

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Sanja MILOŠEVIĆ GRUJOVIĆ

PREHRANA IN OKSIDATIVNA STABILNOST KUNČJEGA MESA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

NUTRITION AND OXIDATIVE STABILITY OF RABBIT MEAT

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstvo – zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za prehrano na Oddelku za zootehniko Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Tatjano Pirman in za somentorico viš. pred. mag. Ajdo Kermauner.

Recenzent: doc. dr. Silvester Žgur

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan ŠTUHEC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: doc. dr. Tatjana PIRMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: viš. pred. mag. Ajda KERMAUNER
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Sanja MILOŠEVIĆ GRUJOVIĆ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 636.92:637.5(043.2)=163.6
- KG kunci/prehrana živali/meso/oksidativna stabilnost
- KK AGRIS L51/5600
- AV MILOŠEVIĆ GRUJOVIĆ, Sanja
- SA PIRMAN, Tatjana (mentorica) / KERMAUNER, Ajda (somentorica)
- KZ SI – 1230 Domžale, Groblje 3
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- LI 2010
- IN PREHRANA IN OKSIDATIVNA STABILNOST KUNČJEGA MESA
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP VII, 35 str., 3 pregl., 1 sl., 14 vir.
- IJ SI
- JI sl/en
- AI Cilj diplomske naloge je pregledati dostopno literaturo in opisati vpliv prehrane na oksidativno stabilnost kunčjega mesa. S stališča prehranske vrednosti mesa je zaželeno povečati vsebnost večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) v mesu, vendar to vpliva na kakovost mesa, predvsem poslabša oksidacijsko stabilnost takšnega mesa, kar ima za posledico poslabšanje njegovih senzoričnih lastnosti. Uživanje kunčjega mesa bi lahko bil dober način za zagotavljanje bioaktivnih spojin za zdravje ljudi, saj s spreminjanjem prehrane kunca lahko zvišamo raven n-3 maščobnih kislin, konjugirane linolne kisline (KLK) ali vitamina E. Uporaba takšnega mesa vpliva na izboljšanje zdravja ljudi na splošno in posebej pri bolnikih z boleznimi srca in ožilja. Vsebnosti n-3 VNMK predvsem α -linolenske kisline (C18:3 n-3) v mesu kuncev lahko povečamo z uporabo lanenega semena v krmi. Dodatek lanenega semena v krmne mešanice je močno vplival na sestavo maščob in sicer je povečal vsebnost VNMK, zmanjšal vsebnost nasičenih MK in izboljševal razmerje med n-3 in n-6 v mesu kuncev. Visoka vsebnost VNMK zniža oksidativno stabilnost mesa in s tem vpliva na predelavo in skladiščenje kunčjega mesa. Znano je, da α -linolenska kislina igra ključno vlogo pri oksidacijski občutljivosti mesa. Tako je naloga preprečevanja oksidacije maščob zelo pomembna naloga, ki jo lahko dosežemo z dodajanjem naravnih antioksidantov v prehrani kunca. Dodatek vitamina E v krmo za kunce pozitivno vpliva na oksidativno stabilnost maščobnih kislin maščobnega tkiva.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 636.92:637.5(043.2)=163.6
- CX rabbits/animal nutrition/meat/oksidative stability
- CC AGRIS L51/5600
- AU MILOŠEVIĆ GRUJOVIĆ, Sanja
- AA PIRMAN, Tatjana (supervisor) / KERMAUNER, Ajda (comentor)
- PP SI – 1230 Domžale, Groblje 3
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
- PY 2010
- TI NUTRITION AND OXIDATIVE STABILITY OF RABBIT MEAT
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO VII, 35 p., 3 tab., 1 fig., 14 ref.
- LA Sl
- AL sl/en
- AB The aim of this work was to study the available literature and to research the influence of nutrition on oxidative stability of rabbit meat. Regarding the nutritional quality of meat it is desired to increase the value of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in meat. This, however, influences the quality of meat, especially the oxidative stability of such meat which results in deterioration of its sensory characteristics. The consumption of rabbit meat could provide a sufficient quantity of bioactive compounds for healthy diet, namely, it is possible to increase the level of n-3 fatty acid, conjugated linoleic acids (CLA) and vitamin E with the changed nutrition of rabbits. The use of such meat could improve people's health in general and most important help patients with coronary diseases. The content of n-3 PUFA and above all α -linolenic acid (C18:3 n-3) in rabbit meat can be increased with the use of linseed in the feed. The addition of linseed in the feed mixtures increased the content of fat, it increased the content of PUFA and decreased the content of saturated fatty acids and also improved the relation between n-3 and n-6 in the rabbit meat. High level of PUFA decreases oxidative stability of meat and it influences the change of processes/production and storage of rabbit meat. It is known that α -linolenic acid has the key role in establishing the oxidative stability of meat. Therefore it is highly important to prevent the oxidation of lipids which can be achieved by using the natural antioxidant in the nutrition of rabbits. Adding vitamin E into rabbit's nutrition has a positive influence on oxidative stability of fatty acids in fatty tissue.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VI
Kazalo slik	VI
Kratice in okrajšave	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 LASTNOSTI KUNČJEGA MESA	2
2.2 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KAKOVOST KUNČJEGA MESA	5
2.2.1 Dejavniki z majhnim vplivom na kakovost kunčjega mesa	5
2.2.1.1 Vpliv okolja	6
2.2.1.2 Način reje	6
2.2.1.3 Predklavni pogoji	7
2.2.1.4 Pogoji omamljanja	7
2.2.2 Dejavniki z velikim vplivom na kakovost mesa	8
2.2.2.1 Genetski faktorji	8
2.2.2.2 Biološki dejavniki: starost in telesna masa	9
2.2.2.3 Tehnološki pogoji	10
2.2.2.4 Prehrana	11
2.3 OKSIDATIVNA STABILNOST MESA	12
2.4 VPLIV PREHRANE NA VSEBNOST VNMK IN NA OKSIDATIVNO STABILNOST KUNČJEGA MESA	13
3 SKLEPI	22
4 POVZETEK	23
5 VIRI	24

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Kemična sestava in energijska vrednost mesa (v 100 g užitnega dela)	2
Preglednica 2: Sestava maščobnih kislin (% vseh MK) in vsebnost holesterola (mg/100g užitnega dela)	4
Preglednica 3: Kakovost lipidov in oksidacijski status mišice <i>Longissimus d.</i> po 1 in 8 dneh skladiščenja pri 4 °C	20

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Oksidacijska občutljivost maščob (inducirane TBARS) v mišicah zadnjih nog in v mletem mesu, zamrznjenem 3 oz. 6 mesecev (-20 °C) (n=8 vzorcev na tretma. A,B: $P<0,01$) (Bianchi in sod., 2006).	16

KRATICE IN OKRAJŠAVE

ENMK: enkrat nenasičene maščobne kisline

KLK: konjugirana linolna kislina

MK: maščobna kislina

NMK: nenasičene maščobne kisline

PE: prebavljiva energija

PSB: prebavljive surove beljakovine

TBARS: s tiobarbiturno kislino reagirajoče snovi

VNMK: večkrat nenasičene maščobne kisline

1 UVOD

Med dejavniki, ki določajo kakovost mesa, sta hranilna vrednost in varnost hrane pridobili na pomenu. Razumevanje tesnega odnosa med prehrano in zdravjem je privedlo do sprememb potrošniških navad, razvoja zahtevnejših izdelkov, ki izpolnjujejo prehranske in prehrambene navade potrošnikov.

V razvitih državah ljudje nadzirajo zauživanje maščob in sestavo maščob v živilih. Zato je eden od glavnih ciljev raziskovalcev prireja dietnega in zdravega mesa s čim nižjo vsebnostjo holesterola (v povprečju 53 mg/100 g svežega mesa), manjšo vsebnostjo nasičenih maščobnih kislin in večjo vsebnostjo nenasičenih maščobnih kislin (NMK) v maščobnih tkivih.

Kunčje meso je pusto meso z nižjo vsebnostjo maščob in manj nasičenih maščobnih kislin in holesterola kot drugo meso. Zaradi tega je kunčje meso bolj priljubljeno meso. Zauživanjem kunčjega mesa bi lahko bila dober način za zagotavljanje bioaktivnih spojin za zdravje ljudi, saj s spreminjanjem prehrane kunca lahko zvišamo raven n-3 maščobnih kislin, konjugirane linolne kisline in vitamina E.

Z dodajanjem esencialnih maščobnih kislin v krmo kuncev dosežemo boljšo prehransko vrednost mesa, vendar se poslabša oksidativna stabilnost mesa.

Cilj diplomske naloge je pregledati dostopno literaturo in opisati vpliv prehrane na oksidativno stabilnost kunčjega mesa.

PREGLED OBJAV

1.1 LASTNOSTI KUNČJEGA MESA

Kunčje meso ima veliko hranilno vrednost, je pusto meso, bele barve, blagega okusa in bogato z beljakovinami z visoko biološko vrednostjo (vsebuje esencialne aminokislino). Je pomemben vir mineralov in vitaminov v prehrani ljudi, poleg tega ima nizko vsebnost nekaterih elementov (Na 37-47 mg/100 g in Fe 1,1-1,3 mg/100 g) ter visoko vsebnost fosforja (222-230 mg/100 g). Če zaužijemo 100 g kunčjega mesa, zadovoljimo 8 % dnevni potrebi po riboflavinu (vitamin B₂), 12 % potrebi po pantotenski kislini (vitamin B₅), 21 % potrebi po piridoksinu (vitamin B₆), 77 % potrebi po niacinu (vitamin B₃) in celotni potrebi po kobalaminu (vitaminu B₁₂). Zanimiva je možnost, da z dodatkom vitamina E v krmo povečamo tudi vsebnost vitamina E v mesu (Hernandez, 2008).

Preglednica 1: Kemična sestava in energijska vrednost mesa (v 100 g užitnega dela)

	Svinjina *	Govedina *	Teletina *	Piščanec *	Kunec **
Voda (g)	70,5	69,1	73,5	72,2	70,8
Beljakovine (g)	18,5	19,5	20,5	20,1	21,3
Maščoba (g)	8,7	9,0	4,0	6,6	6,8
Energ. vred. (kJ)	639	665	493,5	586	618

*Dalle Zotte, 2002

**Lah, 2006

Kunčje meso ima nižjo energijsko vrednost v primerjavi z rdečim mesom, zaradi nizke vsebnosti maščob, kar je razvidno iz preglednice 1. V primerjavi z belim mesom (teletina in piščanec) ima kunčje meso relativno visoko povprečno energijsko vrednost 618 kJ/100g svežega mesa. Maščoba se nabira največ pod kožo in v telesnih votlinah in jo lahko

odstranimo. V povprečju vsebuje 100 g svežega mesu 6,8 g maščob (preglednica 1) in je lahko zaradi tega zelo koristno živilo v človeški prehrani (Lah, 2006).

Za meso je značilno, da vsebuje veliko nasičenih maščobnih kislin, ki vplivajo na razvoj bolezni srca in ožilja, zato večina zdravnikov priporoča zmanjšanje uživanja takšnega mesa (Hernandez, 2008). V primerjavi z rdečim mesom kunčje meso vsebuje več večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK), rdeče pa vsebuje več enkrat nenasičenih maščobnih kislin (ENMK) (preglednica 2). Vsebnosti nasičenih MK v rdečem kakor tudi v kunčjem mesu je približno enaka. Vsebnost nenasičenih MK je precej višja in znaša 54-60 % vseh maščobnih kislin, predsem pa je večja vsebnost VNMK, ki predstavlja od 23 % do 37 % vseh MK (preglednica 2). Razmerje med n-3 in n-6 maščobnimi kislinami je zelo dobro uravnovešeno, kar je še posebej koristno v prehrani človeka. Razmerje med n-3 in n-6 je dober pokazatelj kakovosti maščob. Svetovna zdravstvena organizacija priporoča razmerje med n-3 in n-6 MK od 5:1 do 10:1 (Zupančič, 2002, cit. po Kermauner in Žgur, 2003), čemur kunčje meso ustreza. Tudi vsebnost holesterola je nižja (preglednica 2).

Preglednica 2: Sestava maščobnih kislin (% vseh MK) in vsebnost holesterola (mg/100g užitnega dela)

	Svinjina	Govedina	Teletina	Piščanec	Kunec		Kunec	Kunec
					Trup m.	Bedrna		
C12:0	0,32	-	0,46	-	0,24	0,15	-	-
C14:0	1,22	2,52	4,13	0,62	3,14	2,25	-	-
C16:0	23,7	23,3	21,2	23,2	27,3	28,2	-	-
C18:0	11,7	13,7	13,1	8,2	7,9	7,6	-	-
C20:0	-	-	-	-	0,1	0,06	-	-
C22:0	-	-	-	-	0,004	-	-	-
NMK	37,0	39,5	38,9	32,0	38,6	40,1	40,87	41,82
C14:1 n-6	-	-	0,63	-	0,45	0,11	-	-
C16:1	3,14	4,2	2,48	5,62	6,67	2,33	-	-
C18:1 n-9	41,3	38,2	31,3	35,4	25,4	19,9	-	-
C20:1 n-9	-	-	-	-	0,31	0,19	-	-
ENMK	44,4	42,4	34,4	40,0	32,8	22,7	34,13	28,95
C18:2 n-6	14,3	6,3	12,4	20,1	20,7	30,7	-	-
C18:3 n-3	0,55	0,91	0,42	0,49	3,14	2,98	-	3,78
C18:4 n-6	3,63	2,36	2,29	3,64	0,032	3,12	-	-
C18:5 n-3	-	-	-	0,17	0,010	0,03	-	-
C18:6 n-3	-	-	-	0,66	0,008	-	-	-
VNMK	18,5	9,5	15,2	25,1	23,9	37,3	25,10	29,22
n-6/n-3	32,5	9,5	36,6	18,0	6,7	11,6	8,06	6,58
Holesterol	61	70	66	81	45	60	-	51

^a Dalle Zotte, 2002

^b Lah, 2006

^c Žlender in sod., 2003

Sposobnost kuncev za sintetiziranje dolgih verig VNMK je prednost presnove pri kuncih, ki vodi do povečanja vsebnosti n-3 MK v kunčjem mesu in porabo n-3 MK v prehrani ljudi, brez kakršne koli spremembe oksidativne stabilnosti in senzorične kakovosti mesa. Splošno soglasje je, da z normalno porabo kunčjega mesa v človeški prehrani lahko zagotovimo večjo količino n-3 esencialnih maščobnih kislin, kar prispeva k izboljšanju neuravnoteženega razmerja med n-6 in n-3 MK pri potrošnikih v današnji prehrani in lahko pomaga pri preprečevanju nekaterih bolezni, kot so zvišani holesterol, srčni napad in srčna kap (Simopoulos 2000, cit. po Bianchi in sod., 2006; Wood in sod. 2003, cit. po Bianchi in sod., 2006).

1.2 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KAKOVOST KUNČJEGA MESA

Dober pregled dejavnikov, ki vplivajo na kakovost kunčjega mesa, najdemo v članku Dalle Zotte (2002). Glede na njihovo pomembnost lahko te dejavnike razdelimo na (Dalle Zotte, 2002):

- dejavnike z majhnim vplivom in na
- dejavnike z velikim vplivom.

1.2.1 Dejavniki z majhnim vplivom na kakovost kunčjega mesa

Med dejavnike z majhnimi vplivom na kakovost kunčjega mesa spadajo (Dalle Zotte, 2002):

- vpliv okolja,
- način reje,
- predklavni pogoji,
- pogoji omamljanja.

1.2.1.1 Vpliv okolja

V vpliv okolja vključujemo predvsem sezono in temperaturo. Temperatura pomembno vpliva na klavne lastnosti, predvsem na klavni izkoristek. Kot se pojavlja pri vseh živalih, tako tudi pri kuncih, povečanje temperature okolja nad optimalno vrednostjo zmanjšuje zauživanje krme in posledično zmanjšuje prirast. Pri temperaturi pod optimalno termostatski mehanizmi poskrbijo za primerno telesno temperaturo in živali pri tem porabijo več energije za termoregulacijo. Manjši prirast ima ekonomske posledice, še posebej, če potrošniki zahtevajo težje trupe, saj je izkoriščanje krme pri podaljšanem pitanju slabše. Sezonski vpliv na rast se močno zmanjša, če lahko okolje nadzorujemo in vzdržujemo temperaturo okoli optimalne. Da bi izboljšali rast pri visoki temperaturi okolja, je koristno energijsko vrednost krme povečati z dodatkom maščob. Meso kuncev, ki jih redimo pri višji temperaturi ob isti prehrani, kot pri optimalni temperaturi, vsebuje maščobe z večjim deležem nasičenih MK in je bolj blede. Torej ima meso kuncev, rejnih pri višji temperaturi, podaljšan rok uporabnosti zaradi maščob, predvsem nasičenih maščobnih kislin, ki so manj podvržene oksidaciji (Chiericato in sod., 1996a, cit. po Dalle Zotte, 2002).

1.2.1.2 Način rejje

Raziskovalci so preučevali načine izboljševanja dobrega počutja kuncev iz različnih rej, kjer so primerjali več vrst nastanitev in sicer dve vrsti kletk, klasične žične mrežne kletke za pitanje s 16 živalmi na m² in bokse z 8 živali na m². Pokazalo se je, da so živali, vzrejene v boksih, slabše rasle, imele so manjši odstotek podkožne maščobe in slabši klavni izkoristek, predvsem zaradi povečane telesne aktivnosti. Živali, rejene v boksih, so kasneje dosegle klavno zrelost, zato je pitanje trajalo dalj časa (Van Der Horst in sod., 1999, cit. po Dalle Zotte, 2002). Vendar Xiccato (1999) navaja, da povečanje gostote naselitve kuncev v boksih zanemarljivo vpliva na kakovost trupa in kakovost mesa.

1.2.1.3 Predklavni pogoji

Vpliv predklavnih pogojev pri kuncih ni v celoti raziskan, znano pa je, da ima lahko ravnanje z živalmi velik vpliv. Največji vpliv ima transport živali, ki ima za posledico občutno znižanje telesne mase kuncev in to od 1,4 do 4,6 %, glede na trajanje transporta v primeru podaljšanja z 1 ure na 7 ur (Luzi in sod., 1994, cit. po Dalle Zotte, 2002). Tako ima meso kuncev, ki jih prevažamo pred klanjem, višjo pH vrednost in višjo sposobnost vezanja vode in je temnejše barve. Vseeno lahko zaključimo, da predklavni pogoji pri kuncih običajno ne vodijo do večjih sprememb lastnosti mesa ali nepravilnosti, kot so BMV (bledo, mehko, vodeno) in TČS (temno, čvrsto, suho) meso. V primeru krajšega transporta se lahko izboljšajo senzorične lastnosti kunčjega mesa, tako da je bolj mehko in sočno (Dalle Zotte, 2002).

1.2.1.4 Pogoji omamljanja

Ne glede na metodo omamljanja, ki jo uporabljajo kot del procesa klanja, omamljanje vedno izzove visok stres, kar dokazuje sproščanje kateholaminov, povezanih s izčrpavanjem zaloga energije iz mišic in zmanjšanje stopnje kislosti. Omamljanje z elektroanestezijo na visoki frekvenci (4000 Hz) v primerjavi z elektrošokom (270 V, 50 Hz) lahko poveča izločanje adrenalina, ki pospešuje razvoj *rigor mortisa*, vendar brez sprememb pH. Prva metoda je tudi preveč nevarna za živali, je boleča in povzroča nadaljnje krčenje mišic, ki lahko povzročijo zlom kosti. Zaradi tega je ne uporabljamo. Danes najpogostejši uradni način omamljanja kuncev je z elektrošokom (do 320 V, 50 Hz), ki mu sledi rezanje jugularne vene in karotidne arterije. Vendar se ne kažejo veliki vplivi različnih metod omamljanja na pH ali na oksidativno občutljivost kunčjega mesa (Hulot in Ouhayoun 1994, cit. po Dalle Zotte, 2002).

1.2.2 Dejavniki z velikim vplivom na kakovost mesa

1.2.2.1 Genetski faktorji

Pri kuncih je genetska variabilnost med posameznimi pasmami zelo velika (kunec velike pasme je petkrat večji kot odrasli pritlikavi kunec). Odrasla velikost kunca ima velik pomen pri določanju stopnje rasti in končne sestave kunčjega telesa. Vendar pa so kunci, rejeni za meso, v praksi komercialni hibridi, pridobljeni iz selekcijskih programov. Razlike med hibridnimi linijami so v smislu kakovosti mesa majhne in zdi se, da obstaja konstantna kakovost kunčjega mesa. Izboljšanje vzreje v zadnjem desetletju je znatno povečalo zmogljivost rasti kuncev (Rochambeau, 1997, cit. po Dalle Zotte, 2002). Dejstvo je, da se trenutni selekcijski programi odločajo za izbor linij s hitro rastjo, uporabljajo samce velikih terminalnih očetovskih linij, da bi izboljšali izkoriščanje krme in skrajšali čas pitanja. Selekcija na hitro rast bi lahko dala prednost presnovi glikolitične energije v mišičnemu tkivu in posledično pokvarila kakovost mesa, s povečanjem izgube vode in zmanjšanjem končne pH-vrednosti, vplivala pa tudi na okus in sočnost, zaradi manjše vsebnosti medmišičnih maščob. Obstajata dva načina znižanja naštetih negativnih učinkov hitre rasti in sicer je prvi povečanje komercialne velikosti trupa, drugi pa s selekcijo. Meso težkih, hitro rastočih hibridov uporabimo za prodajo v komercialnih kosih in ne le v obliki celih trupov (Ouhayoun in sod., 1974, cit. po Dalle Zotte, 2002).

Raziskava, v kateri so Žlender in sod. (2003) primerjali slovensko linijo kuncev za prirejo mesa (očetovsko SIKA linijo) in komercialne hibride, ni pokazala vpliva genotipa na kakovost kunčjega mesa in na vsebnost ENMK, VNMK in razmerje med n-6 in n-3 MK v mesu.

1.2.2.2 Biološki dejavniki: starost in telesna masa

Starost in telesna masa kot osnovna biološka dejavnika sta medsebojno tesno povezana in vplivata na kakovost kunčjega mesa. Normalno je, da se telesna masa s starostjo povečuje in je pomembno, da se odločimo, do katere starosti bomo kunce pitali, da bi izpolnili pričakovano kakovost in izplen pri klanju. Cantier in sod. (1969, cit. po Dalle Zotte, 2002) so proučevali relativno rast organov in tkiv pri odraslih kuncih težkih 4,5 kg in ugotovili, da velikost organov v telesu običajno ni sorazmerna z rastjo živali, z izjemo maščobnega tkiva in kože. To pojasnjuje povečanje klavnega izkoristka pri večji telesni masi ob zakolu, pojasnjuje tudi povečanje stroškov krmljenja, povezanega s hitrim naraščanjem rasti maščobnega tkiva. Večja starost ob zakolu omogoča boljše izkoriščanje potenciala rasti, vendar se vzporedno s povečanjem velikosti trupa poveča vsebnost maščobe v trupu, poslabšuje pa se tudi izkoriščanje krme, kar zmanjšuje gospodarski interes za kunce, starejše od določene starosti (Dalle Zotte, 2002).

S povečanjem starosti ob zakolu se zmanjšujejo izgube pri hlajenju, izboljšana je tudi mesnatost trupa. Splošno se izboljšuje kakovost mesa vzporedno s povečanjem rasti kunca. Vsebnost maščob v mesu se povečuje v škodo vsebnosti vode, zato sta tudi okus in vonj mesa bolj razvita. Meso kuncev, ob zakolu starih 18 tednov, je bilo bolj nežno in manj vlaknasto kot pri kuncih, zaklanih pri 11. tednih starosti, vendar ni bilo bistvenih razlik pri sočnosti in okusu mesa (Juin in sod. 1998, cit. po Dalle Zotte, 2002). Ravno nasprotno pa se lahko nekatere lastnosti mesa fizikalno poslabšajo s starostjo. V nekaterih primerih je bilo opaziti, da se s povečanjem starosti povečuje tudi presnova glikolitične energije, enako velja za oksidacijsko presnovo, pri kateri se raven mioglobina in pH znižujeta (Dalle Zotte, 2002). Z druge strani pa so Žlender in sod. (2003) ugotovili, da starost kuncev ob klanju (77 dni ali 90 dni) ni vplivala na maščobno kislinsko sestavo mesa testiranih kuncev. Ravno tako starost ni vplivala na vsebnost holesterola. Poudariti pa moramo, da so bili vsi kunci še zelo mladi in so še rastle.

Z dietetskega stališča je meso starejših kuncev (starih 13 tednov) koristno za starejše osebe s kardiovaskularnimi boleznimi, zaradi nizke vsebnosti holesterola in spojin z Na (Dalle Zotte, 2002).

1.2.2.3 Tehnološki pogoji

Proces spreminjanja mišice v meso je posledica kvantitativnega povečanja metaboličnih presnovkov (glikogen, mlečna kislina in ATP) ter fizičnih lastnosti (pH, ionska stabilnost in kontrakcija mišic). Velik vpliv na lastnosti mesa ima ravnanje z mesom v prvih urah po klanju. Pomembni so temperatura, čas hlajenja, prekinitve hladilne verige, pakiranje mesa ipd. Kombinacija teh dejavnikov ima lahko večji vpliv na kakovost mesa, kot dejavniki pred klanjem, vključno z načinom prehrane (Hulot in Ouhayoun, 1999, cit. po Dalle Zotte, 2002).

Nepravilen način hlajenja lahko zmerno vpliva na sposobnost mesa za vezavo vode, biokemijske procese v mišicah, mikrobiološko sliko in je v tesni povezavi z doseganjem želene pH vrednosti mesa. Pri različni temperaturi in trajanju hlajenja je metabolizem ATP različen in ima za posledico različen pH, kar lahko vpliva na razvoj neželene mikroflore. Tako vpliva na higiensko kakovost in rok trajanja mesa. Poleg tega je pomembno vakuumsko pakiranje mesa, kjer v odsotnosti kisika meso dobi temnejšo barvo in je za nekatere potrošnike manj sprejemljivo, vendar je s stališča oksidativnih procesov pri maščobah bolj varno. Alasnier in sod. (2000, cit. po Cavani in Petracci, 2004) so ugotovili da se pri skladiščenju mesa na 4 °C v trajanju 7 dni naglo zvišuje količina prostih maščobnih kislin, še posebno tistih z dolgimi verigami. Za zniževanje oksidacije lipidov v mesu je predlagano pakiranje mesa v modificirani atmosferi plinov (Corino in sod., 1999; Dal Bosco in sod. 2004). Primerno je tudi zmrzovanje mesa, saj Dalle Zotte (2002) navaja, da ni bilo opaznih razlik v organoleptičnih lastnostih med kuhanim zamrznjenim in nezmrznjenim kunčjim mesom.

1.2.2.4 Prehrana

Prehrana ima pomembno vlogo v rasti različnih tkiv in organov, kar prinaša spremembe v trupu in kakovosti mesa. Pri kuncih pa smo zaradi specifične fiziologije prebave pri tem močno omejeni, saj s spremembami prehrane lahko povzročimo večji pogin (Kermauner in Žgur, 2003). Pravilno moramo izbrati krmne mešanice, kjer so razmerja med beljakovinskimi in energijskimi komponentami krme najbolj primerna za prehrano kuncev. Z uporabo določenih krmil v različnih obdobjih pitanja dosežemo najbolj učinkovito rast kuncev in izkoriščanje krme. Najboljše rezultate dosežemo, če kunce krmimo po volji in sicer s krmno mešanico, ki vsebuje 10,45 g PSB (prebavljivih surovih beljakovin) na 1 MJ PE (prebavljive energije). Nikakor ne smemo pozabiti na pomembnost vnosa vlaknin (130-140 g surovih vlaknin/kg), ki omejuje vnos PE (INRA, 1989, cit. po Dalle Zotte, 2002; Lebas, 1991, cit. po Dalle Zotte, 2002) in zagotavlja normalno prebavo.

Pri celotnem pitanju kuncev imajo krmila večjo vlogo pri rasti, kot pri klavni kakovosti trupa, pri čemer je oskrba z aminokislinami, kot so metionin, lizin in treonin, zelo pomembna. Njihovo pomanjkanje ima za posledico slabšo rast. Povečanje količine beljakovin v prehrani kuncev ne vpliva na rast in na izkoriščanje krme pri kuncih. S krmo, ki vsebuje 10,5-12,5 g PSB/1 MJ PE, dosežemo najboljšo sintezo beljakovin v mišicah, konstantno in visoko rast kuncev, vsebnost vode in dušika v mišicah je velika, vsebnost maščob pa majhna (Maertens, 1997, cit. po Dalle Zotte, 2002).

Zaradi specifične fiziologije prebave spreminjanje sestavin krme za kunce v večji meri ni možno. Izjema je dodatek maščob, saj le tak dodatek ne vpliva negativno na zdravje živali, precej pa lahko vpliva na prirejo in klavne lastnosti (Maertens, 1998, cit. po Kermauner in Žgur, 2003). Z uporabo prehranskih maščob različnih virov lahko zmanjšamo stroške krmljenja. Tako kunci, kot tudi drugi neprežvekovalci, lahko dobro prebavijo čiste masti in olja ali krmila, bogata z maščobami, kar predstavlja možnost za povečanje energijske vrednosti vlakninaste krme v prehrani kuncev. Različne vire kot so rastlinska olja lahko v prehrani kuncev uporabimo tudi za povečanje vsebnosti nenasičenih MK (Dalle Zotte, 2002). Z dodajanjem maščob (2-6 %) v krmo izboljšujemo rast kuncev, prav tako se izboljšuje izkoriščanje posameznih hranljivih snovi krme. Posledično prihaja do hitrejše

rasti in manjše vsebnosti medmišične maščobe, opazen pa je tudi pozitiven vpliv na maso trupa in kakovost mesa kuncev. Pri dodajanju nad 9 % maščob se zmanjšuje izkoriščanje krme, povečuje pa se nalaganje maščob in klavni izkoristek je manjši (Xiccato, 1999). Vendar je potrebno poudariti, da v praktičnih pogojih krmljenja ne smemo vključevati več kot 3 % maščob zaradi tehnoloških težav, predvsem zaradi zmanjševanje trdote peletov (Dalle Zotte, 2002). Pomemben je tudi izvor maščob kot tudi njihova sestava, ki ima za posledico spremembo aktivnosti lipolitičnih encimov. Maščobne kisline s kratkimi in srednjimi verigami se v glavnem katabolizirajo kot vir energije za razliko od maščobnih kislin z dolgimi verigami, ki se nalagajo v telesu kot maščobno tkivo. V mesu kuncev lahko povečamo vsebnost VNMK z dodajanjem sončničnega, sojinega ali lanenega olja. Xiccato (1999) navaja, da različni viri maščob v krmi različno vplivajo na sočnost in okus mesa. Tako je na primer dodatek sojinega ali lanenega olja poslabšal okus, dodajanje olivnega olja ali govejega loja pa ni vplivalo na okus (Olivier in sod., 1997, cit. po Xiccato, 1999). Izboljšan okus mesa je bil le pri uporabi kakavovega masla v krmi (Ouhayoun, 1991, cit. po Xiccato, 1999). Dodatek lanenega olja v krmo za kunce je povečal vsebnost n-3 MK.

1.3 OKSIDATIVNA STABILNOST MESA

Oksidativna stabilnost mišic se prične poslabševati z oksidacijo dvojne vezi fosfolipidov, prisotnih v celični membrani, kar vodi v nastajanje prostih radikalov, rezultat tega procesa pa je poslabšanje barve, teksture in hranilne vrednosti ter možnost nastajanja strupenih spojin v takem mesu (Hernandez, 2008). Oksidacija lipidov je pomemben nemikrobni dejavnik, ki slabša kakovost mišic, vodi k razbarvanju, višji izgubi vode iz mesa in razvoju nezaželenega vonja in priokusov. Pomembno vprašanje je tudi povezava med oksidacijo lipidov in zdravjem ljudi. Oksidacija lipidov je eden glavnih mehanizmov, odgovornih za razvoj značilnega okusa, ki lahko vodi tudi do razvoja žarkega okusa in pojava oksidacije holesterola (Gandemer, 1998, cit. po Dalle Zotte, 2002). Misleč na to, je pomembno določiti razmerja med prisotnostjo antioksidantov (predvsem vitamina E) in prehranskimi

maščobami v krmi živali, ki vplivajo na stabilnost mesa in mesnih izdelkov, na trajanje roka uporabe, senzorične lastnosti in na tvorbo strupenih spojin.

Maščobne kisline so pomembne tudi s tehnološkega vidika kakovosti mesa. Glavni problem je oksidacija NMK, zlasti tistih z več kot dvema dvojnima vezema (Wood in sod., 2003, cit. po Bianchi in sod., 2006). Meso, ki vsebuje večjo količino VNMK, je prehransko bolj kakovostno, ampak je bolj podvrženo oksidaciji. Ta problem bi lahko bil tudi bolj resen, ko meso z visoko vsebnostjo VNMK uporabljamo za nadaljnjo predelavo, ki vključuje mletje, dolgoročno skladiščenje v zamrznjenem stanju in kuhanje. Visoka vsebnost VNMK namreč vpliva na znižanje oksidativne stabilnosti mesa in s tem spreminja predelavo in skladiščenje kunčjega mesa. Oksidacija maščob predstavlja ključno vlogo pri razvoju okusa kuhanega mesa. Eden od tehnoloških problemov, ki se javlja kot posledica visoke občutljivosti lipidov, je barva mesa. Vzrok tega je vzporedna oksidacija oksimioglobina v metmioglobin in reakcija oksidacije lipidov, pri kateri se barva spreminja iz rdeče v rjavo, kar ima lahko negativen vpliv na videz izdelka (Jensen in sod., 1998, cit. po Bianchi in sod., 2006).

1.4 VPLIV PREHRANE NA VSEBNOST VNMK IN NA OKSIDATIVNO STABILNOST KUNČJEGA MESA

S stališča prehranske vrednosti mesa je zaželeno povečati vsebnost VNMK v mesu, ampak z druge strani to vpliva na kakovost mesa, predvsem na oksidacijsko stabilnost takšnega mesa, kar ima za posledico poslabšanje njegovih senzoričnih lastnosti (Frankič in Salobir, 2007).

Vsebnosti n-3 MK predvsem α -linolenske kisline (C18:3 n-3) v mesu perutnine, svinjini in v mesu kuncev lahko povečamo z uporabo lanenega semena v krmi (Bernardini in sod., 1999, cit. po Bianchi in sod., 2006; Dal Bosco in sod., 2004). Laneno seme je "rastlinska" alternativa ribjemu olju ali ribji moki, s katerima prav tako lahko povečamo vsebnost n-3 MK v mesu. Colin in sod. (2005, cit. po Bianchi in sod., 2009) poročajo tudi o koristnih učinkih lanenega semena na sestavo mleka in manjši pogin sesnih kuncev do odstavitve.

Podobne rezultate v zvezi z vplivom dodanega lanenega semena v krmi na spremembo maščobno kislinske sestave so dobili Levart in sod. (2004, cit. po Frankič in Salobir, 2007). Meso in slanina prašičev, krmljenih z lanenim semenom, sta bolj podvržena oksidaciji maščob, kar ima za posledico povečanje produktov oksidacije MK, kot je malondialdehid (MDA) (Frankič in Salobir, 2007).

Znano je, da kuncem in drugim neprežvekovalcem lahko vključimo prehranske maščobne kisline in tako vplivamo na sestavo lipidov v mišični masi, zato ima sestava maščobnih kislin v krmi velik vpliv. Poleg tega maščobe rastlinskega izvora v primerjavi z živalskimi maščobami vodijo do razlik v kakovosti trupa kuncev, zlasti v zvezi z maščobno kislinsko sestavo tkiv in okusom mesa (Gondret in sod., 1998, cit. po Dalle Zotte, 2002). Dejstvo je, da nenasičene maščobne kisline igrajo ključno vlogo pri določanju občutljivosti na oksidacijo maščob v mesu. Večja količina α -linolenske kisline namreč poveča občutljivost maščob na oksidacijo.

Bianchi in sod. (2006) so ugotovili, da je večja vsebnost lanenega semena in dehidrirane lucerne v krmi kuncev vplivala na kemijsko-fizikalne lastnosti maščob, sestavo maščob, občutljivost na oksidacijo lipidov in senzorično kakovost mesa in mesnih izdelkov. Večji delež lucerne v krmi je povzročil večjo vsebnost n-3 MK in linolenske kisline, pa tudi večjo vsebnost nasičenih MK. Dodatek lanenega semena je na sestavo maščob vplival močnejše in sicer je povečal vsebnost VNMK, zmanjšal vsebnost nasičenih MK in izboljševal razmerje med n-3 in n-6 MK v mesu kuncev (Bianchi in sod., 2006).

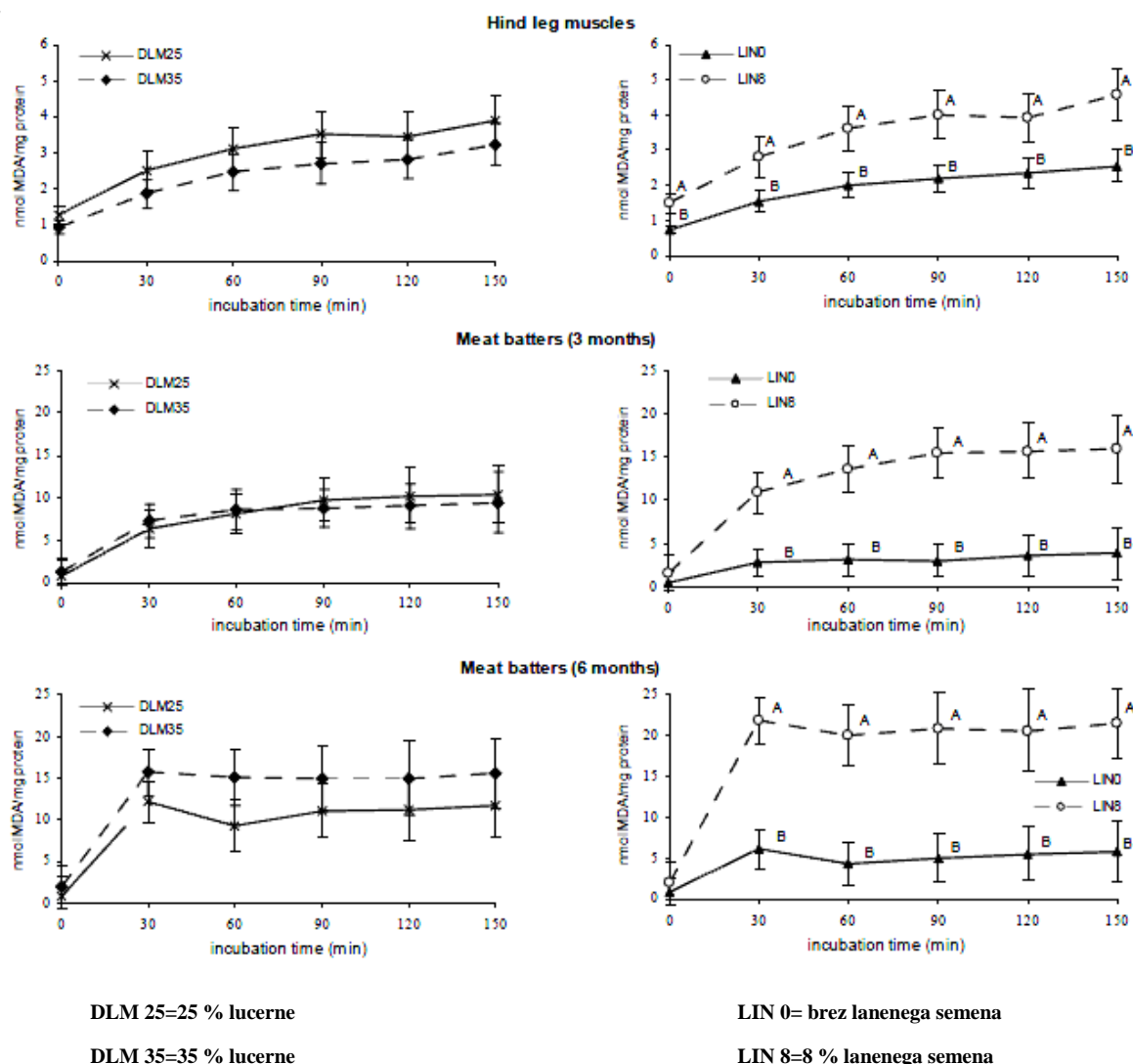
Zaradi učinkovitosti so Colin in sod. (2005) predlagali uporabo ekstrudiranega lanenega semena v komercialnih krmnih mešanicah za kunce, saj na ta način izboljšamo prehransko kakovost mesa (povečanje VNMK in α -linolenske kisline).

Podobno so Bianchi in sod. (2006) ugotovili, da lahko prehransko vrednost mesa kuncev izboljšamo (α -linolenska kislina se je povečala do trikrat) z uporabo krme, ki vsebuje 8 % celega lanenega semena v zadnjih treh tednih pitanja. Lastnosti svežega surovega mesa s povečano vsebnostjo n-3 VNMK so bile v večji meri nespremenjene (Bianchi in sod., 2006). Če pa so meso uporabljali za nadaljnjo pripravo predelanih proizvodov (hamburger ipd.), ki vključujejo mletje, mešanje z dodatki in shranjevanje (zamrzovanje), lahko pride do oksidacije maščob in do sprememb senzoričnih lastnosti izdelkov. Kakovost izdelkov je

bila zelo dobra kljub visoki stopnji nenasičenih maščobnih kislin zaradi uporabe lanenega semena, kar so pripisovali veliki količini vitamina E v krmi (Bianchi in sod. 2006). Ob upoštevanju kakovosti tako surovega kot predelanega mesa, bi 3 % dodatek lanenega semena v prehrani kuncev zadostoval za prirejo mesa, obogatena z α -linolensko kislino, a bi kljub temu ohranili dobro kakovost izdelkov (Bianchi in sod., 2009).

Delež lucerne ni vplival na oksidacijsko stabilnost maščob zamrznjenega kuhanega mesa, medtem ko je dodatek lanenega semena zmanjšal oksidativno stabilnost (slika 1). Višjo oksidacijsko občutljivost lipidov je mogoče pripisati povečani vsebnosti α -linolenske kisline v mesu, ki je bila skoraj trikrat višja (Bianchi in sod., 2009). Znano je, da α -linolenske kislina igra ključno vlogo pri določanju oksidacijske občutljivosti mesa.

Wood in sod. (2003, cit. po Bianchi in sod., 2006) navajajo, da uporaba lanenega semena v prehrani prašičev lahko poslabša okus kuhanega mesa in sicer v primeru, ko je α -linolenske kisline v mesu več kot 3 % od vseh maščobnih kislin.



Slika 1: Oksidacijska občutljivost maščob (inducirane TBARS) v mišicah zadnjih nog in v mletem mesu, zamrznjenem 3 oz. 6 mesecev (-20 °C) (n=8 vzorcev na tretma. A,B: $P < 0,01$) (Bianchi in sod., 2006).

Dal Bosco in sod. (2004) so poudarili možnost manipuliranja z vsebnostjo n-3 MK v mesu kuncev v zadnjem obdobju rasti. Kot potrdilo temu je prehranjevanje mater z n-3 MK vplivalo na izločanje le-teh v mleku, kar omogoča obogatitev mladih tkiv z n-3 MK.

Bianchi in sod. (2009) so ugotovili, da je ekstrudirano laneno seme vplivalo na sestavo maščobnih kislin v mesu kuncev. Meso kuncev, ki so dobivali laneno seme, je vsebovalo manj nasičenih maščobnih kislin in vsebovalo več VNMK. Podobno so ugotovili tudi Dal Bosco in sod. (2004). Najpomembnejše je povečanje n-3 MK, kar je bila predvsem posledica večje vsebnosti α -linolenske kisline (C18: 3 n-3), ki je glavna maščobna kislina

lanenega semena (50-60 % vseh maščobnih kislin) (Bean in Leeson, 2002, cit. po Bianchi in sod., 2009).

Antioksidanti imajo pomembno vlogo pri preprečevanju in zaviranju oksidacijske reakcije MK in na ta način preprečujejo ne samo oksidacijo maščob, temveč tudi beljakovin in nukleinskih kislin (Dal Bosco, 2004). Kot produkt oksidacije NMK se namreč tvorijo različni aldehidi, ki so za organizem toksični (povzročijo tvorbo toksičnih produktov, ki imajo negativen vpliv na delovanje organizma) (Frankič in Salobir, 2007). Že od konca 19. stoletja znanstveniki intenzivno proučujejo raznovrstne skupine molekul, ki so jih zaradi svoje sposobnosti, da se oksidirajo namesto drugih snovi, poimenovali antioksidanti. Antioksidanti v krmnih mešanicah za kunce vplivajo na maščobne kisline v mesu, ki ima visoko vsebnost VNMK in s tem tudi znižano oksidativno stabilnost. Poleg tega v krmila in krmne mešanice dodajamo antioksidante za preprečevanje oksidativnega kvarjenja krme med skladiščenjem, saj upočasnjujejo kvarjenje krme zaradi delovanja kisika in prostih radikalov in na ta način se obdrži hranilna vrednost krme (Frankič in Salobir, 2007).

Obstajajo različni naravni načini izboljšanja oksidativne stabilnosti mesa, kot je na primer povečanje vsebnosti ovska v krmi. Prav tako je potrjen antioksidativni učinek ekstra deviškega olivnega olja, ker je v krvni plazmi kunca izoliran lipoprotein nizke gostote (LPL) iz olivnega olja, ki ima vlogo antioksidanta (Hernandez, 2008). Vlogo antioksidantov imajo tudi nekatera eterična olja. Pri dodajanju origanovega olja se je štirikrat povečala koncentracija vitamina E v tkivih in s tem tudi oksidativna stabilnost tkiv. Origanovo olje se je izkazalo za enako učinkovito kot vitamin E pri preprečevanju peroksidacije surovega in kuhanega puranjega mesa med skladiščenjem (Bostsoğlu in sod., 2003b, cit. po Frankič in Salobir, 2007).

Meso vsebuje tudi nekaj naravnih antioksidantov kot so katalaze, superoksid dismutaze in glutation peroksidaze. Obstajajo tudi drugi endogeni antioksidanti, kot je histidin, čigar vsebnost in učinek niha v odvisnosti od mesta, kjer se nahaja v telesu različnih živali (Hernandez, 2008).

V zadnjih letih so bile izdelane različne študije, da bi raziskale in potrdile učinke dodajanja vitamina E na kakovostne lastnosti mesa, oksidativno stabilnost in na trajnost skladiščenja kunčjega mesa. Vitamin E pogosto uporabljamo v prehrani živali, ker je

obvezna sestavina bioloških membran z lastnostjo stabilizatorja in visoko antioksidativno aktivnostjo. Vitamin E je ime za najmanj osem spojin v naravi, ki imajo biološko aktivnost α -tokoferola. Njegovo nalaganje v mišičnem tkivu je tesno povezano z njegovim vnosom preko krme. Potrjen je tudi pozitiven učinek α -tokoferol acetata (ena izmed spojin z delovanjem vitamina E) na stabilizacijo barve presnega mesa in mesa, skladiščenega na temperaturi pod 0°C. Njegov vpliv na znižanje oksidacije lipidov v mesu, ki ga skladiščimo v hladilniku, je bil prav tako potrjen, enako velja za kuhano meso (Dal Bosco in sod., 2004). Pozitivni učinek α -tokoferola je tudi v izboljšanju nekaterih fizikalnih lastnosti in sposobnost mesa za zadrževanje vode. Vitamin E je pomemben za rast, razmnoževanje, preprečevanje bolezni, delovanje imunskega sistema in izboljšanje tkiv v celovitosti. Zdaj je splošno sprejeto, da dopolnjevanje prehrane z eno ali drugo obliko vitamina E zavira oksidacijo maščob in poslabšanje barve mesa, verjetno ker moti delanje nastajanje prostih radikalov, ki izvirajo iz lipidne oksidacije (Hernandez, 2008).

Z večjim zauživanjem NMK se zaradi nevarnosti peroksidacije povečajo tudi potrebe po zauživanju antioksidantov. V primeru, da krmi dodamo 1 % koruznega ali sončničnega olja, se potrebe po vitaminu E povečajo za 11,5 oz 13,5 mg/kg krmne mešanice (Frankič in Salobir, 2007).

Bianchi in sod. (2009) so v krmo poleg lanenega semena dodali še vitamin E (200 mg α -tokoferol acetata/kg krme) in ugotovili, da je vitamin E zaščitil lipide mesa pred oksidacijo. Po treh mesecih skladiščenja (zamrzovanje) niso ugotovili nobenih razlik v senzoričnih lastnostih hamburgerjev, proizvedenih iz mesa kuncev, krmljenih z dodatkom 8 % lanenega semena ali brez njega. Vendar pa so po šestih mesecih shranjevanja nastopile razlike v senzorični lastnosti mesa kljub enakemu dodatku vitamina E.

Dal Bosco in sod. (2004) so v poskusu, ko so dodajali laneno seme in vitamin E (200 mg α -tokoferol acetata) potrdili, da so kunci sposobni preko mikrobne prebave in cektrofije proizvajati VNMK. V mesu (*M. longissimus dorsi*) so ugotovili nekoliko manjši delež ENMK (kljub večjem deležu v krmi) in večji delež VNMK. V kontrolni krmi je bilo sončnično seme in samo 50 mg α -tokoferol acetata. Pojasnjujejo, da je vitamin E bolj učinkovit pri zaviranju oksidacije VNMK v primerjavi z bolj stabilnimi ENMK in nasičenih MK (Dal Bosco in sod., 2004).

Corino in sod. (2007) so tudi ugotovili, da dodatek konjugirane linolne kisline (KLK) in vitamina E v krmo za kunce spremeni vsebnost maščob in maščobno kislinsko sestavo ter zmanjša oksidacijo maščob v mišici *Longissimus dorsi*. Nekaj KLK je bilo prisotne tudi v mesu kuncev poskusne skupine, ki v krmo le-te niso imele dodane. S tem je bilo spet potrjeno, da zaradi dejavnosti mikroflore v slepem črevesju in zauživanja cekotrofov (cekotrofije) pridemo do kakovostnejšega mesa, saj je znano, da ima KLK ugoden učinek na zdravje ljudi, poleg antioksidativnega delovanja ima tudi antikancerogen in antiadipozen (zmanjšuje vsebnost maščob v telesu) učinek (Corino in sod., 2007). Poleg tega pa je imelo meso živali, ki so dobivale dodatek KLK v krmi, večjo oksidacijsko zaščito v primerjavi s kontrolno skupino. V poskusu so ugotovili, da vitamin E ščiti VNМК pred oksidacijo krajše obdobje, saj je bilo pri shranjevanju mesa (v temi pri 4°C) do četrtega dneva podoben trend ob dodatku KLK ali brez nje, medtem ko so po osmih dnevih shranjevanja določili več produktov oksidacije NМК (TBARS) v skupini, ki ni imela v krmi KLK. Sinergistički vpliv vitamina E in vitamina C pri zmanjševanju vsebnosti TBARS in povečani vsebnosti vitamina E v mesu so ugotovili Lo Fiego in sod. (2004). Dodatek že samo enega od omenjenih vitaminov nad nivojem potreb živali je izboljšal oksidacijsko zaščito maščob v mesu. Dal Bosco in sod. (2004) so ugotovili, da v mesu, bogatem z n-3 MK ni bilo povečane oksidacije in dodatek KLK in vitamina E v krmo je ugodno vplival na večje nalaganje n-3 dolgoverižnih MK izboljšal je oksidativno stabilnost in posledično vplival na boljšo hranilno vrednost mesa. Bistveno manjšo vsebnost lipidov v mesu so ugotovili samo pri težkih kuncih (3,1 kg), ki so bili krmljeni s krmo, ki je vsebovala visok delež (0,5 %) KLK (Corino in sod., 2003, cit. po Hernandez, 2008).

Preglednica 3: Kakovost lipidov in oksidacijski status mišice *Longissimus d.* po 1 in 8 dneh skladiščenja pri 4 °C (Dal Bosco in sod., 2004)

	24 h		8 dni		Krma	Čas	Krma *čas	SED
	Kontr	LNA-VE	Kontr	LNA-VE				
In. peroksidabilnosti	55,25	67,17	51,95	64,70	***	*	*	2,53
TBARS mg MDA kg ⁻¹	1,71	1,20	2,87	2,22	**	*	-	0,87
Indeks aterogenosti	0,70	0,57	0,73	0,62	**	-	-	0,09
Indeks trombogenosti	0,99	0,66	1,05	0,69	**	*	-	0,03

* P<0.05
 ** P<0.01
 *** P<0.001

LNA-VE= 8 % lanene moke +200mg α-tokoferola / kg krme
 TBARS= pokazatelj stopnje oksid. lipidov

V preglednici 3 so prikazane vrednosti pomembnih kazalcev kakovosti lipidov in oksidativne stabilnosti mesa. Kljub večji vsebnosti NMK in posledičnem povečanju indeksa peroksiabilnosti v mišicah LNA-VE skupine kuncev je bila oksidativna stabilnost po 24 urah in 8 dneh višja. TBARS (pokazatelj stopnje oksidacije lipidov) vrednosti so bile znatno nižji v svežem in v skladiščnem mesu živali, krmljenih z LNA-VE krmo (Dal Bosco in sod., 2004). Razlog za dobre rezultate v tem poizkusu je uporaba vitamina E kot dodatka v prehrani kuncev, kjer je preprečil oksidacijo maščobnih kislin (Dal Bosco in sod., 2004). Poleg tega je LNA-VE skupina imela nižji indeks aterogenosti (razmerje med VNMK in nasičenih MK) in indeks trombogenosti, zaradi višje koncentracije n-3 VNMK. Aterogeni in trombogeni indeks sta pokazatelja kakovosti mesa na osnovi vsebnosti MK, pri tem se upoštevajo specifični vplivi posameznih MK na koncentracijo holesterola v krvi.

Uporaba α-linolenske kisline in vitamina E v prehrani ima torej sinergijski učinek na oksidativno stabilnost in hranilno vrednost svežega kunčjega mesa in mesa, ki ga shranjujemo (Dal Bosco in sod., 2004). Podobno so ugotovili tudi Bianchi in sod. (2006, 2009), ki so dobro oksidativno stabilnost kunčjega mesa z večjo vsebnostjo VNMK pripisovali učinku dodanega vitamina E. Kljub temu pa so opazili negativne spremembe v senzoričnih lastnosti takega mesa po šestih mesecev skladiščenja, kar lahko pomeni, da vitamin E ni več imel ugodnega vpliva na oksidativno stabilnost (Bianchi in sod. 2006).

Lahko rečemo, da mesa z večjim deležem VNMK ne smemo hraniti na nizki temperaturi dlje časa. Po eni strani želimo z rejo kuncev dobiti kakovostno in zdravo meso za prehrano ljudi, ki bo imelo visoko vsebnost nenadomestljivih (esencialnih) maščobnih kislin, z druge strani pa je takšno meso bolj občutljivo na oksidacijo oz. je nestabilno in ima krajši rok uporabnosti. Do hitrega in pomembnega zvišanja teh maščobnih kislin prihaja s povečanim vnosom lanenega semena v krmi (do 3x). Zato lahko priporočimo omejen vnos lanenega semena kot dodatka krmi in sicer do 3 %, z obveznim dodajanjem vitamina E kot antioksidanta.

2 SKLEPI

Po pregledu dostopne literature s področja vpliva prehrane na oksidativno stabilnost kunčjega mesa lahko sklenemo:

- 1) Z uporabo NMK v krmi za kunce lahko povečamo vsebnost le-teh v mesu kuncev in s tem povečamo njegovo prehransko vrednost.
- 2) Največkrat uporabljamo maščobe iz lana, saj imajo zelo ugodno MK sestavo (veliko VNMK).
- 3) Dodajanje VNMK pa poslabša oksidativno stabilnost mesa, saj te MK lahko hitreje oksidirajo, s tem pa se poslabša kakovost mesa in mesnih izdelkov. V literaturi najdemo priporočila, da naj krma za kunce vsebuje do 3 % lanenega semena, saj s tem dosežemo boljšo prehransko kakovost mesa ob dobri oksidativni stabilnosti.
- 4) Najboljša rešitev za zaščito mesa z večjo vsebnostjo VNMK je dodatek antioksidantov, ki ščitijo VNMK pred oksidacijo. Pri kuncih je bilo največ raziskav narejenih z uporabo vitamina E, ki dokazujejo zelo dobro zaščito mesa pred oksidacijo, če uporabimo 200 mg α -tokoferola v kg krme za kunce. V tem primeru lahko povečamo dodatek lanenega semena v krmi za kunce na 8 %.
- 5) Dodatek KLK v krmo spremeni maščobnokislinsko sestavo mesa kuncev in s tem vpliva na boljšo hranilno vrednost mesa. Dodatne količine KLK kunci dobe s pomočjo mikrobne aktivnosti v slepem črevesju in cekotrofije. Vloga KLK v prehrani ljudi je zelo pomembna ker ima poleg antioksidativnega delovanja tudi antikancerogeni učinek in antiadipozni učinek oz. reducira vsebnost maščob v telesu, kar ima za posledico znižanje deleža maščob v telesu.

3 POVZETEK

Cilj diplomske naloge je bil pregledati dostopno literaturo in opisati vpliv prehrane na oksidativno stabilnost kunčjega mesa.

Kunčje meso ima veliko hranilno vrednost v primerjavi z mesom drugih živali, ta je pomemben izvor mineralov in vitaminov v prehrani ljudi. V povprečju vsebuje 100 g svežega mesa 6,8 g maščob in je lahko zaradi tega zelo koristno živilo v človeški prehrani.

S stališča prehranske vrednosti mesa je zaželeno povečati vsebnost večkrat nenasičenih maščobnih kislin v mesu, ampak z druge strani to vpliva na kakovost mesa, predvsem na oksidacijsko stabilnost takšnega mesa, kar ima za posledico poslabšanje njegovih senzoričnih lastnosti. Poraba kunčjega mesa bi lahko bila dober način za zagotavljanje bioaktivnih spojin za zdravje ljudi, saj s spreminjanjem prehrane kunca lahko zvišamo raven n-3 maščobnih kislin, konjugirane linolne kisline (KLK) ali vitamina E. Uporaba takšnega mesa vpliva na izboljšanje zdravja ljudi na splošno in posebej pri določenih bolnikih z boleznimi ožilja in srca.

Vsebnosti n-3 maščobnih kislin (n-3 MK) predvsem α -linolenske kisline (C18:3 n-3) v mesu kuncev lahko povečamo z uporabo lanenega semena v krmi. Dodatek lanenega semena v krmne mešanice je povečal vsebnost VNMK, zmanjšal vsebnost nasičenih MK in izboljšal razmerje med n-3 in n-6 MK v mesu kuncev. Visoka vsebnost VNMK znižuje oksidativno stabilnost mesa in s tem spreminja predelavo in skladiščenje kunčjega mesa. Znano je, da α -linolenska kislina igra ključno vlogo pri določanju oksidacijske občutljivosti mesa. Tako je preprečevanje oksidacije maščob zelo pomembna naloga, ki jo lahko dosežemo z dodajanjem naravnih antioksidantov v krmo za kunce. Objavljeni podatki o dodatku vitamina E v krmo za kunce dokazujejo njegov pozitiven vpliv na oksidativno stabilnost maščobnih kislin maščobnega tkiva, posebej pri živalih, krmljenih z visoko vsebnostjo nenasičenih maščob v krmi.

4 VIRI

- Bianchi M., Petracci M., Cavani C. 2006. Effects of dietary inclusion of dehydrated lucerne and whole linseed on rabbit meat quality. *World Rabbit Science*, 14: 247-258
- Bianchi M., Petracci M., Cavani C. 2009. The influence of linseed on rabbit meat quality. *World Rabbit Science*, 17: 97-107
- Cavani C., Petracci M.. 2004. Rabbit meat processing and traceability. Bologna, University of Bologna, Department of Food Science: 1318-1336
- Colin M., Raguene N., Le Berre G., Charrier S., Prigent A.Y., Perrin G., 2005. Influence d' un enrichissement de l' aliment en acides gras omega 3 provenant de graines de lin extrudees sur les lipide set les caracteristiques de la viande de lapin. Proc. 11^{emes} Journees de la Recherche Cunicole, Paris, 2005., 163-166.
- Corino C., Pastorelli G., Pantaleo L., Oriani G., Salvatori G.1999. Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with Vitamin E. *Meat Science*, 52: 285-289
- Corino C., Lo Fiego D.P., Macchioni P., Pastorelli G., Di Giancamillo A., Domeneghino C., Rossi R. 2007. Influence of dietary conjugated linoleic acids and Vitanim E on meat and adipose tissue in rabbits. *Meat Science*, 76: 19-28
- Dal Bosco A., Castellini C., Bianci L. 2004. Effect of dietary α -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. *Meat Science*, 66: 407-413
- Dalle Zotte A. 2002., Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75: 11-32
- Frankič T., Salobir J. 2007. Antioksidanti v prehrani živali: Pomen za živali in porabnike. V: 16. Mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali, "Zdravčevi Erjavčevi dnevi". Radenci, 8-9 nov. 2007. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarski zavod: 27-40. <http://www.kgzs-ms.si/slike/ZED07/04Frankic.pdf> (8. jul. 2010)
- Hernandez P. 2008. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. V: *Meat Quality and Safety*, 9th World Rabbit Congress, Verona, 10-13 jun. 2008: 1287-1300
- Kermauner A., Žgur S. 2003. Prehrana in klavna kakovost kuncev. V: Zbornik predavanj, 12. posvetovanje o prehrani domačih živali, " Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Radenci, 6-7 nov. 2003. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarski zavod: 193-204
- Lah L. 2006. Vsebnost maščob in maščobno kislinska sestava mesa kuncev različnih pasemskih linij, spolov in starosti. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 72 str.

- Lo Fiego D.P., Santoro P., Macchioni P., Mazzoni D., Piattoni F., Tassone F., De Leonibus E. 2004. The effect of dietary supplementation of vitamins C and E on the α -tocopherol content of muscles, liver and kidney, on the stability of lipids, and on certain meat quality parameters of the *Longissimus dorsi* of rabbits. *Meat quality*, 67: 319-327
- Xiccato G. 1999. Feeding and meat quality in rabbits: A review. *World Rabbit Science*, 7: 75-86
- Žlender B., Gašperlin L., Skvarča M., Rajar A., Žgur S., Kermavner A., Polak T. 2003. The lipid composition of rabbit meat of different genotype and age. V: *Ethnic and meat technology*, 49th International Congress of Meat Science and Technology, 2nd Brazilian Congress of Meat Science and Technology, Sao Paulo, 31. avg.-5. sep. 2003. Sao Paulo, ICoMST: 137-138

ZAHVALA

V prvi vrsti bi se rada zahvalila viš. pred. mag. Ajdi Kermauner za vso pomoč, trud in koristne nasvete, katere sem prejela tekom izdelave diplomskega dela.

Zahvala gre tudi doc. dr. Tatjani Pirman za pregled in koristne nasvete in doc. dr. Silvestru Žguru za njegov dragoceni čas.

Iskrena hvala tudi prof. dr. Ivanu Štuhcu in doc. dr. Massilianu Petrecci za pomoč pri zbiranju in urejanju literature.

Rada bi se zahvalila tudi dr. Nataši Siard za tehnični pregled diplomske naloge in ge. Karmeli Malinger za pregled in popravek angleškega dela diplome.

Prav posebna zahvala gre partnerju Marku za pomoč pri pisanju, strpnost, razumevanje in podporo.

Nenazadnje gre zahvala tudi moji mami in Vanji za vse vrste podpor, koristne nasvete, razumevanje in potrpežljivost skozi celotno študijsko obdobje.

Zahvaljujem se tudi prijateljici Manci za pomoč pri pisanju in urejanju diplome.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Sanja MILOŠEVIĆ GRUJOVIĆ

**PREHRANA IN OKSIDATIVNA STABILNOST
KUNČJEGA MESA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010