E istražili su Charmley i Nicholson (1993.).

Istraživanjima obuhvaćene su krave u ranoj laktaciji i uz višu mliječnost, odnosno, krave u sredini laktacije, a u čijem je mlijeku bio prisutan miris oksidacije. U prvom slučaju polovica životinja primala je u hrani dodatak DL- $\alpha$ -tokoferil acetata 3000 i.j./dnevno, a ostatak injekciju s 3000 i.j. Pod utjecajem injekcije smanjen je intenzitet mirisa i povećana razina  $\alpha$ -tokoferola u mlijeku tijekom 2 tjedna nakon primjene.

U drugom slučaju vrednovan je učinak intramuskularne primjene D- $\alpha$ -tokoferola u dvije doze (1500 ili 3000 i.j./dnevno) dane u tri navrata (1., 8. i 15-ti dan tijekom 29 dana pokusa). Najviša razina  $\alpha$ -tokoferola u mlijeku utvrđena je 1. i 3. dan nakon injekcije uz napomenu, da je viša doza povećala koncentraciju masti u mlijeku. Od injicirane doze, tijekom 7 dana, mlijekom se izluči 5%.

Zanimljivo je istaći, da primjena govedeg somatotropina u dojnih krava, povišuje dnevno izlučivanje vitamina E mlijekom za oko 25% (Paulicks i sur., 1991.).

Odlaganje dovoljnih količina  $\alpha$ -tokoferola u mišićju tovnih junadi presudan je čimbenik za održavanje tj. produženje stabilnosti boje i stabilnosti lipida u mesu. Za ostvarenje tog cilja potrebno je prikupiti podatke o odlaganju  $\alpha$ -tokoferola u mišićju, o najmanjoj potrebnoj količini vitamina i trajanju davanja, te učinka postupka na koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola u mišićju. Sljedeći nužan podatak odnosi se na mehanizam koji vitamin E suzbija ta dva oksidativna procesa u mesu, a to podrazumijeva istraživanje ugradnje  $\alpha$ -tokoferola u subcelularne sastojke.

Arnold i sur. (1993.) razradili su program istraživanja od kojeg se očekivao odgovor na postavljena pitanja. U shemu je uključeno 6 postupaka davanja vitamina E, dva načina doziranja i nekoliko vremena davanja (kontrola: bez dodatka; E2000 i.j./dnevno; E5,8 i.j./kg tjel. mase; E8,6 i.j./kg tjel. mase; E5,8 i.j./kg tjel. mase 126 dana, zatim do 266 dana bez dodatka; bez dodatka 126 dana, zatim do 266 dana E5,8 i.j./kg tjel. mase).

Usporedbom postupaka trebao se dobiti podatak o utjecaju doze na stupanj u kojem plazma, mišić i jetra mogu odlagati  $\alpha$ -tokoferol. Smanjivanjem i povećanjem razine vitamina E želio se utvrditi stupanj odlaganja i pražnjenja, pa je u tom smislu ocijenjen i učinak ispaše tijekom 86 dana prije hranidbe u zatvorenom prostoru. Izvor vitamina E primiješanog hrani bio je  $\alpha$ -tokoferil acetat. Dobiveni rezultati, kao i zbirni pregled rezultata provedenih pokusa predočeni su na tablicama 4 i 5.

Rezultati pokazuju, da je odlaganje  $\alpha$ -tokoferola u tkivima slično, bilo da se dozira na kg tjelesne mase ili po životinji dnevno. Krična koncentracija  $\alpha$ -tokoferola potrebna za maksimalnu zaštitu od oksidacije u m. longissimus lumborum (7 dana nakon klanja) iznosi u prosjeku 3,3 mcg/g. Ova se koncentracija  $\alpha$ -tokoferola postiže uz doziranje vit. E na razini od 1840 i.j./dnevno i javlja se nakon 3 mjeseca, a uz nižu dozu (400 i.j./dnevno) za isti je učinak potrebno 6 mjeseci. Pražnjenje rezervi  $\alpha$ -tokoferola iz mišićja traje 180 dana, dok je za pražnjenje rezervi u jetrima i u plazmi potrebno samo 42 dana.

Dodatak vitamina E povisio je koncentraciju  $\alpha$ - tokoferola u frakcijama m. longissimus lumborum (mitohondriji, mikrosomi, citoplazma, vezivno tkivo), pa s iznimkom vezivnog tkiva, proporcionalna raspodjela - tokoferola u cijelom mišiću nije izmijenjena.

Između vitamina E i ostalih vitamina topljivih u mastima postoje brojni uzajamni odnosi, pa višak jednog može utjecati na potrebe, korištenje ili rezerve drugih.

Na tržištu nalaze se brojni farmaceutski pripravci što sadrže visoku koncentraciju vitamina A, D<sub>3</sub>, E te imaju široku primjenu u veterinarskoj praksi. Obično se daju parenteralno, a ne oralno, kako bi se izbjegla razgradnja u crijevu.

U svezi s davanjem vitamina topljivih u mastima u preživača, malo je raspoloživih podataka o tome u kojoj mjeri jedan od njih može smanjiti korištenje ostalih.

Hidiroglou i Williams (1986.) istražili su u junadi (dob 18 mjeseci) koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola u plazmi nakon intramuskularne injekcije vitamina A ( $3 \times 10^6$  i.j./, D<sub>3</sub>/  $10^6$  i.j./ i E (8160 i.j.) svakog dana zasebno ili sva tri vitamina dana istovremeno u kombinaciji. Dokazano je da paren-

teralna primjena spomenutih vitamina, bilo pojedinačno ili u kombinaciji, ne utječe na status vitamina E u goveda.

Naime, prosječna koncentracija  $\alpha$ -tokoferola u plazmi iznosila je 5,0, 4,5, 5,04 i 5,11 mcg/ml uz pojedinačno davanje vitamina D<sub>3</sub>, A i E, odnosno uz kombinaciju sva tri vitamina. Za razliku od ovaca, gdje visoka doza jednog vitamina topljivog u mastima, smanjuje korištenje ostalih vitamina topljivih u mastima, u goveda takva metabolička interakcija nije zapažena.

U krava davanje kombinacije vitamina (A, D<sub>3</sub>, E) putem praškastog dodatka u hrani ili putem drenča (vodotopljive granule) očituje se bržim i većim povećanjem razine tokoferola uz primjenu drenča (Kusabuka i sur., 1994.)

U krava prije telenja, odnosno u teladi primješavanje hrani vitamina A, D<sub>3</sub>, E povisuje sadržaj vitamina E u kolostrumu i serumu krava te serumu novooteljene teladi, ako se daje na razini od 25 i.j. vit. E/kg u teladi i 44 i.j. vit. E/kg u krava (Muroga i sur., 1991.).

Murakami sur. (1990.) smatraju da je djelotvorna oralna doza vitamina E kod goveda oko 25 i.j./kg za telad i oko 12,5 i.j./kg za dojne krave.

**Tablica 4 Učinak razine dodanog vitamina E i sheme davanja na koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola u tkivu (mcg/g svježeg tkiva) (Arnold i sur., 1993.)**

Tkiva	Postupak									
	EO	EO AH	G EO	E5,8 EO	EO E5,8	E5,8	E2000	E2000 AH	E8,6	G E8,6
Jetra	3,5	2,6	3,2	4,5	27,5	26,8	21,6	23,8	31,3	31,0
Pluća	4,4	4,2	4,6	5,7	17,7	18,0	17,8	18,3	19,5	20,6
Potkožna mast (m. longissimus)	2,4	3,3	3,0	6,7	19,9	18,7	19,3	19,3	24,0	20,9
Potkožna mast (m. gluteus medius)		3,7					16,6			
Crijevna mast	2,8	3,5	3,1	4,9	13,8	14,6	11,3	15,7	19,9	18,2
Bubrežna mast	2,7	3,3	2,7	5,0	10,6	12,7	13,5	13,5	15,9	17,1
Bubreg	4,1	2,7,5,7	3,8	10,7	13,5	11,8	13,2	11,2	13,2	
Ošit	2,8	2,5	2,8	4,2	11,8	14,2	12,1	13,6	15,2	14,7
Kičmena moždina	3,4	4,4	4,7	6,0	6,4	7,4	7,7	9,5	8,9	8,1
Gluteus medius		2,1						8,2		
Longissimus	1,5	1,5	1,6	2,9	6,5	6,7	7,1	6,7	7,6	7,5
Plazma	1,6	1,7	2,1	2,3	8,1	6,1	7,5	9,0	6,7	8,8

EO = bez dodatka vitamina E

AH = križanci Angus x Hereford, ostalo Holstein

G = ispaša

E5,8 = 5,8 i.j./kg tjel. mase

E2000 = 2000 i.j./dnevno

E8,6 = 8,6 i.j./kg tjel. mase

**Tablica 5 Učinak razine i trajanja davanja vitamina E na koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola u tkivima na osnovi nekoliko pokusa (Arnold i sur., 1993.)**

Doziranje i.j. dnevno	trajanje dana	n	jetra	potkožna mast	gluteus medius	longissimus	plazma
0	38-266	21-56	2,9	2,7	1,8	1,4	1,9
300	231 - 309	9			4,4	3,8	2,9
360	211 - 252	22	12,0	9,5	5,3	4,1	4,9
1.200	38	5	12,7	6,8	4,8	3,5	4,5
1.140	67	4	23,8	9,0	6,3	6,2	6,4
1.280	211 - 252	19	25,2	19,6	8,6	6,8	7,9
2.080	196 - 266	12	24,9	19,0	8,2	6,7	7,6
3.520	196 - 266	6	31,2	22,5		7,6	7,7
SE	-	-	1,7	1,1	0,3	0,2	0,5

Mikrograma  $\alpha$ -tokoferola/gram ili mililitar svježeg tkiva.

Za obrok preživača uobičajena je praksa kalkilirati potrebe u vitaminu E u skladu s tjelesnom masom i stupnjem proizvodnosti i to: 1 mg/dnevno/kg tjelesne mase + 5 mg za svaki kg proizvedenog mlijeka + 3 mg/g višestruko nezasićenih masnih kiselina u obroku (Putnam i Comben, 1987.).

Na kraju valja istaći, da se preispituju preporuke za dodatak vitamina E u hranu goveda što primaju obrok na osnovi koncentrata, jer je kontroliranim pokusima dokazano da se dodatkom može povećati proizvodnost i otpornost životinja prema bolesti.

Tako je potaknuto zanimanje za kvantificiranje raspoloživosti i stupnja apsorpcije vitamina E, kako bi se utvrdila učinkovitost dodatka. Čimbenik od značaja za vrednovanje jeste saznanje da li se vitamin E razgrađuje tijekom prolaza kroz burag, prije no što postane raspoloživ za životinju.

Zanimanje za razgradnju vitamina E u buragu potakli su izvještaji u kojima se navodi da u junadi što se hrani koncentratom, do 52% vitamina E iz hrane nije prisutno u sadržaju dvanaestpalačnog crijeva (Shin i Owens, 1990.). U ovaca je utvrđeno, da gubitak vitamina E raste od 8% do 42% kako se povećava udio kukuruza u obroku od 20% na 80% (Alderson i sur., 1971.). Spomenuti gubitak vitamina E pripisuje se djelovanju mikroflora buraga, budući da je takvo djelovanje dokazano za vitamin A.

Inkubacijom sadržaja buraga in vitro i pomoću markiranog DL- $\alpha$ -tokoferola, Astrup i sur. (1974.) utvrdili su u ovaca što su postile znatan gubitak vitamina E u tijeku 24 sata. Spomenuti autori koristili su sadržaj buraga životinja hranjenih nekvalitetnim obrokom (volumi-

noznim krmivima), pa se rezultati, zbog metabolički različite mikroflora, ne mogu primijeniti na obrok s koncentratom.

To je potaklo Leedle i sur. (1993.) da istraže mikro-biološku razgradnju vitamina E u buragu junadi (400 kg) hranjene koncentratom (peletirana hrana 1 x dnevno u količini 2,5% od tjelesne mase).

Koristeći inkubacijski sustav in vitro u uzorke nerazrijeđenog sadržaja buraga dodan je DL- $\alpha$ -tokoferol acetat u količini za koju se drži da potiče proizvodnost i povećava otpornost prema bolestima (1000 i.j./dnevno u hrani).

Autori su utvrdili u sadržaju buraga 96% dodanog vitamina E, a ta je razina ostala nepromijenjena u tijeku 24 sata, što pokazuje da se ne javlja mikrobiološka razgradnja vitamina. Zaključuje se da se opisani gubici vitamina E u prethodno citiranim istraživanjima, mogu pripisati nepotpunoj ekstrakciji tokoferola iz sadržaja buraga, zbog primjene neprimjerene metode ekstrakcije.

Rezultati su u skladu s podacima koje iznose Astrup i sur. (1974.a), a u kojima se navodi da se u probavnom sustavu goveda, vitamin E ne razgrađuje u većem stupnju.

#### LITERATURA

1. Alderson, N.E., G.E. Mitchell Jr., C.O. Little, R.E. Warner, R.E. Tucker (1971.): Preintestinal disappearance of vitamin E in ruminants. J. Nutr. 101, 655-660.
2. Arnold, R.N., S.C. Arp, K.K. Scheller, S.N. Williams, D.M. Schaefer (1993.): Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. J. Anim. Sci. 71, 105-118.

3. Astrup, H.N., S.G. Mills, L.J. Cook, T.W. Scott (1974.): Stability of  $\alpha$ -tocopherol in rumen liquor of the sheep. *Acta vet. Scand.* 15, 541-546.
4. Astrup, H.N., S.G. Mills, L.J. Cook, T.W. Scott (1974a.): Persistence of  $\alpha$ -tocopherol in the postrumen. *Acta vet. Scand.* 15, 454-458.
5. Charmley, E., J.W.G. Nicholson (1993.): Injectable  $\alpha$ -tocopherol for control of oxidized flavour in milk from dairy cows. *Nutr. abstr. and rev. B.* 63, (11), 740 (abstr. 5546).
6. Diplock, A.T., J.A. Lucy (1973.): The biochemical modes of action vitamin E and selenium: A hypothesis. *Febs letters* 29, 205-210.
7. Hidioglou, M., C.J. Williams (1986.): Interrelationships among liposoluble vitamins in ruminants. *Am. J. Vet. Res.* 47, 1767-1771.
8. Hidioglou, M., L.F. Laflamme, L.R. McDowell (1988.): Blood plasma and tissue concentrations of vitamin E in beef cattle as influenced by supplementation of various tocopherol compounds. *J. Anim. Sci.* 66, 3227-3234.
9. Hidioglou, M., A.S. Atwal (1990.): Effect of intraperitoneally injected tocopherol on vitamin E status of dairy cow. *Nutr. abstr. and rev. B.* 60, (3), 181, (abstr. 1302).
10. Kusabuka, Y., S. Osame, S. Ichijo (1994.): Vitamin A and E levels in the blood of cows after administering water soluble granules of a vitamin A, D<sub>3</sub>, E premix. *Nutr. abstr. and rev. B.* 64, (1), 25 (abstr. 181).
11. Leedle, R.A., Jane, A.Z. Leedle, M.D. Butine (1993.): Vitamin E is not degraded by ruminal microorganisms: Assessment with ruminal contents from a steer fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 71, 3442-3450.
12. Murakami, Y., S. Ichijo, S. Osame, T. Sarashina (1990.): Changes in the vitamin E and A levels in the blood after oral administration of vitamin A, D<sub>3</sub>, E premix in cattle. *Nutr. abstr. and rev. B.* 60, (5), 339, (abstr. 2430).
13. Muroga, Y., S. Ichijo, S. Osame, T. Eguchi, T. Sarashina (1991.): Changes in vitamin E and A levels in blood and colostrum after oral administration of vitamin A, D<sub>3</sub>, E premix in cattle. *Vet. Bull.* 61, (6), 622, (abstr. 4326).
14. Paulicks, B.R., D.A. Roth-Maier, M. Kirchgessner (1991.): The concentration and excretion vitamin A and vitamin E after application of bovine growth hormone (bGH). *Nutr. abstr. and rev. B.* 61, (10), 764, (abstr. 5088).
15. Pumfrey, W.M., K.G. DeYonge, J.A. Slusark, M.J. Garber, R.A. Roeder, W.K. Sanchez, G.T. Schelling (1993.): Absorption of various forms of vitamin E from gastrointestinal tract and transfer across the mammary gland in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 71, (Suppl. 1), 663 (Abstr.).
16. Putnam, M.E., N. Comben (1987.): Vitamin E. *Vet. Rec.* 121, 541-545.
17. Roquet, J., C.F. Nockels, A.M. Papas (1992.): Cattle blood plasma and red blood cell  $\alpha$ -tocopherol levels in response to different chemical forms and routes of administration of vitamin E. *J. Anim. Sci.* 70, 2542-2550.
18. Shin, I.S., F.N. Owens (1990.): Ruminal and intestinal disappearance of several sources of vitamin E. *J. Anim. Sci.* 68, (Suppl. 1), 544, (Abstr.).
19. Van Saun, R.J., T.H. Herdt, H.D. Stowe (1989.): Maternal and fetal vitamin E concentration and selenium-vitamin E interrelationships in dairy cattle. *J. Nutr.* 119, 1156-1164.

## SUMMARY

The paper presents data on biological availability and pharmacokinetics of different chemical forms of tocopherol with relation to its application and the doses used in cattle.

In oral application D- $\alpha$ -tocopherol and its acetate form are better for cattle tissues than L-epimere.

With regard to the transfer of vitamin E into milk both oral and injected applications show equal post-absorbent utilization but the transfer through the milk gland into milk is relatively poor. Intraperitoneal application of D- $\alpha$ -tocopherol and its acetate form (5 g and 10 g) has proved efficient in increasing the level of vitamin E in milk. The poorer quality of milk due to oxidation smell which appears in some cows can be successfully removed by injecting D- $\alpha$ -tocopherol (3000 i.u. daily) 3 times a week which at the same time increases the concentration of fat in milk.

For extending stability of colour and lipids in the meat of cattle an appropriate concentration of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle is necessary (3.3 mcg/g). For creating such reserves 120 days are needed by applying 1840 i.u. of  $\alpha$ -tocopherol acetate daily and with a smaller dose (400 i.u. daily) the same effect can be achieved in 6 months. No metabolic interaction has been established in cattle in connection with the application of a combination of fat soluble vitamins (A, D<sub>3</sub>, E), either in feed or by injection.