

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Julijana GOLUBOVIĆ

**VPLIV KARNITINA IN ASPIRINA PRI RAZLIČNI STOPNJI OSKRBE
Z ENERGIJO NA BILANCO DUŠIKA IN SESTAVO TELESA PRI
RASTOČIH PIŠČANCIH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECT OF CARNITINE AND ASPIRIN AT DIFFERENT LEVEL OF
ENERGY SUPPLY ON GROWTH, N BALANCE AND BODY
COMPOSITION IN BROILERS**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo - zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poskus je potekal v poskusnem hlevu Oddelka za zootehniko, krma je bila pripravljena v poskusni mešalnici Homec, krma in ekskrementi so bili analizirani v kemijskem laboratoriju Katedre za prehrano.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Janeza Salobirja.

Recenzent: prof. dr. Antonija HOLCMAN

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Jurij POHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Janez SALOBIR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Antonija HOLCMAN
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.

Julijana GOLUBOVIĆ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.5.084/.087(043.2)=863
KG	perutnina/kokoši/pitovni piščanci/jarčke/prehrana živali/krmni dodatki/aspirin/karnitin/energija/oskrba/bilanca dušika/sestava telesa
KK	AGRIŠ L01/6100
AV	GOLUBOVIĆ, Julijana
SA	SALOBIR, Janez (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2007
IN	VPLIV KARNITINA IN ASPIRINA PRI RAZLIČNI STOPNJI OSKRBE Z ENERGIJO NA BILANCO DUŠIKA IN SESTAVO TELESA PRI RASTOČIH PIŠČANCIH
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 55 str., 16 pregl., 8 sl., 49 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V poskus, v katerem smo raziskali vpliv restrikcije energije ter vpliv dodatka aspirina in karnitina v obdobju klavne zrelosti na parametre rasti, bilanco dušika (N) in sestavo telesa, je bilo vključenih 72 jarčk v starosti 35-36 dni. Živali smo krmili na dveh nivojih oskrbe z energijo: vzdrževalni nivo (1*ME_m) in tri-kratni nivo vzdrževanja (3*ME_m). Dnevna oskrba z beljakovinami in ostalimi hranili je bila na enaki ravni. Znotraj enakih nivojev oskrbe z energijo smo živali razdelili v tri skupine: kontrolna (K), K+aspirin in K+karnitin. V primerjavi s 3*ME_m je imela 1*ME_m manjše dnevne priraste in končno telesno maso, manjšo količino naloženih trebušnih maščob, lažji file in mišičnino bedra ter manjšo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože, slabše izkoriščanje krme ($p<0.0001$), pozitivno bilanco N, vendar zelo majhno. V obeh skupinah z dodatkom karnitina in 3*ME_m skupine so živali zauživale manj krme ($p<0.15$), neznačilno (NS) boljše izkoriščale krmo, prirasti so bili večji (NS) pri 1*ME_m, pri 3*ME_m in obeh skupinah skupaj z dodanim karnitinom pa manjši (NS). Količina mišičnine prs in bedra je bila v obeh skupinah z dodatkom karnitina manjša (NS), prav tako pa tudi skupna masa spodnjega dela noge, peruti in kože (NS), manjša količina trebušne maščobe, bolj izrazito pri 1*ME_m, ki je tudi bolje nalagala zaužiti N. Dodatek aspirina ni vplival na količino zaužite krme, povečal je priraste, delež naloženega od zaužitega N (trend vpliva pri 1*ME_m v prvem delu poskusa), izboljšal izkoriščanje krme ($p<0.05$ in NS, odvisno od skupine), zmanjšal količino naloženih trebušnih maščob (trend vpliva).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.5.084/.087(043.2)=863
CX poultry/female broilers chicks/animal nutrition/feed
additives/aspirin/carnitin/energy/levels/N balance/body composition
CC AGRIS L01/6100
AU GOLUBOVIĆ, Julijana
AA SALOBIR, Janez (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2007
TI EFFECT OF CARNITIN AND ASPIRIN AT DIFFERENT LEVEL OF ENERGY
SUPPLY ON GROWTH, N BALANCE AND BODY COMPOSITION IN
BROILERS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 55 p., 16 tab., 8 fig., 49 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The effect of energy restriction, supplemented carnitin and aspirin on growth, N balance and carcass composition was studied on 72 female broiler chicks at 35-36 days of age. Broilers were fed on two different levels of energy: 1*ME_m (maintenance) and 3*ME_m. Daily supply of proteins and other nutrients was on the same level. Within the same level of energy supply broilers were divided in three groups: control (K), K+aspirin and K+carnitin. 1*ME_m group had lower body weight gain, lower amount of abdominal fat, breast and leg meat, and lower foot, wing and skin weight. The group also had lower feed conversion efficiency ($p < 0.0001$) and slightly improved N balance. Broilers with supplemented carnitin (1*ME_m+3*ME_m) and 3*ME_m group consumed less ($p < 0.15$), feed conversion was improved (NS). 1*ME_m group had better daily gain (NS), while 3*ME_m group and 1*ME_m+3*ME_m together had lower daily gain (NS). The amount of meat (breast+leg) as well as the foot, wing and skin weight was lower with the addition of carnitin (NS). Lower was also the amount of abdominal fat, more distinctive in 1*ME_m group, which had also better N accretion. No effect on feed consumption, but higher daily gain, better N accretion (trend in 1*ME_m group in the first part), improved feed conversion ($p < 0.05$ and NS, depending on group), and a trend of smaller amount of abdominal fat was noticed in the case of supplemented aspirin.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RAST	3
2.1.1 Nalaganje beljakovin in maščob	3
2.1.2 Rastne krivulje	4
2.2 PREHRANSKA RESTRIKCIJA	6
2.3 KARNITIN	11
2.3.1 Struktura in delovanje	11
2.3.2 Vsebnost in potrebe	13
2.3.3 Učinek dodatka karnitina	14
2.4 ACETILSALICILNA KISLINA	16
2.4.1 Struktura in delovanje	16
2.4.2 Učinek dodatka acetilsalicilne kisline	17
2.4.3 Aspirin v kombinaciji z β -agonisti	17
3 MATERIAL IN METODE	19
3.1 OPIS ZASNOVE POSKUSA	19

3.2	POSKUSNE SKUPINE	19
3.3	IZRAČUN PREHRANSKIH POTREB	20
3.4	KRMA	20
3.5	POTEK POSKUSA IN TEHNIKA KRMLJENJA	21
3.6	IZVEDBA MERITEV	22
3.7	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	22
4	REZULTATI	24
4.1	ZAUŽIVANJE KRME, RAST IN IZKORIŠČANJE KRME	24
4.1.1	Vpliv nivoja oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme	25
4.1.2	Vpliv dodatka aspirina in karnitina na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme	26
4.1.3	Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme	27
4.2	NALAGANJE DUŠIKA (BELJAKOVIN)	30
4.2.1	Vpliv nivoja oskrbe z energijo na bilanco dušika	30
4.2.2	Vpliv dodatka aspirina in karnitina na bilanco dušika	31
4.2.3	Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na bilanco dušika	32
4.3	KLAVNE LASTNOSTI IN RAZSEK	35
4.3.1	Vpliv nivoja oskrbe z energijo na nekatere klavne lastnosti	35
4.3.2	Vpliv dodatka aspirina in karnitina na nekatere klavne lastnosti	36
4.3.3	Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na nekatere klavne lastnosti	38
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	43
5.1	RAZPRAVA	43
5.1.1	Splošno	43
5.1.2	Vpliv nivoja oskrbe z energijo	43

5.1.3	Vpliv karnitina	45
5.1.4	Vpliv aspirina	46
5.2	SKLEPI	48
6	POVZETEK	50
7	VIRI	52
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Poskusne skupine živali	20
Preglednica 2: Izračunani dnevni obrok za 1800 g piščanca	20
Preglednica 3: Sestava krmnih mešanic	21
Preglednica 4: Vpliv nivoja oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme (LSM ± SE)	25
Preglednica 5: Vpliv dodatka aspirina in karnitina na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme (LSM ± SE)	26
Preglednica 6: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme (LSM ± SE)	28
Preglednica 7: Vpliv nivoja oskrbe z energijo na bilanco dušika (LSM ± SE)	30
Preglednica 8: Vpliv dodatka aspirina in karnitina na bilanco dušika (LSM ± SE)	32
Preglednica 9: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na bilanco dušika (LSM ± SE)	33
Preglednica 10: Vpliv nivoja oskrbe z energijo na nekatere klavne lastnosti (LSM ± SE)	36
Preglednica 11: Vpliv dodatka karnitina in aspirina na nekatere klavne lastnosti (LSM ± SE)	37
Preglednica 12: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na maso trupov (LSM ± SE)	39
Preglednica 13: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na količino maščobnega tkiva (LSM ± SE)	40
Preglednica 14: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na delež fileja in maščobnega tkiva od trupa brez drobovine (LSM ± SE)	40
Preglednica 15: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na maso mišičnega tkiva (LSM ± SE)	41
Preglednica 16: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na maso ekonomsko manjvrednih telesnih delov (LSM ± SE)	42

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Relativna rast tkiv v začetnem obdobju postnatalne rasti	4
Slika 2: Potencialne rastne krivulje pitovnih piščancev v letih 1950, 1975 in 2000	5
Slika 3: Potencialne rastne krivulje	6
Slika 4: Kemična struktura L-karnitna	11
Slika 5: Transport aktivnih dolgoverižnih maščobnih kislin in prehod skozi membrano mitohondrijev do β -oksidacije	12
Slika 6: Shematični prikaz homeostaze karnitina pri sesalcih	14
Slika 7: Aspirin: acetilsalicilna kislina	16
Slika 8: Dnevno zauživanje krme v obdobju poskusa	24

1 UVOD

Prirreja mesa je glavni cilj reje pitovnih piščancev. Selekcija na hitrejšo rast in dozorevanje je privedla do večje končne mase živali in večjega apetita, s tem pa tudi do večje zamaščenosti (Rabie in sod., 1997a). Nalaganje maščobnega tkiva je nujna in zaželena lastnost, problem je prekomerno kopičenje telesnih maščob (Leeson, 2000), saj predstavlja ekonomske in energijske izgube.

Naložene maščobe so pri uporabnikih vse manj sprejemljive, saj so uporabniki čedalje bolj ozaveščeni in zaskrbljeni glede hranilne vrednosti in zdravstvenega vidika hrane (Buyse in sod., 2001). Zamaščeni piščanci so pri kupcih nezaželeni. Prav tako so se potrebe uporabnikov spremenile s kupovanja celih piščancev na porcije, zato ni več cilj le večja končna masa, ampak tudi izboljšanje kakovosti specifičnih delov trupa. Nalaganje maščob je pri pitovnih piščancih povzročeno predvsem s povečanim apetitom. S številnimi postopki poskušamo zmanjšati kopičenje trebušnega in podkožnega maščobnega tkiva, s pomočjo selekcije in prehrane. Z ustrezno prehrano lahko dosežemo želene parametre rasti in klavne lastnosti. S prehrano želimo omogočiti kar največjo rast nemastnega mišičnega tkiva in čim manjše nalaganje odvečnega maščobnega tkiva pri klavno zrelih živalih.

Problem klavne zrelosti, sestave trupov ipd. je izredno pereč predvsem v primeru, ko sicer prodajno zrelih živali ne moremo prodati. Takrat se poraja vprašanje, kako te živali krmiti. Na zamaščenost vplivajo prehranski, genetski in fiziološki dejavniki ter dejavniki okolja (McLeod, 1982, cit. po Mendonça in sod., 1987). V obdobju do odraslosti živali težijo k izpolnjevanju dedno pogojene sposobnosti za rast, hitrost rasti pa je povezana z rastjo posameznih tkiv. V obdobju najbolj intenzivne rasti se nalagajo predvsem beljakovine (mišično tkivo) in maščobe (maščobno tkivo). Pri rastočih živalih ima rast mišičnega tkiva prednost pred nalaganjem maščobnega tkiva. V pogojih restriktivne prehrane pride do zmanjšanja hitrosti rasti, odvisno od vrste tkiva in stopnje restrikcije. Malo je znanega o tem, kako restrikcija energije na ravni vzdrževanja vpliva na sestavo telesa v primeru, ko oskrba z beljakovinami še zadošča za njihovo nalaganje oziroma do katere mere je nalaganje beljakovin pri rastočih živalih zares prednostno. Ena od raziskav kaže, da prežvekovalci (ovce), ki jih krmimo na ravni vzdrževanja s slamo ob dodatku ribje moke kot virom beljakovin, izgubljajo naloženo maščobno tkivo in pridobivajo na mišični masi (Orskov, 1988). Podobno je ugotovil tudi Vajda (1997) v svoji raziskavi na prašičih. V pogojih močno restriktivne oskrbe z energijo na nivoju vzdrževanja so živali črpale lastne energijske rezerve iz predhodno naloženega maščobnega tkiva za nalaganje beljakovin. Pri kokoših ta fenomen še ni bil raziskan.

Fiziološki dejavniki imajo glavno vlogo pri regulaciji metabolizma lipidov. V te mehanizme so vključene različne snovi, ki sodeljujejo pri črpanju energije (maščobnega tkiva) in pri nalaganju beljakovin (mišičnega tkiva). Nalaganje beljakovin v pogojih oskrbe z energijo na nivoju vzdrževanja je povezano s črpanjem energijskih rezerv, kar je povezano s povečano stopnjo lipolize. Med potencialno zanimive lipolitične snovi spadata tudi acetilsalicilna kislina (aspirin) in karnitin. Aspirin inhibira encim ciklo-oksigenazo, ki je nujen za tvorbo prostoglandina E. S tem omogoči glukagonu stimulacijo lipolize v maščobnem tkivu, kar se kaže v zmanjšani količini naloženega maščobnega tkiva v klavnem trupu. Karnitin ima ključno vlogo pri transportu dolgoveržnih maščobnih kislin

skozi notranjo membrano mitohondrijev do β -oksidacije. Dodatek karnitina bi lahko pospešil oksidacijo teh maščobnih kislin (Sukala, 2001) in zmanjšal njihovo dostopnost za estrifikacijo v trigliceride in njihovo nalaganje kot maščobno tkivo.

V naši raziskavi na pitovnih piščancih v obdobju 40 oziroma 41 dni do 48 oziroma 49 dni starosti smo želeli ugotoviti, kako vpliva restrikcija energije na ravni vzdrževanja ob zadostni oskrbi z beljakovinami na bilanco dušika in na sestavo telesa, prav tako pa sta nas zanimala vpliva dodatka lipolitično delujočih snovi aspirina in karnitina na omenjene parametre, tako v pogojih oskrbe z energijo na ravni vzdrževanja kot pri krmljenju po volji.

Želeli smo preveriti naslednje hipoteze:

- Krmljenje pri oskrbi z energijo na ravni vzdrževanja, ob zadostni oskrbi z beljakovinami, omogoča pozitivno bilanco dušika in zmanjša količino maščobnega tkiva (predvsem trebušne maščobe).
- Dodatek aspirina oziroma karnitina izboljša bilanco dušika in zmanjša količino naloženega maščobnega tkiva, pri čemer je učinek pri krmljenju z energijo na ravni vzdrževanja bolj izrazit.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RAST

Rast je življenjska lastnost, ki je tesno povezana s presnovo. V telesu potekajo vzporedno anabolni in katabolni procesi. Rast lahko definiramo kot povečevanje telesne mase do odrasle velikosti, kjer je vključeno nalaganje beljakovin (Growth ..., 2004).

Rast nastopi zaradi dveh procesov:

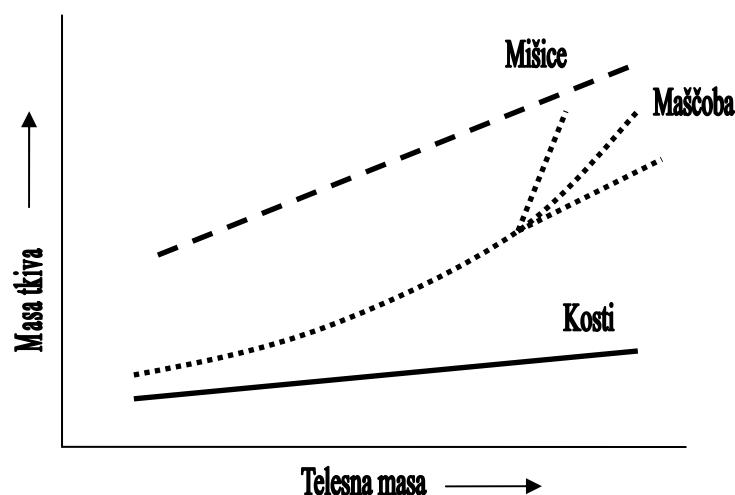
- hiperplazije (povečevanje števila celic) in
- hipertrofije (povečevanje velikosti celic).

Rast poteka po naslednjem zaporedju: oploditev, intrauterina rast ali razvoj v jajcu, rojstvo ali izvalitev, postnatalna rast, zrelost, staranje in smrt. V zgodnjem obdobju prenatalne rasti najhitreje raste glava, kasneje rastejo hitreje telo in okončine (Growth ..., 2004). Fetus pridobi največ mase v zadnji tretjini prenatalnega obdobja. Prednost v razvoju ima centralni živčni sistem, sledi okostje, mišično tkivo in nazadnje maščobno tkivo. V zgodnjem obdobju postnatalne rasti opazimo linearno povečevanje telesne mase v odvisnosti od starosti živali (Growth ..., 2004; slika 2). Ko se žival približuje puberteti, se rast upočasni in pri zrelosti zaključi. Tudi po zrelosti še vedno opazimo večje spremembe telesne mase, vendar je to predvsem posledica nalaganja maščob. Ker ni vključenega nalaganja beljakovin, ne gre za pravo rast (Growth ..., 2004).

Govaerts in sod. (2000) so v poskusu uporabili Huxley-evo enačbo za izračun alometričnih koeficientov. Ugotovili so, da prebavila dozori najprej, saj zagotavljajo živali zauživanje energije in hranil, potrebnih za rast. Naslednji so na vrsti organi, ki zagotavljajo oskrbo s kisikom in hranili pri povečanih zahtevah (pljuča, srce in jetra). Organi, ki skrbijo za oskrbo, so bili relativno težji (glede na telesno maso) pri restriktivno krmljenih živalih, absolutno pa so bili lažji. Sledi rast mišičnega tkiva, maščobno tkivo pa na koncu.

2.1.1 Nalaganje beljakovin in maščob

Kot smo že omenili, se na začetku postnatalne rasti telesna masa povečuje s starostjo živali premo sorazmerno. Na sliki 1 je prikazano začetno obdobje rasti, ko je rastna krivulja linearna. Ko se žival približuje puberteti, se nalaganje maščobnega tkiva občutno povečuje. Živali večjega okvirja dosežejo puberteto pri večji masi, prav tako se zamastijo kasneje (Growth ..., 2004). Podobne razlike, kot se pokažejo pri različnih pasmah živali, se pojavijo razlike zaradi spola. Moške živali imajo podobno krivuljo nalaganja maščob kot živali večjega okvirja, ženske živali in kastrati pa se zamastijo prej.



Slika 1: Relativna rast tkiv v začetnem obdobju postnatalne rasti (povzeto po Growth ..., 2004: 2)

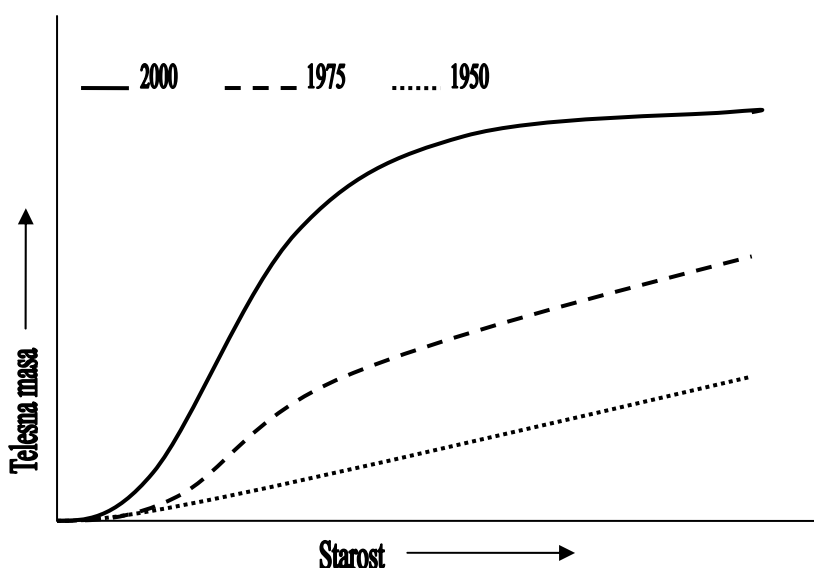
Perutnina s starostjo nalaga več maščobnega tkiva, kar je povezano z relativno zrelostjo in se pojavlja pri večini živali (Leeson, 2000). Zato je potrebno s starostjo zmanjševati količino ponujene energije, da onemogočimo prekomerno nalaganje maščobnega tkiva. Višek energije, kot jo žival potrebuje za vzdrževanje, je v sorazmerju z dnevno naloženim maščobnim tkivom, ne glede na izvor energije. Tako se energija v obliki ogljikovih hidratov ali maščob v jetrih spremeni v trigliceride, višek pa se naloži kot maščobno tkivo. Prav tako je lahko vir energije presežek beljakovin ali neugodno aminokislinsko razmerje, ki predstavlja potencial za nalaganje maščobnega tkiva (Leeson, 2000).

Razmerje med naloženimi beljakovinami in prirastom se v začetnem obdobju rasti nekoliko povečuje, z dozorevanjem živali pa se zmanjšuje. Tako je v prvem tednu starosti to razmerje okoli 0,15, največjo vrednost doseže pri starosti 4 do 5 tednov (0,185) in nato se zmanjša do 0,135 pri starosti 9 do 10 tednov. Povprečno dnevno nalaganje beljakovin pri rastoči perutnini je 6 g/ kg presnovne mase živali (Fisher, 1980).

Maksimalna količina dnevno naloženih beljakovin (mišičnega tkiva) je določena genetsko in je neodvisna od količine zaužitih beljakovin (Leeson, 2000). Če živali krmimo z zadostno količino beljakovin in primernim aminokislinskim razmerjem, lahko dosežemo zgornjo dnevno mejo nalaganja beljakovin. Če je oskrba nezadostna in je količina naloženih beljakovin zmanjšana, zmanjšane nalaganje beljakovin v kasnejšem obdobju ne moremo nadomestiti kljub povečani količini beljakovin v krmi. Nasprotno pa se nalaganje maščobnega tkiva lahko nadomesti ob bogatejši oskrbi v kasnejšem obdobju.

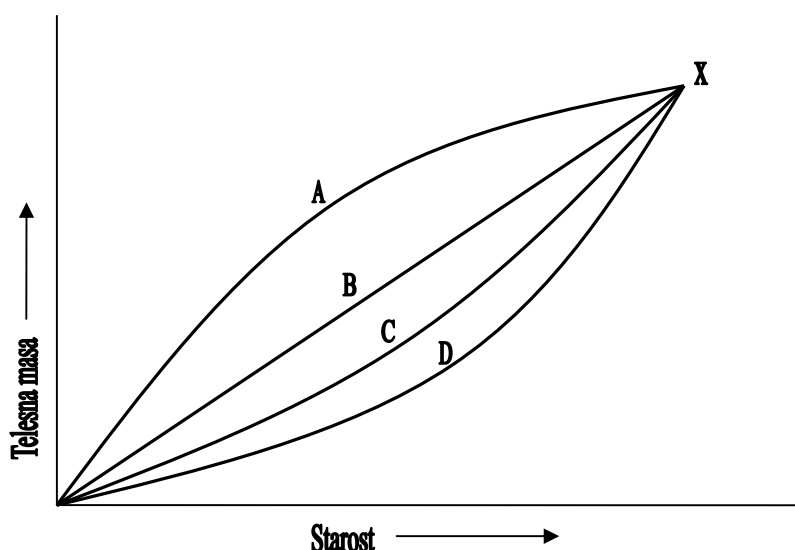
2.1.2 Rastne krivulje

V zadnjih 50-ih letih se je hitrost rasti pitovnih piščancev povečevala (slika 2), izboljševalo se je tudi izkoriščanje krme. To je posledica izboljšane prehrane, selekcije in nadzora bolezni. Izboljšano izkoriščanje krme je predvsem posledica manjših vzdrževalnih potreb, saj se je tudi trajanje pitanja do tržne mase vztrajno krajšalo.



Slika 2: Potencialne rastne krivulje pitovnih piščancev v letih 1950, 1975 in 2000 (povzeto po Emmans in Kyriazakis, 2000: 41)

Možnosti za dodatno zmanjšanje stroškov vzdrževanja obstajajo s pomočjo manipulacije rastne krivulje (Lessen, 1989). Obdobju upočasnjene rasti sledi kompenzacijska rast do tržne mase, kar zmanjša stroške vzdrževanja in tako izboljša izkoristek krme. Na sliki 3 so prikazane potencialne rastne krivulje pitovnih piščancev, ki dosežejo maso 2 kg pri 42 dneh starosti (vrednost x). Rastna krivulja B predstavlja enakomerno rast, ki je biološko mogoče najprimernejša, saj živali niso podvržene stresom počasne in hitre rasti, vendar le malo živali raste tako enakomerno. Živali A rastejo hitreje na začetku, počasneje pa v obdobju, ko se bližajo tržni masi. Nasprotno imajo živali C in D počasnejšo rast na začetku, proti koncu pa se prirasti povečajo. Te živali imajo boljše izkoriščanje krme, saj imajo manjše vzdrževalne potrebe vsled manjše telesne mase. Manjše živali imajo sicer vzdrževalne potrebe relativno večje, vendar je absolutna količina hranil za vzdrževanje manjša. Razlike v količini krme, ki jo potrebujejo za vzdrževanje in ob enaki končni masi živali pri isti starosti pripomore k izboljšanemu izkoriščanju krme (Lessen, 1989).



Slika 3: Potencialne rastne krivulje (povzeto po Lessen, 1989: 1)

2.2 PREHRANSKA RESTRIKCIJA

Vpliv, ki ga ima deficitarna prehrana, pa tudi stopnja restrikcije, je odvisen od stopnje rasti: npr. pomanjkanje beljakovin ima večji učinek v zgodnjem obdobju rasti. Restrikcija energije ob normalni oskrbi z beljakovinami povzroči zmanjšano rast, manjše živali z normalno sestavo klavnih trupov. Če oskrba z energijo zadostuje, primanjkuje pa beljakovin, so take živali normalno velike, vendar so bolj zamaščene in slabše omišičene (Growth ..., 2004).

Oskrba z beljakovinami oziroma esencialnimi aminokislinami je zelo pomemben dejavnik pri nalaganju telesnih beljakovin in ga zlahka nadzorujemo. Praktično bi bilo najlažje, če živalim ponudimo višek beljakovin in tako dosežemo maksimalno proizvodnost (Fisher, 1980), vendar lahko tudi presežek beljakovin predstavlja vir energije, ki se nalaga kot maščobno tkivo (Leeson, 2000). Z nivojem oskrbe z beljakovinami lahko nadzorujemo nekatere funkcije proizvodnosti oziroma ekonomsko funkcijo (Fisher, 1980). Če dodamo maščobo v krmno mešanico, ne uravnamo pa količine beljakovin, se razmerje med energijo in beljakovinami poveča, živali zaužijejo relativno več energije in naložijo več maščobnega tkiva (Combs, 1976). Morris (cit. po Farrell in sod., 1990) je ugotovil, da je možnost za zmanjšanje prekomernega kopičenja telesnih maščob povečanje količine esencialnih aminokislin, ki so omejitveni dejavnik pri nalaganju mišičnega tkiva, njihovo pomanjkanje pa ne omejuje nujno tudi povečevanje telesne mase. Predvsem pa je pomembno razmerje med energijo in beljakovinami pri izboljšanju sestave klavnih trupov, predvsem proti koncu ravnega obdobja (2 do 7 tednov), v zgodnjem obdobju (1 do 14 dni) pa učinek razmerja med energijo in beljakovinami na količino trebušnih maščob pri starosti 7 tednov ni opazen (Bartov, 1987).

Potrebe pri perutnini po beljakovinah in aminokislinah se spreminjajo glede na obdobje rasti. Na sestavo klavnega trupa neprimerna restrikcija nima ugodnega vpliva. Če živalim omejimo količino beljakovin oziroma aminokislin, večamo razmerje med energijo in

beljakovinami, prav tako z zmanjšano količino začetne krme (starter) povečamo količino zaužite energije s kasnejšo energijsko bogatejšo krmo (grower in finisher). Če povečamo razmerje med energijo in beljakovinami, povzročimo večje nalaganje maščobnega tkiva. Da omogočimo kompenzacijsko rast, hkrati pa obdržimo želeno kakovost klavnih trupov, moramo zagotoviti primerno razmerje med aminokislinami in energijo. To je pomembno pri mladih pitovnih piščancih za nadzor nalaganja maščobnega tkiva, saj se število maščobnih celic najbolj povečuje pri zelo mladih piščancih (Cherry in sod., 1984, cit. po Lessen, 1989).

Keren-Zvi in sod. (1992) opisujejo vpliv razmerja med energijo in beljakovinami na količino naloženega maščobnega tkiva, vendar zmanjšano nalaganje maščobnega tkiva le pri večjem dodatku beljakovin (+14 % beljakovin kot po priporočilih NCA). Leeson (2000) ugotavlja, da se s povečanim nivojem energije (širše razmerje med energijo in beljakovinami) nekoliko zmanjša količina mesa (pri obeh spolih). Če povečamo koncentracijo beljakovin v krmi, se količina mesa povečuje, in sicer linearno pri moških živalih in kvadratno pri ženskih.

Smith in Pesti (1998) navajata številne avtorje, ki so ugotovili, da se s povečanim deležem beljakovin v krmi zmanjšuje količina telesnega maščobnega tkiva, povečuje pa se količina beljakovin in vode (Jackson in sod., 1982; Nakhata in Anderson, 1982; Summers in sod., 1992), zmanjša se količina zaužite krme in izboljša izkoriščanje krme (Nakhata in Anderson, 1982; Parson in Baker, 1982; Pesti in Fletcher, 1983). Podobne rezultate sta dobila tudi Smith in Pesti (1998), ki sta krmila dva tipa pitovnih piščancev (selekcionirani na večji klavni izplen in selekcionirani na hitrejšo rast) v obdobju od 18 do 53 dnevo starosti s krmo, ki je vsebovala 3200 kcal ME/kg in imela različne nivoje beljakovin (16, 20 in 24 % surovih beljakovin). Pri pitovnih piščancih, selekcioniranih na večji klavni izplen so se prirasti povečevali z večjo vsebnostjo beljakovin v krmi, medtem ko so bile količine zaužite krme podobne. Pri pitovnih piščancih, selekcioniranih na hitrejšo rast se je količina zaužite krme zmanjševala s povečanim nivojem oskrbe z beljakovinami, razlike v povečanih prirastih pa so bile manjše. Izkoriščanje krme je bilo izboljšano pri obeh tipih pitovnih piščancev, vendar bolj izrazito pri prvem tipu. Količina trebušnega maščobnega tkiva kaže negativno linearno odvisnost od nivoja oskrbe z beljakovinami, medtem ko izplen mesa ni podvržen temu vplivu. Živali, ki so dobile 24 % beljakovin v krmi, so imele najboljše izkoriščanje krme in najmanj naloženih trebušnih maščob.

Če je rast počasnejša zaradi pomanjkanja hranil (restrikcija količine energije ali hranil), po končanem obdobju pomanjkanja sledi pospešena rast. Kompenzacijska rast se pojavi po dobi pomanjkanja pri večini domačih živali, tudi pri pitovnih piščancih, ki imajo sicer zelo kratko dobo rasti. Na sposobnost kompenzacijske rasti vpliva stopnja in trajanje dobe pomanjkanja oziroma restrikcije, stopnja razvitosti živali (glede na zrelost), genotip in spol ter nivo zauživanja, trajanje in oskrba s hranili v obdobju kompenzacijske rasti (Doyle in Leeson, 1996). Da so živali sposobne v doglednem času nadomestiti zaostanek rasti, stopnja restrikcije ne sme biti premočna. Te živali morajo doseči primerno maso ob prodajni starosti in/ali imeti izboljšane parametre rasti in/ali imeti boljšo sestavo klavnega trupa.

Razvili sta se dve hipotezi, kako je nadzorovana kompenzacijska rast. Kot povzemata Doyle in Leeson (1996) raziskovalce Wilson in Osbourn (1960) ter Mosier (1986)

mehanizmi kompenzacijske rasti vključujejo stopnjo razvitosti (maso oziroma velikost) glede na starost živali, ki je pod nadzorom centralnega živčnega sistema. Poveča se izločanje rastnega hormona, ki je povezan s kompenzacijsko rastjo, vendar za povečano rast ni neposredno odgovoren. Fotoperioda nadzoruje povezavo kompenzacijske rasti in rastnega hormona. Telo po obdobju pomanjkanja teži k velikosti, ki je normalna za to starost, in to v čimkrajšem času (Zubair, 1994, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Druga hipoteza pravi, da je velikost telesa nadzorovana s številom celic oziroma skupno vsebnostjo DNA (Zubair, 1994, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Število DNA enot je pglavitni dejavnik pri odrasli velikosti telesa (Pitts, 1986, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Ker ostaja količina DNA nespremenjena, deluje po pomanjkanju spominski mehanizem, ki teži k masi živali, primerni za določeno starost. Če pride do pomanjkanja v zelo zgodnjem obdobju rasti, lahko pride do sprememb količine DNA, nadomestna rast pa ni tako uspešna, ker spominski mehanizem ne more delovati pravilno (Doyle in Leeson, 1996).

V obdobju restrikcije lahko živali krmimo z energijo na nivoju vzdrževanja, pod ali nad njim, navadno pa je izračunan tako, da zadostuje za vzdrževanje (Zubair, 1994, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Ker je pri perutnini čas rasti do tržne mase zelo kratek, imajo živali malo časa za kompenzacijsko rast. Kratkotrajna restrikcija (5-7 dni pri starosti 6 dni) omogoči živalim popolno kompenzacijo zaostanka (McMurtry in sod., 1988, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Močnejša je restrikcija, večji so prirasti takoj po končanem obdobju pomanjkanja (Wilson in Osbourn, 1960, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Tako sta Doyle in Leeson (1996) poudarila, da je temeljna razlika v obdobju po restrikciji glede na raven restrikcije oziroma ali živali izgubljajo maso v obdobju restrikcije, obdržijo maso ali nekoliko priraščajo.

Plavnik in Hurwitz (1985, cit. po Doyle in Leeson, 1996) sta v poskusu krmila piščance s 40 kcal/dan oziroma 35 % krme po volji dva tedna (7-21 dni starosti). Kljub močni restrikciji so priraščali okoli 4 g/dan, tako da je bila oskrba z energijo nekoliko nad nivojem vzdrževanja. Po končanem obdobju restrikcije so piščanci dohiteli kontrolno skupino pri starosti 7-8 tednov. Po navedbah Doyle in Leeson (1996) kar nekaj raziskovalcev (Calvert in sod., 1987; Pinchasov in Jensen, 1989; Robinson in sod., 1992) ni dokazalo popolne kompenzacijske rasti ob podobnih pogojih restrikcije.

Manj močna restrikcija (60-75 % normalne rasti) pri starosti 7-14 dni je bolj ekonomična od krmljenja po volji skozi celo obdobje pitanja (Plavnik in Hurtwitz, 1991, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Restriktivno krmljene živali so dosegle enako telesno maso kot kontrolna skupina pri starosti 56 dni, izboljšano je bilo tudi izkoriščanje krme. Tudi Lippens in sod. (2000) so želeli ugotoviti učinek kratkotrajne restrikcije krme v zgodnjem obdobju rasti. Poskus so zasnovali na 4-dnevnih piščancih, ki so jih krmili: po volji, 4 dni z 80 % oziroma 90 % količine po volji in 8 dni z 20 % restrikcijo. Po obdobju restrikcije so bile vse živali krmljene po volji do starosti 42 dni. Restrikcija je povzročila značilno zmanjšanje dnevnih prirastov in mase živali ter izboljšano izkoriščanje krme pri starosti 8 dni. Pri starosti 21 dni so živali z 10 % restrikcijo že dohitele kontrolno skupino in se dnevni prirasti in masa živali niso več razlikovali. Živali z 20 % restrikcijo so bile lažje, boljše so izkoriščale zaužito krmo. Delež trebušnih maščob glede na končno maso živali je bil večji pri restriktivno krmljenih živalih, ostalih razlik v klavnosti pa med skupinami ni bilo. Nekateri raziskovalci pa so dokazali vpliv zgodnje kratkotrajne restrikcije na manjšo

količino naloženih trebušnih maščob ob nespremenjeni končni telesni masi (Plavnik in Hurtwitz, 1985, 1988, 1991, cit. po Lippens in sod., 2000).

Možnosti za zmanjšanje naloženih telesnih maščob so v prispevku prikazali tudi Farrell in sod. (1990). Ena od možnosti so dodatki krmi (beta agonisti in druge lipolitичne snovi), ki zmanjšajo nalaganje maščob, vendar navadno povzročijo tudi zmanjšanje telesne mase. Druga možnost je kratkotrajna restrikcija krme (4-6 dni) v zgodnjem obdobju rasti (pri 6-7 dni starosti), ki zaustavi rast in zmanjša količino naložene trebušne maščobe, navadno pa poročajo tudi o izboljšanjem izkoriščanju krme. Hiperplazija in hipertrofija maščobnih celic traja vsaj do 12 tednov starosti (Hood, 1982, cit. po Farrell in sod., 1990). Hipertrofija in hiperplazija maščobnih celic pa je pod vplivom restrikcije krme (Jones in Farrell, 1989, cit. po Farrell in sod., 1990). V 10 tedenskem poskusu s pitovnimi piščanci (Farrell in sod., 1990) je nalaganje maščobnega tkiva potekalo v dveh fazah. Nalaganje je potekalo počasi do starosti 3 tednov, ko prevladuje hiperplazija maščobnega tkiva. Nato je nalaganje maščobnega tkiva močno naraščalo, ko je za naloženo maščobo odgovorna predvsem hipertrofija. Rast maščobnega tkiva je bila v skladu s sliko 1. Prav tako so Cherry in sod. (1984, cit. po Saleh in sod., 1996) predvideli, da je mogoče s kontrolo hiperplazije zmanjšati nalaganje trebušnih maščob, kar so Saleh in sod. (1996) potrdili v svojem poskusu. Pri restrikciji v zgodnjem obdobju rasti je glede na njihove rezultate možno zmanjšati količino naloženih trebušnih maščob.

Pri petelinčkih je bilo po končani restrikciji zauživanje manjše pri starosti 21-35 dni (Zubair in Leeson, 1994, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Kasneje (35-49 dni) je bila količina zaužite krme podobna kot pri kontrolni skupini, kar kaže na boljše izkoriščanje hranil glede na povečano rast. Tudi McMurtry in sod. (1988, cit. po Doyle in Leeson, 1996) so poročali o manjši količini krme, potrebni za enoto prirasta.

Na podlagi raziskav McMurtry in sod. (1988) ter Plavnik in Hurtwitz (1991) Doyle in Leeson (1996) povzemata, da na kompenzacijsko rast vpliva tudi spol in sicer so petelinčki sposobnejši nadomestiti zaostanek v rasti. To je pogojeno z boljšo rastjo in manjšim nalaganjem maščobnega tkiva (Fisher, 1984, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Prav tako sta Plavnik in Hurtwitz (1985, 1990, cit. po Doyle in Leeson, 1996) ugotovila, da so bili petelinčki sposobni popolne kompenzacijske rasti, medtem ko jarčke ne, čeprav so bili pogoji restrikcije podobni. Hitro rastoče (zgodaj zrele) pasme ne nadomestijo zaostanka v rasti tako hitro kot počasneje rastoče pasme (Cherry in sod., 1978, cit. po Doyle in Leeson, 1996; Plavnik in Hurtwitz, 1985, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Trajanje pomanjkanja in sestava krme (Yu in Robinson, 1992, cit. po Doyle in Leeson, 1996) po obdobju restrikcije sta pomembna dejavnika pri kompenzacijski rasti. Plavnik in Hurtwitz (1985, 1988, 1991, cit. po Doyle in Leeson, 1996) sta poročala, da je kompenzacijska rast popolnejša, če pomanjkanje podaljšamo vsaj do starosti 8 tednov. Doyle in Leeson (1996) navajata kar nekaj raziskovalcev (Plavnik in sod., 1986; McMurtry in sod., 1988; Jones in Farrell, 1992), ki poročajo o popolni kompenzacijski rasti tudi v krajšem obdobju. Potrebe po esencialnih aminokislinah so bile večje v prvih dveh tednih po restrikciji (Plavnik in Hurtwitz, 1989, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Pri dodatni oskrbi z lizinom so po restrikciji (28-48 dni) živali rasle hitreje, pri dodatni oskrbi z lizinom oziroma metioninom pa so naložile manj maščobnega tkiva in več mišičnega tkiva (Jones in Farrell, 1992, cit. po Doyle in Leeson, 1996). Oskrba z beljakovinami je lahko omejitveni dejavnik kompenzacijske rasti (Fontana in sod., 1992, cit. po Doyle in Leeson, 1996).

Starost živali, ko je podvržena restrikciji, ravno tako vpliva na kompenzacijsko rast kot nivo restrikcije. Doyle in Leeson (1996) navajata ugotovitve nekaterih raziskovalcev, ki priporočajo restrikcijo pri piščancih pri starosti 6 dni, kar navadno omogoča popolno kompenzacijsko rast (McMurtry in sod., 1988, Zubair in Leeson, 1994), oziroma restrikcijo na kateremkoli intervalu od 3-11 dni starosti, ki pri petelinčkih omogoči popolno nadomestno rast do 8 tednov starosti (Plavnik in Hurtwitz, 1988).

Krma predstavlja kar 70 % stroškov v reji pitovnih piščancev (Benyi in Habi, 1998). Restrikcija v zgodnjem postnatalnem obdobju in kompenzacijska rast v zadnjem obdobju rasti (krivulji C in D na sliki 3) je ekonomsko ugodna, saj zmanjša stroške krme, potrebne za vzdrževanje. Vendar smo omenili tudi, da neprimerna restrikcija v zgodnjem obdobju rasti lahko vodi do zamaščenih živalih pri tržni masi. Restrikcija v zadnjem obdobju rasti lahko prepreči preveliko količino naloženih telesnih maščob, kar sta v poskusu dokazala tudi Benyi in Habi (1998). Tristo pitovnih piščancev v obdobju 28 do 56 dni starosti sta krmila po volji, 85 % oziroma 70 % od količine po volji in skupina, krmljena po volji le 5 dni na teden. 30 % restrikcija je pokazala značilno zmanjšanje naloženih trebušnih maščob v primerjavi s kontrolno skupino, vendar slabše izkoriščanje krme, vse tri restriktivno krmljene skupine pa zmanjšanje prirastov in končne telesne mase.

Summers in Leeson (1984, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998) ter Leeson in sod. (1996a,b, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998) so ugotovili, da je količina naloženega maščobnega tkiva odvisna od količine zaužite energije. Rabie in Szilágyi (1998) sta v poskusu s 180 pitovnimi piščanci, ki sta jih krmila po volji na treh nivojih energije (12,2, 12,8 in 13,5 MJ ME/kg krme) v starosti od 18 do 53 dni ugotovila, da se količina zaužite krme poveča pri nižji oskrbi z energijo do nivoja, da živali zadostijo potrebe po energiji. Tako je potrebno pri restrikciji energije omejiti tudi količino ponujene krme, če želimo doseči zelene klavne trupe.

Problem zamaščenosti se pojavi tudi pri nesnicah oziroma pri materah pitovnih piščancev zaradi reprodukcijskih motenj. Poskusi (Neuman in sod., 1998) so bili zasnovani na različnih nivojih oskrbe z energijo (300 do 492 kcal ME/dan), ustrezno pa se je povečala vsebnost ostalih hranilnih snovi. Ugotovili so, da kratkotrajna restrikcija energije ob zadostni oskrbi z ostalimi hranilnimi snovmi ne spremeni parametre nesnosti, in sicer 300 do 330 kcal ME/dan obdrži nesnost 4 tedne, 360 kcal ME/dan pa 8 tednov.

Po lastnih ugotovitvah v preteklih letih (Ørskov, 1982; Ørskov in sod., 1983), pa tudi na podlagi rezultatov drugih raziskovalcev (Hovell in sod., 1983), Ørskov (1991) navaja, da ob nezadostni oskrbi živali s količino energije, nivo beljakovin pa zadostuje za vzdrževanje, živali ne uporabijo beljakovin kot vir energije, ampak uporabijo naloženo maščobno tkivo. Raziskave na prežvekovalcih kažejo, da je lahko endogena energija prav tako uporabljena kot energija, ki jo ponudimo s krmo. Ørskov (1988) je poročal, da so jagenčki, krmljeni s slamo z dodatkom ribje moke, izgubljali maščobo in pridobivali na mišični masi.

Tudi Vajda (1997) je v poskusu s prašiči ugotovil, da se ob pogojih močne restrikcije oskrbe z energijo na nivoju vzdrževanja nalaganje beljakovin ni ustavilo. Nalaganje beljakovin je bilo mogoče na račun črpanja energijskih rezerv iz predhodno naloženega maščobnega tkiva.

2.3 KARNITIN

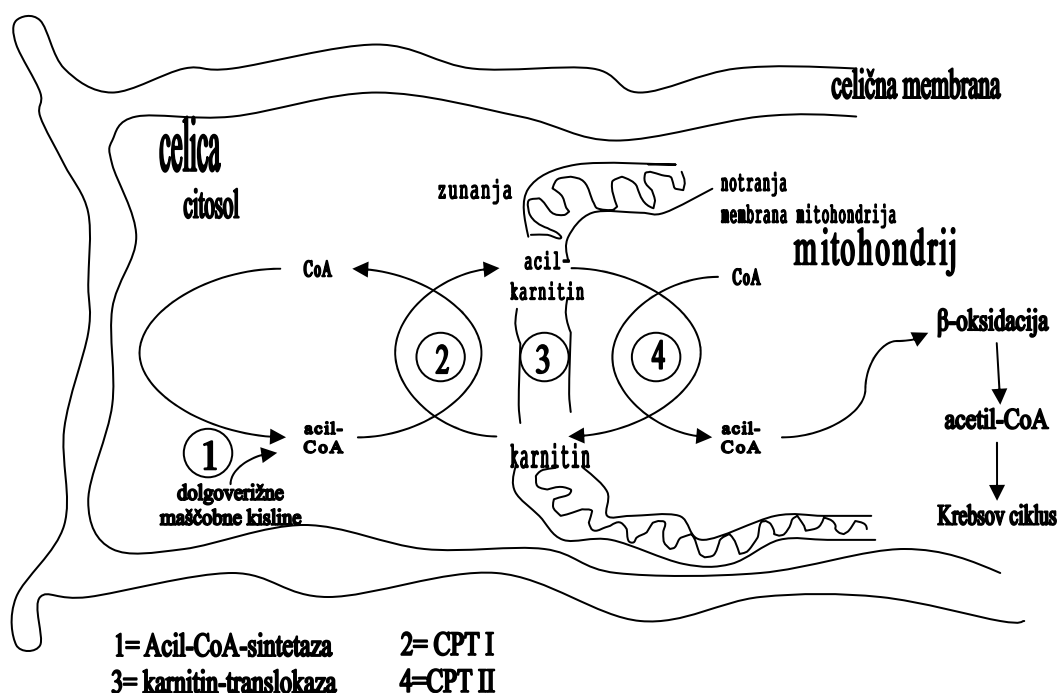
2.3.1 Struktura in delovanje

L-karnitin (β -hidroksi-(γ -N-trimetilamino)-butirat) je bil odkrit leta 1905 kot sestavina skeletne mišičnine, od koder izvira tudi njegovo ime. Leta 1927 je bila določena njegova kemična struktura (slika 4), 1952 pa tudi njegova biološka funkcija (L-Carnitine ..., 1997). Je kratkoverižna ogljikova kislina, ki vsebuje dušik, je topen v vodi in deluje na podoben način kot vitamini (Kanter in Williams, 1995, cit. po Sukala, 2001).



Slika 4: Kemična struktura L-karnitina (L-Carnitine ..., 1997: 4)

Karnitin sodeluje v tri-delnem encimskem kompleksu, ki je odgovoren za transport dolgoverižnih maščobnih kislin skozi notranjo membrano mitohondrijev, kjer so aktivni oksidativni encimi (Pande in sod., 1980, cit. po Sukala, 2001). Dolgoverižne maščobne kisline postanejo aktivne tako, da tvorijo acetil koencim A (acetil-CoA) izven mitohondrijev. Zanje je notranja membrana mitohondrijev neprehodna. Karnitin nadomesti CoA in se poveže v acil-karnitin in na ta način prenese maščobne kisline v notranjost mitohondrijev (slika 5). Acetil-CoA se v notranjosti mitohondrija obnovi in preide do mesta β -oksidacije (Baumgartner in Blum, 1997a). Na ta način je tvorba energije iz maščobnih kislin neposredno odvisna od karnitina. Karnitin prav tako sodeluje pri transportu kratko- in srednjeveržnih maščobnih kislin, ki so rezultat presnovnih procesov, iz mitohondrijev (Bremer, 1983, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998; Rebouche, 1992, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998).



Slika 5: Transport aktivnih dolgoveržnih maščobnih kislin in prehod skozi membrano mitohondrijev do β -oksidacije (povzeto po Baumgartner in Blum, 1997a: 4)

Karnitin je nujno potreben za presnovo, v telesu pa se sam sintetizira iz metionina in lizina (Cerretelli in Marconi, 1990, cit. po Sukala, 2001; Rebouche in Seim, 1998), predvsem v jetrih (L-Carnitine ..., 1997), nekoliko tudi v ledvicah, modih in možganih (Baumgartner in Blum, 1997a). Za biosintezo karnitina v telesu so poleg lizina in metionina potrebni Fe^{2+} in številni vitamini, ki so kofaktorji za encime, ki sodelujejo pri sintezi (Sándor in sod., 1983, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998; Feller in Rudman, 1988, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998; Rebouche, 1991, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998; Leibetseder, 1995, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998; Baumgartner in Blum, 1997a). Navadno ga ni potrebno dodajati, saj ga živali same sintetizirajo in dobijo tudi s krmo. V nekaterih pogojih ga je potrebno dodajati, zato ga lahko prištevamo med pogojno (semi) esencialna hranila (Broquist, 1994, cit. po Sukala, 2001). Prav tako lahko pride po pomanjkanja pri (L-Carnitine ..., 1997):

- mladih živalih, ko biosinteza še ni popolnoma razvita,
- stresu,
- visoki proizvodnosti,
- velikih naporih (tekmovalne športne živali),
- prehrani z majhno vsebnostjo karnitina,
- prehrani z veliko vsebnostjo maščob.

Vzroke za pomanjkanje karnitina lahko razdelimo na primarne in sekundarne. Primarni vzroki so predvsem dedne napake biosinteze, presnove in transporta karnitina. Navadno se kaže kot prekomerno nalaganje maščob, slabšem mišičnem tonusu in slabšem zdravju na splošno. Sekundarni vzroki vključujejo nezadostno oskrbo s karnitinom, zmanjšano biosintezo ali povečano potrebo po karnitinu (L-Carnitine ..., 1997).

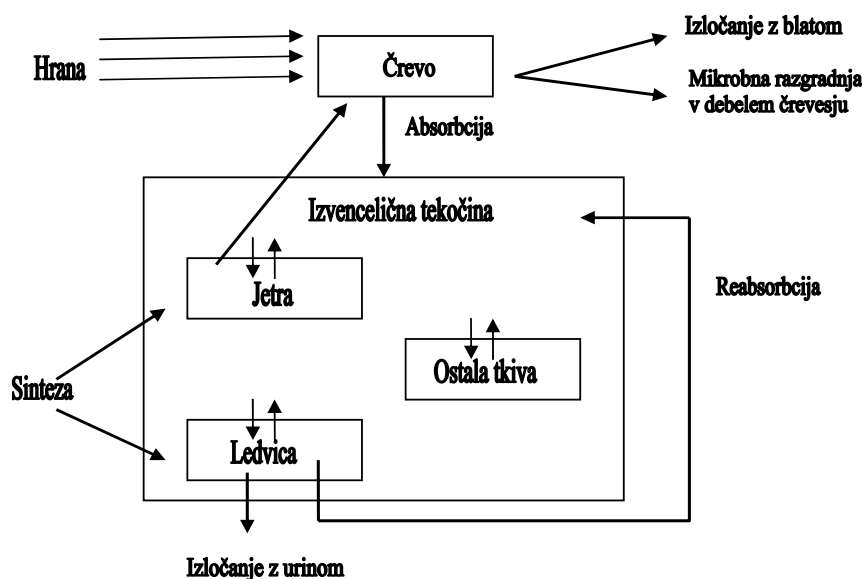
Pri mladih živalih lahko zlahka pride do pomanjkanja karnitina. Lastna sinteza še ni povsem razvita, tako da je njegova vsebnost v plazmi in mišičnem tkivu le 20-30 % vsebnosti kot pri odraslih živalih. Po rojstvu morajo vzdrževati telesno temperaturo, predvsem s povečano oksidacijo maščobnih kislin. Zato je vsebnost karnitina v mleku, predvsem pa v kolostrumu, 10 do 40 % večja, kot v plazmi odraslih živali. Koncentracija karnitina v plazmi se izrazito povečuje v prvem tednu po rojstvu (L-Carnitine ..., 1997). Dodatek karnitina izboljša rast in preživetveno sposobnost v kritični fazi.

Teoretično bi lahko z dodatkom karnitina zmanjšali kopičenje nezaželenih maščob v klavnih trupih piščancev. Karnitin ima namreč ključno vlogo pri transportu dolgoveržnih maščobnih kislin skozi notranjo membrano mitohondrijev do β -oksidacije. Dodatek karnitina bi lahko pospešil oksidacijo teh maščobnih kislin (Sukala, 2001) in zmanjšal njihovo dostopnost za estrifikacijo v trigliceride in njihovo nalaganje kot maščobno tkivo.

Karnitin nastopa v dveh oblikah: L-karnitin in D-karnitin. L-karnitin je naravna komponenta anaerobov, rastlin in živali, medtem ko je D-izomera sintetična substanca. Le L-izomera je fiziološko aktivna, dodatek D-karnitina v večjih količinah pa ima lahko celo škodljiv vpliv na presnovne procese, o čemer pričajo tudi rezultati Leibetsederja (1995). D-izomera inaktivira encim karnitin acil-translokazo, ki je odgovoren za transport maščobnih kislin preko membrane mitohondrijev (Baumgartner in Blum, 1997a).

2.3.2 Vsebnost in potrebe

Karnitin najdemo v različni hrani in krmi. V živalskih tkivih je njegova količina odvisna od vrste živali in tkiva, rastlinska tkiva pa ga vsebujejo precej manj. Maščobe rastlinskega in živalskega izvora ne vsebujejo karnitina. Največjo vsebnost karnitina najdemo v skeletni mišičnini, kar 96 % od celotne vsebnosti v telesu (Baumgartner in Blum, 1997a). Največ karnitina najdemo v govejem in ovčjem mesu. Mleko in perutnina vsebujeta manj karnitina, medtem ko je njegova vsebnost v sadju in zelenjavi zanemarljiva (Kanter in Williams, 1995, cit. po Sukala, 2001), prav tako v žitih, ki predstavljajo osnovo v prehrani perutnine (Baumgartner in Blum, 1993, cit. po Rabie in Szilágyi, 1998). Žita, ki so glavna sestavina v prehrani perutnine, ga vsebujejo zelo malo, prav tako pa vsebujejo malo lizina in metionina, iz katerih telo sintetizira karnitin. Vsebnost karnitina v naravni krmi perutnine je 5-20 mg/kg (Baumgartner in Blum, 1997b) oziroma celo manjša (2-7 mg/kg, Harmeyer in sod., 1998, cit. po Baumgartner, 2001), potrebe pri pitovnih piščancih pa so 30-50 mg karnitina na kg krme. S tako količino zaužitega karnitina se izboljša izkoriščanje krme, povečajo prirasti, izboljša se izkoriščanje maščob v krmi piščancev, poveča se odpornost proti stresu, kaže pa tudi na zmanjšanje zamaščenosti (Baumgartner in Blum, 1997b). Zato je potrebna prehrana, ki vsebuje zadostno količino esencialnih aminokislin, ki so potrebne za sintezo karnitina.



Slika 6: Shematični prikaz homeostaze karnitina pri sesalcih (povzeto po Rebouche in Seim, 1998: 48)

Homeostaza karnitina je pri sesalcih vzdrževana s pomočjo absorpcije zaužitega karnitina, biosinteze in učinkovite reabsorpcije karnitina (slika 6). Okoli 54-87 % zaužitega karnitina se pri ljudeh in podganah absorbira, kar 90-98 % karnitina pa se preko ledvic ponovno reabsorbira.

2.3.3 Učinek dodatka karnitina

Kot povzemajo Rabie in sod. (1997a) so rezultati raziskav različnih avtorjev na prašičih, ribah, prepelicah, žrebičkih in pitovnih piščancih pokazali značilno izboljšanje parametrov rasti ob dodatku L-karnitina (Weeden in sod., 1991; Lettner in sod., 1992; Schuhmacher in sod., 1993; Torreele in sod., 1993; Hausenblasz in sod., 1996), nekateri pa njegovega vpliva niso dokazali (Cartwright, 1986, Barker in Sell, 1994). Tudi Buyse in sod. (2001) povzemajo rezultate raziskav istih avtorjev (Weeden in sod., 1991; Torreele in sod., 1993), pa tudi nekatere druge (Santulli in D'Amelio, 1986; Owen in sod., 1996), ki so pokazali značilno izboljšanje parametrov rasti ob dodatku L-karnitina, prav tako pa povzemajo tudi rezultate raziskav avtorjev, ki izboljšanja parametrov rasti zaradi dodanega L-karnitina niso dokazali (Cartwright, 1986, Barker in Sell, 1994).

V raziskavi s 180 pitovnimi piščanci, starimi od 18 do 53 dni, sta Rabie in Szilágyi (1998) dokazala statistično značilno izboljšanje izkoriščanja krme v prvih dveh tednih poskusa, prav tako povečanje telesne mase in dnevnega prirasta. Tudi vsebnost trebušne maščobe se je zmanjšala. Dodali so 50 mg L-karnitina na kg krme, ki pa ni vplival na količino zaužite krme oziroma energije. Tudi v raziskavi s 120 pitovnimi piščanci, starimi od 18 do 46 dni, katerim so dodajali po 50, 100 in 150 mg L-karnitina na kg krme, so Rabie in sod. (1997b) dokazali, da je dodatek L-karnitina vplival na dnevne priraste v prvih dveh tednih poskusa (18 do 32 dni) ter skozi celotno poskusno obdobje, prav tako pa na manjšo količino naložene trebušne maščobe.

Rodehutsord in sod. (2002) poročajo o 5 % izboljšanih prirastih in izkoriščanju krme pri piščancih (5-21 dni starosti) ob dodatku 80 mg L-karnitina na kg krme, kateri je bilo dodano 8 % olja. Pri manjši vsebnosti olja v krmi (4 %) vpliva dodanega L-karnitina niso dokazali. Prav tako niso dokazali vpliva L-karnitina na nalaganje dušika v obdobju 21-29 dni starosti, ne glede na količino dodanega olja.

Tudi Xu in sod. (2003) poročajo o zmanjšani količini trebušnih maščob in povečanju prsne mišičnine ($p < 0,05$) pri dodatku nad 25 mg karnitina. Dodan karnitin ni vplival na količino zaužite krme, dnevne priraste in izkoriščanje krme. V poskusu so dodajali štiri doze karnitina (25, 50, 75 in 100 mg/kg krme). Prav tako poročajo o povečani vsebnosti surovih maščob v tkivu prsne mišičnine, ki je bila posledica zmanjšane aktivnosti karnitin palmitoiltrasferaze-I. Zmanjšala se je tudi aktivnost encimov v maščobnem tkivu, ki vodi do zmanjšanja količine podkožne maščobe.

Ānal in sod. (2003) so L-karnitin dodali vodi (50 mg/l) in ugotovili, da lahko ima L-karnitin pozitiven učinek na zauživanje krme in priraste v zgodnjem obdobju rasti (do treh tednov), učinka dodanega karnitina na parametre rasti v celotnem obdobju pa niso dokazali. Prav tako Daskiran in Teeter (2001) z oceno šestih doz L-karnitina (0, 40, 80, 120, 160 in 200 ppm) od 1 do 49 dni starih piščancih nista dokazala učinka L-karnitina na rast, izkoriščanje krme, maso prsne mišičnine in količino trebušne maščobe. Tudi Buyse in sod. (2001) niso dokazali vpliva dodanega L-karnitina na priraste, zauživanje in izkoriščanje krme, dodatek L-karnitina je povzročil le manjšo absolutno in relativno količino naloženega trebušnega maščobnega tkiva pri pitovnih piščancih ženskega spola v pogojih nižjih temperatur (20°C).

Leibetseder (1995) je proučeval učinek L-karnitina in aminokislin, iz katerih se L-karnitin sintetizira (lizin in metionin), na prirast ter možnost zmanjšanja nalaganja trebušnih maščob pri perutnini. Dodatek L-karnitina oziroma lizina in metionina v obdobju od 1 do 7 tednov starosti niso povzročili statistično značilnega zmanjšanja nalaganja trebušnih maščob, premajhna oskrba z omenjenima aminokislinama pa je povzročila povečano nalaganje maščobnega tkiva. Dodatek L-karnitina ob normalni oskrbi z aminokislinami je povzročil 2,5 % povečano telesno maso, ob zmanjšani oskrbi z aminokislinami pa 3 % porast telesne mase.

Karnitin ima prav tako ugoden učinek pri nesnicah. Ciljna masa jajc se doseže v nesnem obdobju bolj zgodaj, prav tako pa nesnost pri oskrbi s karnitinom obdržijo dlje časa - izboljšana persistenca (Baumgartner, 2001).

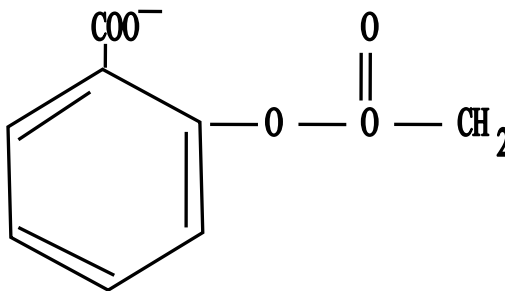
Owen in sod. (1996, cit. po Lyvers-Peffer in Odle, 2002) poročajo o izboljšanem izkoriščanju krme pri pujskih ob dodatku 500 ppm L-karnitina na kg krme. Izboljšano izkoriščanje krme je posledica zmanjšane zauživanja krme, ne pa tudi povečanih prirastov. V naslednjem poskusu pa Owen in sod. (1996, cit. po Lyvers-Peffer in Odle, 2002) niso dokazali učinka ($p > 0,10$) L-karnitina na rast, mesnatost in nalaganje dušika. Odstavljeni pujski so bili stari 19 do 23 dni, poskus je trajal 35 dni. Tudi Lyvers-Peffer in Odle (2002) nista ugotovila učinka dodanega karnitina (100 ppm) na priraste, zauživanje in izkoriščanje krme pri odstavljenih pujskih. Tudi pri starejših pujskih (35 kg) dodatek karnitina ni vplival na rast ($p > 0,10$), večja količina dodanega L-karnitina pa je zmanjšala debelino slanice ($p < 0,05$) in povečala mesnatost (Owen in sod., 2001).

Li in sod. (1999) so ugotovili izboljšane parametre rasti pujskov po odstaviti ob dodatku L-karnitina (50 mg/kg). Povečali so se prirasti in zauživanje krme, izkoriščanje krme pa se ni spremenilo. Dodatek karnitina je predvsem zmanjšal delež odstavljenih pujskov s počasnejšo rastjo (iz 40 % na 15 %).

2.4 ACETILSALICILNA KISLINA

2.4.1 Struktura in delovanje

Eden od učinkov acetilsalicilne kisline (slika 7) je inhibicija biosinteze prostoglandinov. S tem zavira ciklooksigeno aktivnost encima prostoglandin sintaze (z vezavo acetilne skupine na terminalno amino skupino), ki je potreben za biosintezo prostoglandinov. Prostoglandini so derivati maščobnih kislin, ki vplivajo na številne fiziološke procese. Prostoglandini med drugim zavirajo delovanje hormonov, ki vplivajo na lipolizo maščobnega tkiva, ter pospešujejo notranje izgorevanje. Medtem ko prostoglandini povečujejo učinek notranjega izgorevanja, ima aspirin ravno nasproten učinek, saj blokira prvi korak pri biosintezi prostoglandinov (Stryer, 1988).



Slika 7: Aspirin: acetilsalicilna kislina (Stryer, 1988: 992)

Kopičenje maščob pri pitovnih piščancih, predvsem v trebušni votlini, je odgovorno za energijske in s tem tudi za ekonomske izgube pri reji perutnine. Na zamaščenost vplivajo prehranski, genetski in fiziološki dejavniki ter dejavniki okolja (McLeod, 1982, cit. po Mendonça in sod., 1987). Fiziološki dejavniki imajo glavno vlogo pri regulaciji presnove maščob. Številni hormoni (glukagon, rastni hormon, kortizol, kortikotropin) pospešujejo sproščanje neestriciranih maščobnih kislin iz maščobnega tkiva.

Zmanjšana koncentracija glukoze v krvi sproži izločanje glukagona, nasprotno pa ga povečana zavira. Maščobno tkivo pri perutnini je izredno izpostavljeno lipolitičnemu delovanju glukagona in za razliko od drugih vrst živali, kjer je lipolitična aktivnost inhibirana z insulinom, je učinek glukagona prevladujoč (Lefebvre, 1975, cit. po Mendonça in sod., 1987).

Prostoglandin E zavira tvorbo ciklične AMP in s tem zmanjša lipolitično aktivnost glukagona (Grande in Prigge, 1972, cit. po Mendonça in sod., 1987; Lefebvre, 1975, cit. po Mendonça in sod., 1987). Likoff in sod. (1981, cit. po Mendonça in sod., 1987) pravijo, da aspirin, skupaj z vitaminom E, zavira biosintezo prostoglandinov. Aspirin inhibira encim

ciklo-oksigenazo, ki je nujen za tvorbo prostoglandina E in s tem omogoči glukagonu stimulacijo lipolize v maščobnem tkivu, kar se kaže v zmanjšani količini naloženega maščobnega tkiva v klavnem trupu.

2.4.2 Učinek dodatka acetilsalicilne kisline

Mendonça in sod. (1987) so naredili raziskavo s 150 piščanci, ki so jim dodajali 1 g acetilsalicilne kisline na kg krme v starosti od 21 do 42 dni. Ob koncu poskusa (6 tednov starosti) ni bilo statistično značilnih razlik v telesni masi, kar je v nasprotju z objavami Brenes in Jensen (1982, cit. po Mendonça in sod., 1987) ter Proudfoot in Hulan (1983, cit. po Mendonça in sod., 1987), ki poročajo o zmanjšani rasti zaradi dodatka nekoliko večje količine aspirina (2 oziroma 1,6 g/kg krme). Dodatek aspirina je povzročil zmanjšano nalaganje trebušnih maščob, ni pa vplival na količino zaužite krme in izkoriščanje krme. Po njegovih besedah bi lahko uporabljali 1 g aspirina na kg krme kot dodatek prehrani pri piščancih, starih od 21 do 42 dni za zmanjšanje količine naloženih trebušnih maščob pri nezmanjšani končni masi živali. Tudi Stilborn in sod. (1988) niso dokazali vpliva na rast oziroma izkoriščanje krme pri piščancih ob dodatku acetilsalicilne kisline (125 do 500 mg/kg krme) v obdobju od 4 do 6 tednov starosti.

Al-Mashhadani in sod. (1988) poročajo o izboljšanjem izkoriščanju krme pitovnih piščancev pri skupinah z dodanim aspirinom. Poskus je trajal od 2 do 7 tednov starosti, dodajali pa so tri doze aspirina (500 mg, 1000 mg in 1500 mg aspirina na kg krme). Telesna masa se je povečala pri skupinah s 500 in 1000 mg dodanega aspirina, zmanjšala pa pri skupini s 1500 mg aspirina (pri starosti 4 tednov). Pri 7 tednih starosti ni bilo razlik pri telesni masi. Naloženih maščob je bilo manj pri skupini s 1500 mg aspirina. Nasprotno poročata Watkins in Kratzer (1987, cit. po Xu in sod., 1990), ki sta dodajala 500 ppm aspirina piščancem do treh tednov starosti, o neizboljšanih prirastih in izkoriščanju krme, vendar zmanjšani koncentraciji prostoglandina E₂.

Rozman (1968, cit. po Xu in sod., 1990) ter Rozman in Heizlar (1970, cit. po Xu in sod., 1990) so ugotovili pozitivno linearno povezavo med količino dodanega aspirina (200 do 800 ppm) in rastjo prašičev. Podobno poročajo Barber in sod. (1971, cit. po Xu in sod., 1990) o izboljšanih prirastih in izkoriščanju krme pri prašičih ob dodatku 200 ppm aspirina. Xu in sod. (1990) poročajo o izboljšani rasti ob dodatku majhnih količin aspirina (125 do 250 ppm) pri odstavljenih prašičih.

2.4.3 Aspirin v kombinaciji z β -agonisti

Aspirin poveča učinek termogenetskih snovi, to je snovi, ki pospešijo presnovo in s tem preprečujejo debelost. Simpatični živčni sistem ima pomembno vlogo pri nadzoru termogeneze, povezane s prehrano (Rothwell in Stock, 1979, cit. po Dulloo in Miller, 1989; Landsberg in sod., 1984, cit. po Dulloo in Miller, 1989). Številne raziskave so pokazale oslabitev aktivnosti simpatičnega živčnega sistema, kjer je bila posledica debelost.

Dulloo in Miller (1987) povzemata raziskave nekaterih drugih avtorjev, ki kažejo, da sta pomanjkljiva količina noradrenalina, ki je sproščen preko simpatičnega živčnega sistema, ter nepopolni odziv na termogeničen učinek neurotransmiterja odgovorna za povečano

termogenetsko učinkovitost pri debelosti. Snovi, ki stimulirajo oziroma imajo podoben učinek kot simpatični živčni sistem, ponujajo možnost za zdravljenje debelosti.

Ena takih snovi je efedrin, ki stimulira simpatični živčni sistem in zmanjša nalaganje telesnih maščob, ne pa tudi mišičnega tkiva (Arch in sod., 1982, cit. po Dulloo in Miller, 1989; Dulloo in Miller, 1984, cit. po Dulloo in Miller, 1989). Dulloo in Miller (1989) povzemata tudi raziskave Evans in Miller (1977), Malchow in sod. (1981), Morgan in sod. (1982), Astrup in sod. (1985) ter Pasquali in sod. (1987), ki so ugotovili, da je bil njegov učinek posledica zmanjšane zauživanja kot tudi pospešene presnove. Dulloo in Miller (1987) sta imela v poskusu 30 debelih miši. Samo ob dodatku aspirina (8 g/kg krme) se prirasti niso razlikovali od kontrolne skupine, prav tako ne vsebnost telesnih maščob. Izkazal pa se je v kombinaciji efedrina, ki sta povzročila statistično značilne manjše priraste in zmanjšano vsebnost telesnih maščob, ter povečal ugoden učinek efedrina (Dulloo in Miller, 1987). Prav tako Horton in Geissler (1990) poročata o povišani stopnji presnove pri kombinaciji efedrina z aspirinom pri debelih ženskah.

Drugi tak usmerjevalec rasti, ki vodi fiziološke procese v smeri povečevanja nalaganja beljakovin in zmanjšanja nalaganja maščob, je β -agonist clenbutarol. Dodatek clenbutarola je povzročil zmanjšano zauživanje pri rastočih piščancih (Salobir in Štruklec, 1992), dodatek aspirina (0,1 %) v kombinaciji s clenbutarolom pa je pozitivno vplival na zauživanje krme. Povprečna dnevna retencija dušika v celotnem poskusnem obdobju je bila največja pri kombinaciji z aspirinom (7 % večja kot kontrola skupina), večja pa je bila tudi ob dodatku samo clenbutarola (3-4 %, odvisno od količine dodanega clenbutarola).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OPIS ZASNOVE POSKUSA

Poskus je potekal v poskusnem hlevu Katedre za prehrano. V poskus je bilo vključenih 72 pitovnih piščancev ženskega spola provenience ross ob vselitvi starih 35 oziroma 36 dni, poskus pa je trajal v starosti od 40 oziroma 41 dni do 48 oziroma 49 dni. Piščance pri tej starosti smo dobili pri kooperantih Jate d.d.. Zaradi omejenega števila bilančnih kletk (24) smo izvedli tri ponovitve. Živali so bile uhlevljene v individualnih bilančnih kletkah in razdeljene v šest skupin glede na režim prehrane.

Raziskava je bila razdeljena na:

- predposkusno obdobje prilagajanja na novo okolje in krmo (5 dni),
- poskusno obdobje (8 dni), ki je bilo razdeljeno na dve bilančni obdobji:
 - o 1. bilančno obdobje
(4 dni zbiranja ekskrementov ob spremljanju količine zaužite krme),
 - o 2. bilančno obdobje
(4 dni zbiranja ekskrementov ob spremljanju količine zaužite krme).

V času poskusa smo dnevno zbirali ekskreme in jih zamrzovali pri -20°C . Prav tako smo dnevno zbirali raztros krme, pri menjavi smo ostanek vode prefiltrirali in tako zbrali tudi raztos krme v napajalnikih. Živali smo ob naselitvi stehali in razdelili v skupine, po koncu prilagoditvenega obdobja in začetku bilančnega poskusa pa smo jih tehtali vsak dan.

Temperatura v hlevu se je gibala med 20 in 24°C , za izmenjavo zraka je bilo poskrbljeno z ventilatorjem, osvetlitev z neonskimi žarnicami je bila 24 urna.

3.2 POSKUSNE SKUPINE

72 poskusnih živali smo razdelili v šest skupin po 12 živali. Polovica živali je bila krmljena restriktivno. Količina energije je zadoščala za vzdrževanje ($1 \cdot \text{ME}_m$), količina beljakovin pa za normalno nalaganje beljakovin. Druga polovica živali je bila krmljena na ravni blizu zauživanja po volji, saj so živali dobivale toliko krme, kot znaša trikratnik vzdrževalnih potreb ($3 \cdot \text{ME}_m$). Dnevna količina zaužitih hranil je bila na obeh ravneh krmljenja enaka in je bila usklajena s potrebami na ravni trikratnega vzdrževanja (preglednica 2).

Znotraj skupin z različnim nivojem oskrbe z energijo so bile živali razdeljene še v tri skupine glede na krmo: kontrolna krma (1K in 3K), kontrolni krmi dodan L-karnitin (1C in 3C) oziroma acetilsalicilna kislina (1A in 3A). Shema posameznih poskusnih skupin je predstavljena v preglednici 1.

Preglednica 1: Poskusne skupine živali

Oznaka skupine	1K	1C	1A	3K	3C	3A
Raven oskrbe z energijo	1*ME _m	1*ME _m	1*ME _m	3*ME _m	3*ME _m	3*ME _m
MJ/kg krme	11,13	11,13	11,13	13,82	13,82	13,82
L-karnitin (g/kg krme)	-	0,363	-	-	0,150	-
Acetilsalicilna kislina (g/kg krme)	-	-	2,417	-	-	0,996
Število živali	12	12	12	12	12	12

3.3 IZRAČUN PREHRANSKIH POTREB

Potrebe po presnovni energiji (1*ME_m) za vzdrževanje smo izračunali po Kirchgesnerju (1997) in znašajo 430 kJ/kg telesne mase živih živali ^{0,75}. Potrebe po beljakovinah smo izračunali po NRC (1994). Ker so ta priporočila za 10 % večja kot po Kirchgesnerju (1997), smo za toliko zmanjšali količino surovih beljakovin. Aminokislinska sestava krme je bila izračunana glede na priporočila NRC (1994).

3.4 KRMA

Na podlagi izračunov potreb za npr. 1800 g pitovne piščance naj bi živali ob pričakovanem zauživanju zaužile predviden nivo energije in določeno količino beljakovin. Restriktivno krmljeni piščanci na nivoju energije, ki zadošča za vzdrževanje (1*ME_m), naj bi po izračunih zaužili 60,0 g krme dnevno, piščanci na nivoju 3*ME_m pa 145,0 g krme na dan. Količina hranil in surovih beljakovin, ki naj bi po pričakovanjih piščanci dnevno zaužili, je predstavljena v preglednici 2.

Preglednica 2: Izračunani dnevni obrok za 1800 g piščanca

Sestavina	1K (g/dan)		3K (g/dan)	
Lucerna	6,00	60,0	5,98	145,0
Sojine tropine	12,19		12,15	
Posneto mleko	5,40		5,38	
Ribja moka	32,99		32,87	
Sončnično olje	1,32		1,32	
Vezalec	1,20		1,19	
Premiks	0,90		0,90	
Olje			4,29	
Koruzni škrob			40,19	
Pšenični škrob			40,19	
Vezalec			0,54	
Energija (kJ ME/dan)	668		2004	
Surove beljakovine (g/dan)	29,99		29,99	

Pri skupini z restriktivnim krmljenjem (1*ME_m) je bila izhodišče kontrolna osnovna mešanica krme (1K), ki je bila sestavljena iz ribje moke, sojinih tropin, lucerne, posnetega mleka, sončničnega olja, premiksa in vezalca (preglednica 3). Pri skupini s krmljenjem po volji (3*ME_m) je bila izhodišče kontrolna osnovna mešanica krme (3K), za katero je predstavljala osnovo krma 1K (41,23 %), dodana pa ji je bila energija v obliki škroba in olja. Kontrolnima krmama 1K in 3K sta bila dodana preparat Carniking podjetja Lonze (vsebuje 50 % L-karnitina) oziroma zmlete aspirinske tablete (vsebujejo 83,33 %

acetilsalicilne kisline). Količina dodanega aspirina je bila preračunana na priporočeno koncentracijo Mendonça in sod. (1987), ki so uporabili dodatek 1 % aspirina, kar predstavlja pri pričakovanem zauživanju krme 0,145 g zaužite acetilsalicilne kisline dnevno. Tako smo dodali 2,90 g aspirinskih tablet na kg krme 1K (2,417 g acetilsalicilne kisline), na kg kontrolne krme 3K pa 1,196 g aspirinskih tablet (0,996 g acetilsalicilne kisline). Količina dodanega Carnikinga je bila prilagojena priporočilom podjetja Lonze. Dodali smo 0,725 g Carnikinga na kg kontrolne krme 1K (0,363 g L-karnitina) ter 0,300 g Carnikinga na kg kontrolne krme 3K (0,150 g L-karnitina). Tako bi piščanci ob pričakovanem zauživanju krme zaužili dnevno 21,75 mg L-karnitina. Krmne mešanice so pripravili v Poskusni mešalnici Biotehniške fakultete v Homcu.

Preglednica 3: Sestava krmnih mešanic

Sestavina krme (%)	1K	1C	1A	1*ME _m	3K	3C	3A	3*ME _m
Lucerna	10,00	9,99	9,97		4,12	4,12	4,12	
Sojine tropine	20,32	20,31	20,26	1	8,38	8,38	8,37	4
Posneto mleko	9,00	8,99	8,97	0	3,71	3,71	3,71	1
Ribja moka	54,98	54,94	54,83	0	22,67	22,66	22,64	
Sončnično olje	2,20	2,20	2,19		0,91	0,91	0,91	%
Vezalec	2,00	2,00	1,99	%	0,82	0,82	0,82	
Premiks	1,50	1,50	1,50		0,62	0,62	0,62	
Olje					2,96	2,96	2,96	5
Koruzni škrob					27,72	27,71	27,68	9
Pšenični škrob					27,72	27,71	27,68	
Vezalec					0,37	0,37	0,37	%
Carniking		0,07				0,03		
Aspirin			0,29				0,12	
Skupaj	100,00	100,00	100,00		100,00	100,00	100,00	
Kemična analiza krme (g/kg sveže ¹ oziroma suhe ² snovi)								
Suha snov ¹	867,95	904,84	898,01	890,27	891,66	896,19	894,85	894,23
Surove beljakovine ²	547,02	524,62	520,01	530,55	258,13	247,71	257,51	254,45
Surove maščobe ²	91,00				66,59			
Surove vlaknine ²	59,74				27,25			
Surovi pepel ²	123,67				120,38			
Brezdušični izvleček ²	178,56				527,64			

Kemične analize vzorcev krme so prikazane v preglednici 3. Analizirana krma za restriktivno krmljenje (1*ME_m) vsebuje v povprečju 531 g surovih beljakovin v kg suhe snovi krme, krma za krmljenje po volji (3*ME_m) pa 254 g surovih beljakovin na kg suhe snovi krme. Krma za krmljenje po volji vsebuje manj surovih beljakovin, kar naj bi omogočilo približno enako dnevno količino zaužitega dušika.

3.5 POTEK POSKUSA IN TEHNIKA KRMLJENJA

Pred naselitvijo smo živali stekali in jih razdelili v šest skupin. V pet dnevnem predposkusnem obdobju smo živali navajali na novo tehnologijo reje. V obdobju prilagajanja so bile vse živali krmljene enako, krmo in vodo so imele po volji.

Po preteku predposkusnega obdobja smo živali ponovno stehtali, nastavili pladnje za zbiranje ekskrementov ter jih krmili glede na skupino. Živalim smo odmerjali krmo glede na povprečno telesno maso živali. Skupino živali, ki je bila krmljena z energijo na nivoju vzdrževanja ($1 \cdot ME_m$), smo krmili restriktivno in sicer smo jim ponudili povprečno 72 g (75 g v 1. ponovitvi, 65 g v 2. ponovitvi, 77 g v 3. ponovitvi) ustrezne krme (1K, 1C ali 1A). Živali, ki so dobile krmo na trikratnem nivoju vzdrževanja ($3 \cdot ME_m$), so v povprečju zauživale 156 g krme dnevno (149 g v 1. ponovitvi, 166 g v 2. ponovitvi ter 152 g v 3. ponovitvi).

3.6 IZVEDBA MERITEV

Bilančne kletke nam omogočajo kvantitativno zbiranje ekskrementov, ki smo jih dnevno zbirali in zamrzovali pri -20°C . Živali smo po začetku bilančnega poskusa tehtali vsak dan, v koritu za ekskreme smo ločili raztrošeno krmo, ostanek vode v napajalnikih pa smo ravno tako prefiltrirali in zbrali tudi ta raztros.

Po končanem bilančnem poskusu smo ekskreme posameznega piščanca stehtali, ga s pomočjo ročnega vrtalnika in mešala homogenizirali in odvzeli vzorec za kemično analizo. Analizirali smo po Kjeldahlu na vsebnost dušika v svežih vzorcih. Analizo vzorcev ekskrementov smo opravili v kemijskem laboratoriju Katedre za prehrano Biotehniške fakultete.

Po osem dnevnem obdobju poskusa, ko smo zaključili dva bilančna poskusa, smo v poskusni klavnici Biotehniške fakultete piščance zaklali, naslednji dan pa opravili disekcijo in meritve klavnih trupov.

Izmerili smo mase klasično obdelanega trupa, evisceriranega trupa ter trupa po odstranitvi glave. Nato smo opravili meritve na levi polovici trupa:

- spodnji del nog (rez v predelu tarzalnega sklepa)
- perut
- prsni mišici (file)
 - površinska prsna mišica
 - globinska prsna mišica
- bedro
 - mišičnina bedra
 - kosti bedra (stegenica, golenica in piščal)

V celem trupu smo s pomočjo disekcije izmerili tudi naslednje mase:

- koža
- podkožna maščoba
- trebušna maščoba

3.7 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Podatke smo statistično iz vrednotili po statističnem modelu, v katerega smo vključili sistematski vpliv ponovitve poskusa, nivoja oskrbe z energijo, dodatka krmi in interakcijo

med nivojem oskrbe z energijo in dodatkom krmi ter korekcijo na začetno maso živali glede na nivo oskrbe z energijo.

$$y_{ijkl} = \mu + P_i + N_j + D_k + ND_{jk} + b_j(x_{ijkl} - \bar{x}) + e_{ijkl} \quad \dots (1)$$

y_{ijkl} = opazovana vrednost

μ = srednja vrednost

P_i = vpliv i-te ponovitve poskusa (i=1,2,3)

N_j = vpliv j-tega nivoja oskrbe z energijo (j=1,2)

D_k = vpliv k-tega dodatka krmi (k=1,2,3)

$b_j(x_{ijkl} - \bar{x})$ = korekcija na začetno maso glede na nivo oskrbe z energijo

e_{ijkl} = ostanek

Pri statistični obdelavi smo uporabili programski paket SAS (SAS/STAT ..., 2000). Osnovne statistične parametre in oceno porazdelitve smo izračunali s postopkom UNIVARIATE, pri obdelavi podatkov s statističnim modelom pa smo uporabili GLM (General linear model) proceduro.

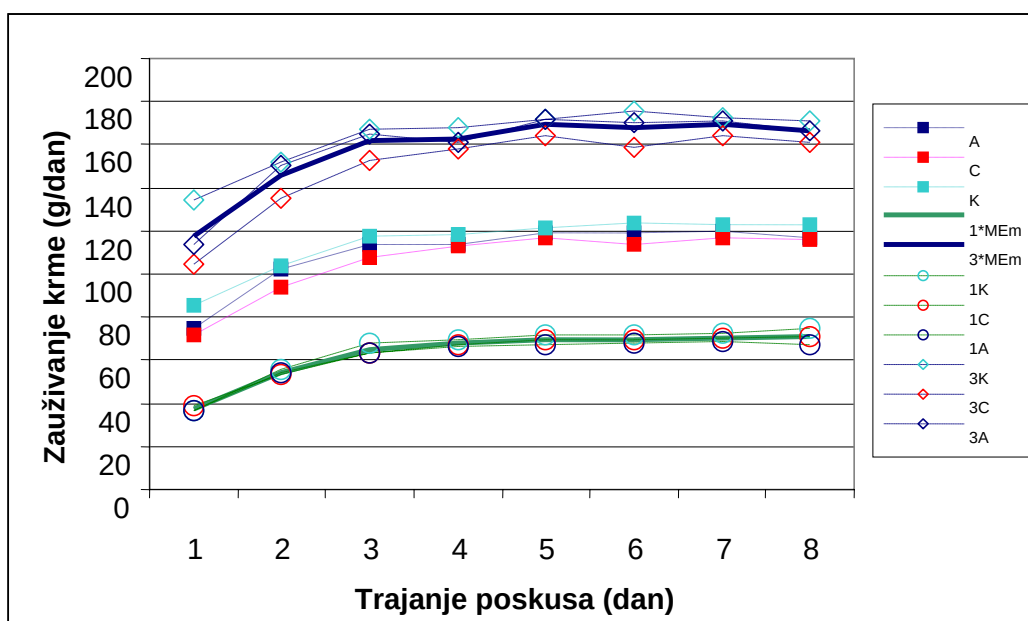
4 REZULTATI

4.1 ZAUŽIVANJE KRME, RAST IN IZKORIŠČANJE KRME

Živali so bile na začetku poskusa (pri starosti 40 oziroma 41 dni) v povprečju težke 2147 g. Povprečne začetne mase živali z različnim nivojem oskrbe z energijo so se razlikovale ($1*ME_m=2072\text{ g} \pm 20\text{ g}$, $3*ME_m=2198\text{ g} \pm 20\text{ g}$, $p<0,0001$), zato smo pri obdelavi z modelom podatke korigirali.

Količino zaužite krme in spremembo telesnih mas smo spremljali dnevno. V povprečju so živali v prvem bilančnem obdobju zaužile 102 g krme dnevno, prirasle 59 g/dan in porabile 2,53 kg krme za kg prirasta. V drugem bilančnem obdobju so živali priraščale nekoliko slabše (37 g/dan) in zaužile več krme (116 g/dan), zato je tudi izkoriščanje krme nekoliko slabše (3,19). V celotnem obdobju poskusa (40/41 dni do 48/49 dni starosti) so živali zaužile povprečno 108 g/dan, prirasle 47 g/dan in porabile 2,57 kg krme za kg prirasta.

Z modelom smo pojasnili od 93,3 % do 95,4 % variabilnosti količine dnevno zaužite krme, 80,0 % do 92,4 % variabilnosti dnevnih prirastov in 53,1 % do 65,9 % variabilnosti izkoriščanja krme.



Slika 8: Dnevno zauživanje krme v obdobju poskusa

Na sliki 8 je prikazana dnevna količina zaužite krme v času poskusa. Z odebeljenima črtama sta prikazani povprečni dnevni količini zaužite krme živali z različnim nivojem oskrbe z energijo ($1*ME_m$ in $3*ME_m$). Razlika v dnevni količini zaužite krme med skupinama je ves čas poskusa značilna. Vpliv dodatka krmi je prikazan s polnimi kvadrati. Opazno je manjše zauživanje krme v začetnih dveh dneh poskusa pri vseh skupinah živali.

4.1.1 Vpliv nivoja oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme

Vpliv nivoja oskrbe z energijo na količino zaužite krme je bil statistično značilen ($p < 0,0001$) v obeh bilančnih in celotnem obdobju poskusa (preglednica 4). Živali skupine 3*ME_m smo krmili na ravni blizu zauživanja po volji in so zauživale povprečno 156,9 g/dan oziroma 2,5-kratno količino krme v primerjavi z restriktivno krmljeno skupino 1*ME_m (62,0 g/dan).

Nivo energije je vplival tudi na rast ($p < 0,0001$, preglednica 4). Prirasti so bili večji v prvem delu poskusa (31,0 g/dan in 88,4 g/dan) in manjši v drugem delu pri obeh skupinah (3,9 g/dan in 69,1 g/dan). Živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, so imele občutno večje dnevne priraste, predvsem v drugem delu poskusa. V celotnem obdobju poskusa je restriktivno krmljena skupina prirastala v povprečju 15,5 g/dan, po volji krmljena skupina pa 77,4 g/dan.

Na izkoriščanje krme nivo energije v prvih dneh poskusa ni vplival (2,63 in 2,30, $p = 0,98$, preglednica 4), v drugem bilančnem obdobju pa so živali, krmljene restriktivno, porabile dvakratno količino krme za enoto prirasta (5,24), kot so jo potrebovale živali z energijsko bogatejšo krmo (2,84, $p < 0,001$). Tudi v celotnem obdobju poskusa se kaže vpliv nivoja oskrbe z energijo na izkoriščanje krme ($p < 0,001$). Živali, ki so bile krmljene na višjem energijskem nivoju, so porabile 0,86 kg krme za kg prirasta manj (preglednica 4).

Preglednica 4: Vpliv nivoja oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme (LSM ± SE)

Lastnost	Nivo energije			p-vrednosti
	1*ME _m	3*ME _m		
1. bilančno obdobje				
Zauživanje krme (g/dan)	55,0 ± 2,3 a 100,0 %	147,7 ± 2,4 b 268,5 %		<0,0001
Prirast (g/dan)	31,0 ± 2,8 a 100,0 %	88,4 ± 2,8 b 285,2 %		<0,0001
Izkoriščanje krme (kg/kg)	2,63 ± 0,33 a 100,0 %	2,30 ± 0,14 a 87,5 %		0,9811
2. bilančno obdobje				
Zauživanje krme (g/dan)	69,0 ± 2,1 a 100,0 %	166,1 ± 2,2 b 240,7 %		<0,0001
Prirast (g/dan)	3,9 ± 2,1 a 100,0 %	69,1 ± 2,1 b 1771,8 %		<0,0001
Izkoriščanje krme (kg/kg)	5,24 ± 0,60 a 100,0 %	2,84 ± 0,26 b 54,2 %		<0,001
Celotno obdobje poskusa				
Zauživanje krme (g/dan)	62,0 ± 2,0 a 100,0 %	156,9 ± 2,0 b 253,1 %		<0,0001
Prirast (g/dan)	15,5 ± 1,7 a 100,0 %	77,4 ± 1,7 b 499,4 %		<0,0001
Izkoriščanje krme (kg/kg)	3,28 ± 0,20 a 100,0 %	2,42 ± 0,09 b 73,8 %		<0,001

4.1.2 Vpliv dodatka aspirina in karnitina na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme

Kontrolna skupina živali je v obdobju poskusa povprečno zaužila 113,4 g/dan krme (105,3 g/dan v prvem in 121,4 g/dan v drugem obdobju poskusa, preglednica 5). Skupina z dodanim aspirinom je zauživala za 2,8 g/dan manj (101,9 g/dan v prvem, 119,3 g/dan v drugem in povprečno 110,6 g/dan v celotnem obdobju poskusa), vendar razlike niso statistično značilne. Dodatek karnitina kaže trend vpliva ($p=0,14$) na zmanjšano zauživanje krme v prvem delu poskusa (97,0 g/dan, preglednica 5), razlike v drugem delu in celotnem obdobju poskusa pa so statistično značilne (119,9 g/dan v drugem in 104,5 g/dan v celotnem obdobju poskusa, $p<0,05$). Živali, ki smo jim 8 dni dodajali karnitin, so v povprečju zaužile 8,9 g/dan manj krme kot živali kontrolne skupine.

Kontrolna skupina živali je v povprečju prirastala 45,8 g/dan (57,8 g/dan v prvem in 36,8 g/dan v drugem obdobju poskusa, preglednica 5). Živali z dodanim karnitinom so prirastale za 2,6 g/dan slabše, živali, katerim smo dodajali aspirin, pa so prirastale bolje (+4,6 g/dan), vendar razlike niso statistično značilne.

Preglednica 5: Vpliv dodatka aspirina in karnitina na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme (LSM $\pm$ SE)

Dodatek				
Lastnost	Kontrola	Karnitin	Aspirin	p-vrednosti
1. bilančno obdobje				
Zauživanje krme (g/dan)	105,3 $\pm$ 2,9 ab 100,0 %	97,0 $\pm$ 3,0 ab* 92,1 %	101,9 $\pm$ 2,9 a 95,2 %	0,1390
Prirast (g/dan)	57,8 $\pm$ 3,5 a 100,0 %	57,6 $\pm$ 3,4 a 99,7 %	63,7 $\pm$ 3,3 a 110,2 %	0,3588
Izkoriščanje krme (kg/kg)	2,89 $\pm$ 0,29 a 100,0 %	2,73 $\pm$ 0,26 a 94,5 %	1,77 $\pm$ 0,25 b 61,2 %	0,0010
2. bilančno obdobje				
Zauživanje krme (g/dan)	121,4 $\pm$ 2,6 a 100,0 %	111,9 $\pm$ 2,7 bc 92,2 %	119,3 $\pm$ 2,6 ac* 98,3 %	0,0359
Prirast (g/dan)	36,8 $\pm$ 2,7 a 100,0 %	32,4 $\pm$ 2,6 ab 88,0 %	40,4 $\pm$ 2,5 ab* 109,8 %	0,1002
Izkoriščanje krme (kg/kg)	3,69 $\pm$ 0,53 a 100,0 %	4,06 $\pm$ 0,47 a 110,0 %	4,38 $\pm$ 0,45 a 118,7 %	0,4976
Celotno obdobje poskusa				
Zauživanje krme (g/dan)	113,4 $\pm$ 2,4 a 100,0 %	104,5 $\pm$ 2,5 bc 92,2 %	110,6 $\pm$ 2,4 ac* 97,5 %	0,0378
Prirast (g/dan)	45,8 $\pm$ 2,1 a 100,0 %	43,2 $\pm$ 2,1 ac 94,3 %	50,4 $\pm$ 2,0 ac* 110,0 %	0,0504
Izkoriščanje krme (kg/kg)	3,06 $\pm$ 0,18 a 100,0 %	2,92 $\pm$ 0,16 ab* 95,4 %	2,57 $\pm$ 0,15 b 84,0 %	0,0333
ZAUŽIVANJE KRME: a/b: $p<0,05$, 1.bilanca: b/b*: $p=0,1414$, 2.bilanca: c/c*: $p=0,1568$, celotno obdobje: c/c*: $p=0,2162$				
PRIRAST: 2. bilanca: b/b*: $p=0,1005$, celotno obdobje: c/c*: $p=0,0545$				
IZKORIŠČANJE KRME: a/b: $p<0,05$, b/b*: $p=0,1710$				

Živali so v celotnem obdobju poskusa porabile v povprečju 3,06 kg kontrolne krme za kg prirasta (2,89 v prvem in 3,69 v drugem obdobju poskusa, preglednica 5). Skupina z dodanim karnitinom je imela v prvem in celotnem obdobju poskusa ugodnejšo konverzijo

krme (-0,16 in -0,14), v drugem delu poskusa pa slabšo (+0,37), vendar razlike niso statistično značilne. Dodatek aspirina je povzročil ($p < 0,05$) izboljšanje izkoriščanja krme (za -0,49), predvsem v prvem delu poskusa (preglednica 5). Tako so živali z dodatkom aspirina v prvem delu poskusa porabile le 1,77 kg krme za kg prirasta, v celotnem obdobju pa 2,57 kg. Opazno je poslabšanje izkoriščanja v drugem delu poskusa (4,38), ko se je zauživanje povečalo in prirasti zmanjšali, vendar razlike med skupinami v drugem delu poskusa niso statistično značilne.

4.1.3 Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme

Razlika v količini zaužite krme je bila statistično značilna ($p < 0,0001$) med skupinami z različnim nivojem oskrbe z energijo (preglednica 6). Pri restriktivno krmljeni skupini ($1 \cdot ME_m$) so živali z dodanim aspirinom in karnitinom zauživale v celotnem obdobju poskusa nekoliko manj krme (od -0,3 g/dan do -1,5 g/dan) kot kontrolna skupina, vendar razlike niso statistično značilne. Tudi med živalmi, krmljenimi po volji ($3 \cdot ME_m$), je največjo količino krme zaužila kontrolna skupina (164,1 g/dan). Živali z dodatkom aspirina in karnitina so zauživale manj (-5,2 g/dan in -16,3 g/dan), vendar se kaže le trend vpliva na manjšo količino zaužite krme ob dodatku karnitina ($0,08 < p < 0,28$, preglednica 6).

Nivo oskrbe z energijo je vplival na rast ($p < 0,0001$, preglednica 6). Živali, ki so dobile trikratno količino vzdrževalne energije, so priraščale veliko bolje kot restriktivno krmljena skupina. Prirasti so bili večji v prvem delu poskusa pri vseh skupinah. V prvem delu poskusa sta dve živali kontrolne skupine restriktivno krmljenih živali shujšali (34 g in 46 g) ter okoli polovica od vsake skupine restriktivno krmljenih živali v drugem delu poskusa (5 živali kontrolne skupine 6-76 g, 6 živali skupine z dodanim aspirinom 2-52 g in 6 živali z dodanim karnitinom 16-170 g). V celotnem obdobju poskusa je bila za 2 g lažja kot na začetku poskusa ena žival kontrolne skupine ter za 4 g in 74 g dve živali skupine z dodanim karnitinom.

Kontrolna skupina, krmljena po volji, je v prvem delu poskusa priraščala najboljše (95,0 g/dan), skupini z dodatkom aspirina in karnitina pa nekoliko slabše (87,1 g/dan in 83,2 g/dan). Razlike niso povzročene zaradi dodatkov krmi ($p > 0,05$, preglednica 6). V drugem delu je še vedno najslabše priraščala skupina z dodanim karnitinom (64,6 g/dan), živali z dodanim aspirinom pa najboljše (74,4 g/dan). Živali kontrolne skupine so priraščale 68,4 g/dan.

Pri restriktivno krmljenih živalih je imela najmanjše priraste v prvem delu poskusa kontrolna skupina (20,7 g/dan), skupini z dodatkom karnitina in aspirina pa sta priraščali za 11,3 g/dan in 19,5 g/dan bolje. Čeprav so bili prirasti obeh skupin precej večji, pa se zaradi velike variabilnosti kaže le trend vpliva dodanega aspirina na povečano rast ($p = 0,17$, preglednica 6). V drugem bilančnem obdobju je še vedno najboljše priraščala skupina z dodanim aspirinom (6,3 g/dan), kontrolna skupina je priraščala 5,1 g/dan, rast živali z dodanim karnitinom pa se je praktično zaustavila (0,2 g/dan). Razlike v prirastih med skupinami niso statistično značilne (preglednica 6).

Preglednica 6: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na količino zaužite krme, rast in izkoriščanje krme (LSM ± SE)

nivo energije * dodatek					
Lastnost	1K 3K	1C 3C	1A 3A	p-vrednosti	
1. bilančno obdobje					
Zauživanje kmre (g/dan)	55,3 ± 4,2 a 100,0 % A 155,2 ± 4,0 ab 100,0 % B	53,9 ± 4,0 a 97,5 % A 140,1 ± 4,4 ab* 90,3 % B	55,9 ± 4,0 a 101,1 % A 147,9 ± 4,1 a 95,3 % B		0,2720
Prirast (g/dan)	20,7 ± 5,0 ab 100,0 % A 95,0 ± 5,0 a 100,0 % B	32,0 ± 4,7 a 154,6 % A 83,2 ± 5,0 a 87,6 % B	40,2 ± 4,7 ab* 194,2 % A 87,1 ± 4,7 a 91,7 % B		0,0165
Izkoriščanje krme (kg/kg)	3,29 ± 0,53 a 100,0 % A 2,49 ± 0,23 a 100,0 % A	3,27 ± 0,41 a 99,4 % A 2,20 ± 0,25 a 88,4 % A	1,31 ± 0,42 b 39,8 % A 2,22 ± 0,23 a 89,2 % A		0,4932
2. bilančno obdobje					
Zauživanje krme (g/dan)	70,0 ± 3,8 a 100,0 % A 172,9 ± 3,6 ab 100,0 % B	68,2 ± 3,6 a 97,4 % A 155,6 ± 4,0 b*c 90,0 % B	68,7 ± 3,6 a 98,1 % A 169,9 ± 3,8 ac* 98,3 % B		0,0896
Prirast (g/dan)	5,1 ± 3,8 a 100,0 % A 68,4 ± 3,8 a 100,0 % B	0,2 ± 3,6 a 3,9 % A 64,6 ± 3,8 a 94,4 % B	6,3 ± 3,6 a 123,5 % A 74,4 ± 3,6 a 108,8 % B		0,7818
Izkoriščanje krme (kg/kg)	4,38 ± 0,97 a 100,0 % A 3,00 ± 0,41 a 100,0 % A	5,07 ± 0,74 a 115,8 % AC* 3,06 ± 0,46 a 102,0 % A	6,28 ± 0,77 a 143,4 % B 2,48 ± 0,42 a 82,7 % AC		0,0904
Celotno obdobje poskusa					
Zauživanje krme (g/dan)	62,6 ± 3,5 a 100,0 % A 164,1 ± 3,3 ab 100,0 % B	61,1 ± 3,3 a 97,6 % A 147,8 ± 3,7 b*c 90,1 % B	62,3 ± 3,3 a 99,5 % A 158,9 ± 3,5 ac 96,8 % B		0,1153
Prirast (g/dan)	11,8 ± 3,0 a 100,0 % A 79,8 ± 3,0 a 100,0 % B	13,8 ± 2,9 a 116,9 % A 72,6 ± 3,0 a 91,0 % B	20,8 ± 2,9 a 176,3 % A 79,9 ± 2,9 a 100,1 % B		0,2302
Izkoriščanje krme (kg/kg)	3,57 ± 0,32 a 100,0 % B 2,56 ± 0,14 a 100,0 % AB*	3,40 ± 0,25 a 95,2 % B 2,43 ± 0,16 a 94,9 % A	2,87 ± 0,26 a 80,4 % A 2,26 ± 0,14 a 88,3 % A		0,4932
ZAUŽIVANJE KRME: A/B: p<0,0001, 1. bilanca: b/b*: p=0,2831, 2. bilanca: b/b*: p=0,0853, c/c*: p=0,2607, celotno obdobje: b/b*: p=0,0769					
PRIRAST: A/B: p<0,0001, 1. bilanca: b/b*: p=0,1704					
IZKORIŠČANJE KRME: 1. bilanca: a/b: p<0,05, 2. bilanca: A/B: p<0,05, C/C*: p=0,1019, celo obdobje: A/B: p<0,05, B/B*: 0,1338<p<0,1632					
Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami					

V celotnem obdobju poskusa sta kontrolna in skupina z dodatkom aspirina, krmljeni po volji, priraščali podobno (79,8 g/dan in 79,9 g/dan), skupina z dodanim karnitinom pa nekoliko slabše (72,6 g/dan, preglednica 6). Razlike v rasti med skupinami z bogatejšo

oskrbo z energijo niso statistično značilne ($p > 0,05$). Med restriktivno krmljenimi živalmi je v celotnem obdobju poskusa najboljše priraščala skupina z dodatkom aspirina (20,8 g/dan), prirasti kontrolne skupine in skupine z dodanim karnitinom pa so bili podobni (11,8 g/dan in 13,8 g/dan). Tudi pri skupinah z energijo na nivoju vzdrževanja med skupinami z dodatki razlike v rasti niso bile statistično značilne ($p > 0,05$, preglednica 6).

V prvem delu poskusa raven oskrbe z energijo ni imela vpliva na izkoriščanje krme, v drugem delu in celotnem obdobju pa se med nekaterimi skupinami kaže trend vpliva oziroma statistično značilen vpliv nivoja oskrbe z energijo na izkoriščanje krme (preglednica 6).

Restriktivno krmljena kontrolna skupina živali je v prvem delu poskusa porabila 3,29 kg krme za kg prirasta, skupina z dodanim karnitinom podobno (3,27), najmanj pa skupina z dodanim aspirinom (1,31, preglednica 6). Najslabše izkoriščanje krme med skupinami živali, krmljenimi na višjem energijskem nivoju, je imela kontrolna skupina (2,49), skupini z dodanim aspirinom (2,22) in karnitinom (2,20) pa nekoliko boljše. Dodatek aspirina je v prvem delu poskusa pri restriktivno krmljenih živalih povzročil izboljšanje izkoriščanja krme ($p < 0,05$), pri živalih, krmljenih na višjem energijskem nivoju, pa ni imel vpliva (preglednica 6). Prav tako na izkoriščanje krme v prvem delu poskusa ni vplival dodan karnitin, ne glede na raven oskrbe z energijo.

V drugem delu poskusa so živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, porabile v povprečju med 2,48 kg in 3,06 kg krme za enoto prirasta oziroma 2,26 kg do 2,56 kg v celotnem obdobju poskusa (preglednica 6). Pri restriktivno krmljenih živalih so se prirasti v drugem delu poskusa zelo zmanjšali, kar je imelo za posledico poslabšanje izkoriščanja krme (4,38-6,28), v celotnem obdobju poskusa pa so porabile med 2,87 kg in 3,57 kg krme na enoto prirasta. V drugem delu in celotnem obdobju poskusa vpliva dodanega aspirina oziroma karnitina pri obeh nivojih oskrbe z energijo nismo dokazali ($p > 0,05$, preglednica 6).

4.2 NALAGANJE DUŠIKA (BELJAKOVIN)

Poskus je obsegal dve bilančni obdobji (po 4 dni). Informativno smo v preglednicah 7, 8 in 9 prikazali razlike v količini dnevno zaužitega dušika, ki so se pojavile zaradi različne količine zaužite krme, rezultate pa smo prikazali tudi kot delež naloženega od zaužitega dušika.

Živali so v povprečju zaužile 4,84 mg dušika dnevno v prvem bilančnem obdobju, naložile pa 23,2 % oziroma 1,15 mg. V drugem bilančnem poskusu so živali zaužile 5,66 mg dušika in ga naložile 2,57 g oziroma 44,6 %. V celotnem obdobju poskusa so živali dnevno zaužile povprečno 5,25 mg dušika in ga naložile 1,86 mg oziroma 32,4 %.

Z modelom smo pojasnili 52,6 % do 63,4 % variabilnosti v količini zaužitega dušika, 77,8 % do 85,5 % variabilnosti v količini ter 80,3 % do 88,8 % v deležu naloženega dušika.

4.2.1 Vpliv nivoja oskrbe z energijo na bilanco dušika

Nivo oskrbe z energijo je statistično značilno vplival na količino zaužitega dušika ($p < 0,0001$), čeprav so bili teoretični izračuni drugačni. Živali z različnima nivojema oskrbe z energijo naj bi zaužile enako količino beljakovin, vendar so živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, zaužile petino več dušika (preglednica 7).

Preglednica 7: Vpliv nivoja oskrbe z energijo na bilanco dušika (LSM $\pm$ SE)

Lastnost	Nivo energije		
	1*ME _m	3*ME _m	p-vrednosti
1. bilančno obdobje			
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	4,31 $\pm$ 0,20 a 100,0 %	5,37 $\pm$ 0,12 b 124,6 %	<0,0001
Količina naloženega dušika (mg/dan)	0,23 $\pm$ 0,10 a 100,0 %	2,10 $\pm$ 0,10 b 913,0 %	<0,0001
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	6,6 $\pm$ 1,7 a 100,0 %	39,4 $\pm$ 1,7 b 597,0 %	<0,0001
2. bilančno obdobje			
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	5,24 $\pm$ 0,08 a 100,0 %	6,08 $\pm$ 0,08 b 116,0 %	<0,0001
Količina naloženega dušika (mg/dan)	1,78 $\pm$ 0,08 a 100,0 %	3,39 $\pm$ 0,08 b 190,5 %	<0,0001
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	33,9 $\pm$ 0,9 a 100,0 %	55,4 $\pm$ 0,9 b 163,4 %	<0,0001
Celotno obdobje poskusa			
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	4,77 $\pm$ 0,09 a 100,0 %	5,72 $\pm$ 0,08 b 119,9 %	<0,0001
Količina naloženega dušika (mg/dan)	1,00 $\pm$ 0,08 a 100,0 %	2,75 $\pm$ 0,08 b 275,0 %	<0,0001
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	18,3 $\pm$ 1,2 a 100,0 %	46,3 $\pm$ 1,2 b 253,0 %	<0,0001

V prvem delu poskusa sta bila količina in delež naloženega od zaužitega dušika pri obeh skupinah manjša (preglednica 7). Po volji krmljena skupina je naložila povprečno 2,10 mg/dan oziroma 39,4 % od zaužitega dušika, restriktivno krmljena skupina pa le 0,23 mg/dan oziroma 6,6 %. V drugem delu sta se količina in delež naloženega dušika povečala na 3,39 mg/dan (55,4 %) ter 1,78 mg/dan (33,9 %). Količina naloženega dušika je značilno večja pri skupini, krmljeni na višjem energijskem nivoju, predvsem v prvem bilančnem obdobju (preglednica 7).

Restriktivno krmljene živali so naložile povprečno 1,00 mg dušika dnevno, po volji krmljene živali pa 2,75 mg/dan. Tudi delež naloženega od zaužitega dušika je bil večji pri skupini, krmljeni na višjem energijskem nivoju. Te živali so naložile 46,3 % zaužitega dušika, živali z energijo na nivoju vzdrževanja pa 18,3 % (preglednica 7).

4.2.2 Vpliv dodatka aspirina in karnitina na bilanco dušika

V prvem bilančnem obdobju kaže dodatek karnitina močan trend vpliva na manjšo količino zaužitega dušika ($p=0,07$, preglednica 8) glede na kontrolno skupino. Skupina z dodanim karnitinom je naložila najmanjšo količino dušika (1,03 mg/dan), skupina z dodanim aspirinom pa največjo (1,28 mg/dan). Med skupinami ni bilo statistično značilnih razlik v količini naloženega dušika ($p>0,05$), dodatek aspirina pa kaže trend vpliva na boljše nalaganje zaužitega dušika ($p=0,28$, preglednica 8).

V drugem bilančnem obdobju so živali z dodanim karnitinom zaužile 0,39 mg/dan manj dušika v primerjavi s kontrolno skupino. Razlika je statistično značilna ($p<0,05$, preglednica 8). Živali z dodanim karnitinom so tudi naložile najmanj dušika (2,44 mg/dan) in sicer 0,26 mg/dan manj kot kontrolna skupina živali (2,70 mg/dan), vendar dodatek karnitina kaže le trend vpliva na zmanjšano nalaganje dušika ($p=0,15$, preglednica 8). Manjša količina naloženega dušika je posledica manjše količine zaužitega dušika, saj se deleža naloženega od količine zaužitega dušika ne razlikujeta značilno. Tudi živali z dodanim aspirinom so naložile manjšo količino dušika (2,61 mg/dan, $p>0,05$), delež naloženega od zaužitega dušika pa je enak kontrolni skupini (45,1 %, preglednica 8).

V celotnem obdobju poskusa so živali kontrolne skupine zaužile povprečno 5,42 mg dušika dnevno, živali z dodanim aspirinom pa nekoliko manj (5,33 mg/dan, $p>0,05$). Živali z dodanim karnitinom so zaužile najmanj dušika v celotnem obdobju (4,99 mg/dan) in se statistično značilno razlikuje od količine zaužitega dušika kontrolne skupine ($p<0,05$, preglednica 8).

Skupina živali z dodanim aspirinom in kontrolna skupina sta v celotnem obdobju poskusa naložili enako količino dušika (1,94 mg/dan, preglednica 8), živali z dodanim karnitinom pa 0,21 mg/dan manj. Delež naloženega od zaužitega dušika je pri skupini z dodanim karnitinom enak kontrolni skupini (31,4 %), skupina z dodanim aspirinom pa je najboljše naložila zaužiti dušik (34,1 %), vendar razlike niso statistično značilne.

Preglednica 8: Vpliv dodatka aspirina in karnitina na bilanco dušika (LSM $\pm$ SE)

Dodatek				
Lastnost	Kontrola	Karnitin	Aspirin	p-vrednosti
1. bilančno obdobje				
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	5,04 $\pm$ 0,15 a 100,0 %	4,55 $\pm$ 0,14 a* 90,3 %	4,93 $\pm$ 0,14 a 97,8 %	0,0527
Količina naloženega dušika (mg/dan)	1,19 $\pm$ 0,13 a 100,0 %	1,03 $\pm$ 0,13 a 86,6 %	1,28 $\pm$ 0,12 a 107,6 %	0,3782
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	21,1 $\pm$ 2,1 ab 100,0 %	22,1 $\pm$ 2,2 a 104,7 %	25,8 $\pm$ 2,1 ab* 122,3 %	0,2437
2. bilančno obdobje				
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	5,81 $\pm$ 0,10 a 100,0 %	5,42 $\pm$ 0,10 bc 93,3 %	5,74 $\pm$ 0,10 ac* 98,8 %	0,0199
Količina naloženega dušika (mg/dan)	2,70 $\pm$ 0,10 ab 100,0 %	2,44 $\pm$ 0,10 ab* 90,4 %	2,61 $\pm$ 0,09 a 96,7 %	0,1434
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	45,1 $\pm$ 1,2 a 100,0 %	43,8 $\pm$ 1,2 a 97,1 %	45,1 $\pm$ 1,1 a 100,0 %	0,6654
Celotno obdobje poskusa				
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	5,42 $\pm$ 0,11 a 100,0 %	4,99 $\pm$ 0,10 bc 92,1 %	5,33 $\pm$ 0,11 ac* 98,3 %	0,0111
Količina naloženega dušika (mg/dan)	1,94 $\pm$ 0,10 a 100,0 %	1,73 $\pm$ 0,10 a 89,2 %	1,94 $\pm$ 0,09 a 100,0 %	0,2099
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	31,4 $\pm$ 1,5 a 100,0 %	31,4 $\pm$ 1,5 a 100,0 %	34,1 $\pm$ 1,4 a 108,6 %	0,3243
ZAUŽIVANJE DUŠIKA: a/b: p<0,05, 1. bilanca: a/a*: 0,0690<p<0,1969, 2. bilanca: c/c*: p=0,0937, celotno obdobje: c/c*: p=0,0732				
KOLIČINA NALOŽENEGA DUŠIKA: 2. bilanca: b/b*: p=0,1525				
DELEŽ NALOŽENEGA DUŠIKA: 1. bilanca: b/b*: p=0,2831				

4.2.3 Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na bilanco dušika

Nivo oskrbe z energijo je vplival ($p<0,05$) ali pa kaže trend vpliva ($p<0,08$) na količino zaužitega dušika v obeh bilančnih in celotnem obdobju poskusa (preglednica 9). Nivo oskrbe z energijo je statistično značilno vplival na količino naloženega dušika ($p<0,0001$) ter na delež naloženega od zaužitega dušika ($p<0,0001$, preglednica 9). Živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, so zaužile več dušika (5,34-6,01 mg/dan) in naložile večjo absolutno in relativno količino dušika (2,47-2,98 mg/dan oz. 44,9-47,5 %) od živali, krmljenih z energijo na nivoju vzdrževanja (zaužile 4,64-4,85 mg/dan, naložile 0,91-1,09 mg/dan oziroma 15,3-21,7 %, preglednica 9).

Med živalmi, krmljenimi z energijo na nivoju vzdrževanja, ni bilo statistično značilnih razlik v količini zaužitega dušika. Prav tako ni bilo razlik v količini zaužitega dušika med skupinami po volji krmljenih živali v prvem bilančnem obdobju, v drugem in celotnem obdobju poskusa pa dodatek karnitina kaže trend vpliva na manjšo količino zaužitega dušika ($p<0,20$, preglednica 9).

Preglednica 9: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na bilanco dušika (LSM $\pm$ SE)

nivo energije * dodatek							
Lastnost	1K 3K		1C 3C		1A 3A		p-vrednosti
1. bilančno obdobje							
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	4,39 ± 0,22 100,0 %	a A	4,09 ± 0,20 93,2 %	a AC	4,44 ± 0,20 101,1 %	a AD	0,6409
	5,68 ± 0,20 100,0 %	a B	5,02 ± 0,21 88,4 %	a AC*	5,41 ± 0,21 95,3 %	a BD*	
Količina naloženega dušika (mg/dan)	0,01 ± 0,18 100,0 %	a A	0,23 ± 0,17 2300,0 %	a A	0,45 ± 0,17 4500,0 %	a A	0,0721
	2,37 ± 0,17 100,0 %	a B	1,83 ± 0,18 77,2 %	a B	2,11 ± 0,17 89,0 %	a B	
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	1,0 ± 3,2 100,0 %	ab A	6,0 ± 3,0 600,0 %	a A	12,8 ± 3,0 1280,0 %	ab* A	0,0658
	41,2 ± 2,8 100,0 %	a B	38,2 ± 3,2 92,7 %	a B	38,9 ± 2,8 94,4 %	a B	
2. bilančno obdobje							
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	5,28 ± 0,15 100,0 %	a A	5,18 ± 0,14 98,1 %	a A	5,25 ± 0,14 99,4 %	a A	0,1010
	6,34 ± 0,14 100,0 %	a B	5,66 ± 0,15 89,3 %	a* A	6,23 ± 0,15 98,3 %	a B	
Količina naloženega dušika (mg/dan)	1,82 ± 0,14 100,0 %	a A	1,77 ± 0,13 97,3 %	a A	1,74 ± 0,13 95,6 %	a A	0,2000
	3,58 ± 0,13 100,0 %	ab B	3,10 ± 0,14 86,6 %	ab* B	3,48 ± 0,13 97,2 %	a B	
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	34,4 ± 1,7 100,0 %	a A	33,7 ± 1,6 98,0 %	a A	33,6 ± 1,6 97,7 %	a A	0,7201
	55,8 ± 1,5 100,0 %	a B	53,9 ± 1,7 96,6 %	a B	56,5 ± 1,5 101,3 %	a B	
Celotno obdobje poskusa							
Količina zaužitega dušika (mg/dan)	4,84 ± 0,16 100,0 %	a A	4,64 ± 0,14 95,9 %	a C	4,85 ± 0,15 100,2 %	a A	0,2946
	6,01 ± 0,14 100,0 %	ab B	5,34 ± 0,15 88,9 %	ab* A	5,82 ± 0,15 96,8 %	a B	
Količina naloženega dušika (mg/dan)	0,91 ± 0,14 100,0 %	a A	1,00 ± 0,13 109,9 %	a A	1,09 ± 0,13 119,8 %	a A	0,1028
	2,98 ± 0,13 100,0 %	ab B	2,47 ± 0,14 82,9 %	ab* B	2,80 ± 0,13 94,0 %	a B	
Delež naloženega od zaužitega dušika (%)	15,3 ± 2,2 100,0 %	a A	17,9 ± 2,1 117,0 %	a A	21,7 ± 2,1 141,8 %	a A	0,1956
	47,5 ± 2,0 100,0 %	a B	44,9 ± 2,2 94,5 %	a B	46,4 ± 2,0 97,7 %	a B	
ZAUŽIVANJE DUŠIKA: A/B/C: p<0,05, 1. bilanca: C/C* in D/D*: p<0,08, 2. bilanca: a/a*: 0,0607<p<0,1950, celotno obdobje: b/b*: p=0,0822							
KOLIČINA NALOŽENEGA DUŠIKA: A/B: p<0,0001, 2. bilanca: b/b*: p=0,2934, celotno obdobje: b/b*: p=0,2462							
DELEŽ NALOŽENEGA DUŠIKA: A/B: p<0,0001, 1. bilanca: b/b*: p=0,2089							
Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami							

V prvem bilančnem obdobju je največjo absolutno količino dušika naložila skupina z dodatkom aspirina (0,45 mg/dan), sledi skupina z dodanim karnitinom (0,23 mg/dan) in kontrolna skupina (0,01 mg/dan, preglednica 9). Razlike med skupinami niso statistično značilne. V drugem bilančnem obdobju pa je največjo količino dušika naložila kontrolna

skupina (1,82 mg/dan), najmanjšo pa skupina z dodanim aspirinom (1,74 mg/dan). Skupina z dodanim karnitinom je dosegla vmesen rezultat (1,77 mg/dan). Povprečne absolutne količine naloženega dušika pri skupinah živali, krmljenih z energijo na nivoju vzdrževanja, so v drugem bilančnem obdobju večje, razlike med skupinami pa manjše (preglednica 9).

Tudi relativna količina naloženega dušika (glede na zaužiti dušik) je bila v prvem bilančnem obdobju največja pri skupini z dodanim aspirinom (12,8 %), najmanjša pa pri kontrolni skupini (1,0 %, preglednica 9). V drugem bilančnem obdobju so deleži naloženega od zaužitega dušika večji, razlike med skupinami pa manjše. Dodatek aspirina ob oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja kaže trend vpliva na boljše nalaganje zaužitega dušika ($p=0,21$, preglednica 9).

Med živalmi, krmljenimi po volji, je največjo absolutno količino dušika naložila kontrolna skupina v obeh bilančnih obdobjih (2,37 mg/dan in 3,58 mg/dan), najmanjšo pa skupina z dodanim karnitinom (1,83 mg/dan in 3,10 mg/dan, preglednica 9). Skupina z dodanim aspirinom je dosegla vmesne rezultate (2,11 mg/dan in 3,48 mg/dan). V drugem bilančnem obdobju kaže dodatek karnitina trend vpliva ($p=0,29$) na manjše nalaganje dušika. Razlike v relativni količini naloženega dušika (38,2-41,2 % v prvem in 53,9-56,5 % v drugem delu poskusa) so manjše in statistično niso značilne (preglednica 9).

V celotnem obdobju poskusa je največ dušika naložila kontrolna skupina po volji krmljenih živali (2,98 mg/dan), sledi skupina z dodanim aspirinom (2,80 mg/dan), dodatek karnitina pri energijsko bogatejši krmi pa kaže trend vpliva na manjšo količino naloženega dušika (2,47 mg/dan, $p=0,25$). Tudi relativna količina naloženega dušika je bila največja pri kontrolni skupini (47,5 %), vendar so razlike med skupinami manjše in dodatki krmi nimajo vpliva (46,4 % pri dodatku aspirina in 44,9 % pri dodatku karnitina, preglednica 9).

Kontrolna skupina živali, krmljenih z energijo na nivoju vzdrževanja, je naložila najmanjšo absolutno in relativno količino dušika (0,91 mg/dan oziroma 15,3 % od zaužitega, preglednica 9). Skupina z dodanim aspirinom je med restriktivno krmljenimi živalmi naložila največ dušika (1,09 mg/dan oziroma 21,7 %), vendar razlike niso statistično značilne. Skupina z dodanim karnitinom je dosegla vmesne rezultate (1,00 mg/dan oziroma 17,9 %).

4.3 KLAVNE LASTNOSTI IN RAZSEK

Živali smo zaklali pri starosti 48-49 dni starosti in povprečni telesni masi 2474,2 g. Povprečna masa klasično obdelanega trupa po zakolu je bila 2202,3 g, trupa brez drobovine 1970,3 g in trupa brez glave 1899,6 g. Trupi živali so vsebovali povprečno 65,1 g podkožnega in 29,4 g trebušnega maščobnega tkiva, 209,9 g fileja, 202,6 g mišičnine bedra in 268,9 g skupne mase spodnjega dela noge, peruti in kože.

Če preračunamo absolutne mase posameznih telesnih delov v delež glede na maso trupa brez drobovine, je maščoba predstavljala 4,61 %, 10,69 % file, 13,29 % bedro in 13,73 % spodnji del noge, perut in koža.

Z modelom smo pojasnili od 97,2 % do 97,6 % variabilnosti mas trupov po zakolu, 81,7 % do 93,0 % variabilnosti vsebnosti maščob, 83,3 % do 88,4 % variabilnosti vsebnosti mesa ter 78,4 % variabilnosti skupne mase spodnjih delov noge, peruti in kože.

4.3.1 Vpliv nivoja oskrbe z energijo na nekatere klavne lastnosti

Nivo oskrbe z energijo je značilno vplival na končno telesno maso živali ter maso klasično obdelanih trupov, trupov brez drobovine in brez glave ($p < 0,0001$, preglednica 10). Živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, so bile težje. Ob koncu poskusa je bila restriktivno krmljena skupina živali v povprečju težka 2195,6 g, živali, krmljene s tri-kratno količino energije, potrebne za vzdrževanje, pa 2746,1 g (preglednica 10). To je za 25,1 % več, za toliko pa se razlikujejo med skupinama z različnim nivojem oskrbe z energijo tudi mase klasično obdelanih trupov, brez drobovine in brez glave (25,3 % do 26,0 %, preglednica 10).

Po volji krmljena skupina je imela za 21,0 % težji file ($p < 0,0001$, 229,9 g v primerjavi z 190,0 g, preglednica 10). Tudi razmerje med površinsko in globinsko prsno mišico je bilo pri obeh skupinah podobno (3,80 pri skupini, krmljeni na višjem energijskem nivoju, in 3,78 pri živalih, krmljenih z energijo na nivoju vzdrževanja).

Po volji krmljena skupina je imela za 25,6 % večjo maso bedra ($p < 0,0001$, 290,5 g v primerjavi z 231,3 g, preglednica 10). Delež mišičnine bedra je pri skupini, krmljeni na višjem energijskem nivoju, znašal 78,04 %, pri restriktivno krmljeni skupini pa nekoliko manj (77,52 %).

Živali po volji krmljene skupine so naložile 2,5-krat več maščobnega tkiva ($p < 0,0001$, 138,4 g v primerjavi s 55,5 g). Od tega so naložili 92,4 g oziroma 41,4 g podkožnega in 46,0 g oziroma 14,1 g trebušnega maščobnega tkiva (preglednica 10).

Po volji krmljena skupina je imela v povprečju za 18,6 % večjo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože ($p < 0,0001$, 290,9 g v primerjavi z 245,2 g, preglednica 10). Spodnji del noge je bil težji za 12,9 g, perut za 2,2 g in koža za 29,1 g.

Preglednica 10: Vpliv nivoja oskrbe z energijo na nekatere klavne lastnosti (LSM $\pm$ SE)

Lastnost	Nivo energije		
	1*ME _m	3*ME _m	p-vrednosti
Končna telesna masa živali (g)	2195,6 $\pm$ 12,1 a 100,0 %	2746,1 $\pm$ 12,1 b 125,1 %	<0,0001
Masa klasično obdelanega trupa (g)	1958,2 $\pm$ 10,7 a 100,0 %	2453,0 $\pm$ 11,1 b 125,3 %	<0,0001
Masa trupa brez drobovine (g)	1746,7 $\pm$ 10,7 a 100,0 %	2200,3 $\pm$ 11,1 b 126,0 %	<0,0001
Masa trupa brez glave (g)	1686,4 $\pm$ 10,5 a 100,0 %	2119,0 $\pm$ 10,9 b 125,7 %	<0,0001
Maščoba (g)	55,5 $\pm$ 3,2 a 100,0 %	138,4 $\pm$ 3,4 b 249,4 %	<0,0001
Podkožna maščoba (g)	41,4 $\pm$ 3,0 a 100,0 %	92,4 $\pm$ 3,3 b 223,2 %	<0,0001
Trebušna maščoba (g)	14,1 $\pm$ 1,7 a 100,0 %	46,0 $\pm$ 1,9 b 326,2 %	<0,0001
File (g)	190,0 $\pm$ 3,0 a 100,0 %	229,9 $\pm$ 3,1 b 121,0 %	<0,0001
Globinska prsna mišica (g)	39,8 $\pm$ 0,7 a 100,0 %	47,8 $\pm$ 0,8 b 120,1 %	<0,0001
Površinska prsna mišica (g)	150,3 $\pm$ 2,6 a 100,0 %	182,0 $\pm$ 2,6 b 121,1 %	<0,0001
Bedro(g)	231,3 $\pm$ 2,2 a 100,0 %	290,5 $\pm$ 2,2 b 125,6 %	<0,0001
Mišičnina bedra (g)	179,3 $\pm$ 2,4 a 100,0 %	226,7 $\pm$ 2,5 b 126,4 %	<0,0001
Kosti bedra (g)	53,3 $\pm$ 0,7 a 100,0 %	62,4 $\pm$ 0,7 b 117,1 %	<0,0001
Ekonomsko manjvredni deli (g)	245,2 $\pm$ 3,6 a 100,0 %	290,9 $\pm$ 3,5 b 118,6 %	<0,0001
Spodnji del noge (g)	109,9 $\pm$ 1,3 a 100,0 %	122,8 $\pm$ 1,3 b 111,7 %	<0,0001
Perut (g)	21,0 $\pm$ 0,3 a 100,0 %	23,2 $\pm$ 0,3 b 110,5 %	<0,0001
Koža (g)	114,4 $\pm$ 2,5 a 100,0 %	143,5 $\pm$ 2,5 b 125,4 %	<0,0001

4.3.2 Vpliv dodatka aspirina in karnitina na nekatere klavne lastnosti

Razlike v telesni masi med skupinami z različnimi dodatki krmi niso velike (do 1,9 %, preglednica 11), vendar dodatek aspirina kaže trend vpliva na nekoliko večje telesne mase pred in po zakolu. Živali kontrolne skupine so bile ob koncu poskusa v povprečju težke 2461,4 g in 1898,0 g po zakolu (preglednica 11). Živali, ki smo jih krmili z dodatkom karnitina, so bile nekoliko lažje (2450,7 g in 1889,1 g). Najtežje so bile živali, ki smo jim dodali aspirin (2500,3 g in 1920,9 g). Dodatek aspirina v primerjavi s kontrolno krmo kaže trend vpliva na večjo maso živali ob koncu poskusa ($p=0,18$), maso klasično obdelanega trupa ($p=0,20$) in brez drobovine ($p=0,21$).

Največjo količino maščob smo izmerili pri skupini z dodanim aspirinom (99,0 g, preglednica 11). Kontrolna skupina in skupina z dodanim karnitinom sta imeli nekoliko manjšo vsebnost maščob (-2,3 g in -4,0 g), vendar razlike niso statistično značilne.

Kontrolna skupina je imela najmanjšo količino podkožnega maščobnega tkiva (62,4 g), dodatek aspirina pa kaže trend vpliva na večjo vsebnost podkožnega maščobnega tkiva (+8,6 g, $p=0,30$, preglednica 11).

Največjo količino trebušnega maščobnega tkiva smo izmerili pri kontrolni skupini (34,3 g, preglednica 11). Dodatek aspirina (-6,3 g) in karnitina (-6,5 g) kažeta trend vpliva na manjše nalaganje trebušnega maščobnega tkiva ($0,12 < p < 0,14$, preglednica 11).

Preglednica 11: Vpliv dodatka karnitina in aspirina na nekatere klavne lastnosti (LSM $\pm$ SE)

Lastnost	Dodatek			p-vrednosti
	Kontrola	Karnitin	Aspirin	
Končna telesna masa živali (g)	2461,4 $\pm$ 14,9 a 100,0 %	2450,7 $\pm$ 14,9 a 99,6 %	2500,3 $\pm$ 14,5 a* 101,6 %	0,0505
Masa klasično obdelanega trupa (g)	2194,4 $\pm$ 13,2 a 100,0 %	2194,7 $\pm$ 14,0 a 100,0 %	2227,8 $\pm$ 12,8 a* 101,5 %	0,1274
Masa trupa brez drobovine (g)	1959,8 $\pm$ 13,2 a 100,0 %	1963,4 $\pm$ 14,0 a 100,2 %	1997,4 $\pm$ 12,8 a* 101,9 %	0,0900
Masa trupa brez glave (g)	1898,0 $\pm$ 13,0 a 100,0 %	1889,1 $\pm$ 13,8 ab 99,5 %	1920,9 $\pm$ 12,6 ab* 101,2 %	0,2143
Maščoba (g)	96,7 $\pm$ 3,9 a 100,0 %	95,0 $\pm$ 4,1 a 98,2 %	99,0 $\pm$ 4,1 a 102,4 %	0,7912
Podkožna maščoba (g)	62,4 $\pm$ 3,7 ab 100,0 %	67,3 $\pm$ 4,0 a 107,9 %	71,0 $\pm$ 4,0 ab* 113,8 %	0,2911
Trebušna maščoba (g)	34,3 $\pm$ 2,1 a 100,0 %	27,8 $\pm$ 2,3 a* 81,1 %	28,0 $\pm$ 2,3 a* 81,6 %	0,0641
File (g)	212,3 $\pm$ 3,8 a 100,0 %	208,2 $\pm$ 3,8 a 98,1 %	209,5 $\pm$ 3,8 a 98,7 %	0,7344
Globinska prsna mišica (g)	44,4 $\pm$ 0,9 a 100,0 %	43,5 $\pm$ 0,9 a 98,0 %	43,5 $\pm$ 0,9 a 98,0 %	0,7018
Površinska prsna mišica (g)	167,8 $\pm$ 3,2 a 100,0 %	164,7 $\pm$ 3,2 a 98,2 %	166,0 $\pm$ 3,2 a 98,9 %	0,7845
Bedro (g)	257,7 $\pm$ 2,7 a 100,0 %	258,7 $\pm$ 2,7 a 100,4 %	266,3 $\pm$ 2,6 a* 103,3 %	0,0463
Mišičnina bedra (g)	203,5 $\pm$ 3,0 a 100,0 %	199,7 $\pm$ 3,0 a 98,1 %	205,8 $\pm$ 3,0 a 101,1 %	0,3489
Kosti bedra (g)	56,3 $\pm$ 0,9 a 100,0 %	57,9 $\pm$ 0,9 ab 102,8 %	59,3 $\pm$ 0,9 b 105,3 %	0,0545
Ekonomsko manjvredni deli (g)	269,4 $\pm$ 4,3 a 100,0 %	263,8 $\pm$ 4,4 a 97,9 %	271,0 $\pm$ 4,3 a 100,6 %	0,4699
Spodnji del noge (g)	115,1 $\pm$ 1,6 ac 100,0 %	114,1 $\pm$ 1,6 a 99,1 %	119,9 $\pm$ 1,6 bc* 104,2 %	0,0292
Perut (g)	22,3 $\pm$ 0,4 a 100,0 %	21,7 $\pm$ 0,4 a 97,3 %	22,4 $\pm$ 0,4 a 100,4 %	0,4376
Koža (g)	132,0 $\pm$ 3,1 a 100,0 %	125,9 $\pm$ 3,2 a 95,4 %	128,8 $\pm$ 3,0 a 97,6 %	0,3897

KONČNA TELESNA MASA: a/a*: 0,0675 < p < 0,1847, KLASIČNO OBDELAN TRUP: a/a*: 0,2022 < p < 0,2293,
TRUP BREZ DROBOVINE: a/a*: 0,1335 < p < 0,2111, TRUP BREZ GLAVE: b/b*: p = 0,2431,
PODKOŽNA MAŠČOBA: b/b*: p = 0,2964, TREBUŠNA MAŠČOBA: a/a*: 0,1193 < p < 0,1440,
BEDRO: a/a*: 0,0789 < p < 0,1296, KOSTI BEDRA: a/b: p < 0,05, SPODNJI DEL NOGE: a/b: p < 0,05, c/c*: p = 0,1108

Najtežji file so imele živali kontrolne skupine (212,3 g, preglednica 11), skupini z dodanim aspirinom (209,5 g) in karnitinom (208,2 g) pa nekoliko lažji, vendar razlike niso statistično značilne.

Skupina z dodanim aspirinom je imela najtežje bedro (266,3 g, $0,08 < p < 0,13$, preglednica 11). Najmanj mišičnine bedra smo izmerili pri skupini z dodanim karnitinom (199,7 g), največ pri skupini z dodanim aspirinom (205,8 g). Kontrolna skupina je dosegla vmesno vrednost (203,5 g), vendar razlike niso statistično značilne. Skupina z dodanim aspirinom je imela statistično značilno težje kosti bedra (+3,0 g, $p < 0,05$).

Skupina z dodanim karnitinom je imela najlažji spodnji del noge (114,1 g), dodatek aspirina pa kaže trend vpliva na večjo maso spodnjega dela noge v primerjavi s kontrolno skupino (119,9 g, $p = 0,11$, preglednica 11).

Tudi masa peruti je najmanjša pri skupini z dodanim aspirinom (21,7 g), pri kontrolni skupini in skupini z dodanim karnitinom pa enaka (22,3 g in 22,4 g). Skupina z dodanim aspirinom ima tudi najmanjšo maso kože (125,9 g), največjo pa kontrolna skupina (132,0 g, preglednica 11).

Tako ima skupina z dodanim aspirinom najmanjšo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože (263,8 g), skupina z dodanim karnitinom pa največjo (271,0 g), vendar razlike niso povzročene zaradi dodatkov krmi (preglednica 11).

4.3.3 Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na nekatere klavne kastnosti

Razlike v telesni masi se pojavijo le med različnima nivojema oskrbe z energijo ($p < 0,0001$), med skupinami piščancev z enakim nivojem oskrbe z energijo pa statistično značilnih razlik ni (preglednica 12).

Tako so bile restriktivno krmljene živali ob koncu poskusa v povprečju težke med 2170,2 g in 2232,7 g, po volji krmljene živali pa od 2717,7 g do 2767,1 g. Masa trupov brez drobovine in glave je bila pri restriktivno krmljenih živalih med 1664,1 g in 1716,8 g, pri živalih, krmljenih na višjem energijskem nivoju pa 2114,2 g do 2125,1 g (preglednica 12).

Preglednica 12: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na maso trupov (LSM $\pm$ SE)

Lastnost	nivo energije * dodatek				p-vrednosti
	1K 3K	1C 3C	1A 3A		
Končna telesna masa živali (g)	2170,2 $\pm$ 21,8 100,0 % 2752,6 $\pm$ 20,6 100,0 %	2183,8 $\pm$ 20,6 100,6 % 2717,7 $\pm$ 21,8 98,7 %	2232,7 $\pm$ 20,6 102,9 % 2767,1 $\pm$ 20,6 100,6 %	a A a B	0,4384
Masa klasično obdelanega trupa (g)	1936,2 $\pm$ 19,3 100,0 % 2452,6 $\pm$ 18,2 100,0 %	1949,0 $\pm$ 18,2 100,7 % 2440,4 $\pm$ 21,3 99,5 %	1989,6 $\pm$ 18,2 102,8 % 2466,0 $\pm$ 18,2 100,5 %	a A a B	0,5588
Masa trupa brez drobovine (g)	1722,1 $\pm$ 19,2 100,0 % 2197,5 $\pm$ 18,2 100,0 %	1732,4 $\pm$ 18,1 100,6 % 2194,5 $\pm$ 21,3 99,9 %	1785,7 $\pm$ 18,1 103,7 % 2209,0 $\pm$ 18,1 100,5 %	a A a B	0,3448
Masa trupa brez glave (g)	1678,3 $\pm$ 18,9 100,0 % 2117,8 $\pm$ 17,9 100,0 %	1664,1 $\pm$ 17,8 99,2 % 2114,2 $\pm$ 21,0 99,8 %	1716,8 $\pm$ 17,8 102,3 % 2125,1 $\pm$ 17,8 100,3 %	a A a B	0,5001
A/B: p<0,0001					
Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami					

Razlike v količini naloženega maščobnega tkiva so med skupinami z različnim nivojem oskrbe z energijo statistično značilne ($p < 0,0001$, preglednica 13), med skupinami znotraj enakega nivoja oskrbe z energijo pa razlike niso statistično značilne.

Po volji krmljena skupina z dodatkom karnitina je naložila 3,4 g (140,0 g, preglednica 13), skupina z dodanim aspirinom pa 1,9 g več (138,5 g) maščobnega tkiva kot kontrolna skupina (136,6 g). Razlike v količini naloženih maščob med skupinami po volji krmljenih živali niso statistično značilne, prav tako pa niso statistično značilne med skupinami restriktivno krmljenih živali. Tu je najmanj maščobnega tkiva naložila skupina z dodatkom karnitina (50,1 g), največ pa skupina z dodanim aspirinom (59,6 g, preglednica 13). Razlike med skupinami z različnim nivojem oskrbe z energijo so statistično značilne ($p < 0,0001$).

Restriktivno krmljena kontrolna skupina je naložila največ trebušne maščobe (16,0 g), skupini z dodanim aspirinom in karnitinom pa 1,7 g oziroma 3,9 g manj. Razlike niso statistično značilne (preglednica 13).

Tudi po volji krmljena kontrolna skupina je naložila največ trebušnih maščob (52,6 g), skupini z dodanim karnitinom in aspirinom pa 9,2 g ter 10,8 g manj. Tudi tu razlike niso statistično značilne (preglednica 13).

Preglednica 13: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na količino maščobnega tkiva (LSM $\pm$ SE)

nivo energije * dodatek					
Lastnost	1K 3K	1C 3C	1A 3A	p- vrednosti	
Maščoba (g)	56,8 ± 5,7 a	50,1 ± 5,3 a	59,6 ± 5,3 a	0,5783	
	100,0 % A	88,2 % A	104,9 % A		
	136,6 ± 5,3 a	140,0 ± 6,3 a	138,5 ± 6,2 a		
	100,0 % B	102,5 % B	101,4 % B		
Podkožna maščoba (g)	40,9 ± 5,5 a	38,0 ± 5,2 a	45,3 ± 5,2 a	0,3789	
	100,0 % A	92,3 % A	110,8 % A		
	83,9 ± 5,2 a	96,6 ± 6,1 a	96,7 ± 6,0 a		
	100,0 % B	115,1 % B	115,3 % B		
Trebušna maščoba (g)	16,0 ± 3,1 a	12,1 ± 2,9 a	14,3 ± 2,9 a	0,3482	
	100,0 % A	75,6 % A	89,4 % A		
	52,6 ± 2,9 a	43,4 ± 3,5 a	41,8 ± 3,4 a		
	100,0 % B	82,5 % B	79,5 % B		
A/B: p<0,0001					
Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami					

Če količino naloženega maščobnega tkiva izrazimo kot delež od trupa brez drobovine, ima največji delež kontrolna skupina po volji krmljenih živali (2,31 %), skupina z dodanim karnitinom pa nekoliko manj (2,08 %). Dodatek aspirina pri krmljenju po volji (1,76 %) kaže trend vpliva na manjši delež naloženih trebušnih maščob (p=0,2282) v primerjavi s kontrolno skupino (preglednica 14).

Pri restriktivno krmljenih živalih ima kontrolna skupina največji delež trebušnih maščob (0,89 %), najmanjšega pa skupina z dodanim karnitinom (0,65 %, preglednica 14). Skupina z dodanim aspirinom je dosegla vmesno vrednost (0,74 %). Pri oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja nismo dokazali vpliva dodatka karnitina in aspirina na nalaganje trebušnih maščob.

Preglednica 14: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na delež fileja in maščobnega tkiva od trupa brez drobovine (LSM $\pm$ SE)

nivo energije * dodatek						
Lastnost	1K 3K		1C 3C		1A 3A	p- vrednosti
Maščoba (%)	3,09 ± 0,32	a A	2,67 ± 0,30	a A	3,07 ± 0,30	a A
	6,04 ± 0,30	a B	6,79 ± 0,32	a B	6,12 ± 0,35	a B
Podkožna maščoba (%)	2,21 ± 0,27	a A	2,03 ± 0,25	a A	2,33 ± 0,25	a A
	3,73 ± 0,25	a B	4,57 ± 0,27	a B	4,27 ± 0,29	a B
Trebušna maščoba (%)	0,89 ± 0,15	a A	0,65 ± 0,14	a A	0,74 ± 0,14	a A
	2,31 ± 0,14	ab B	2,08 ± 0,15	a B	1,76 ± 0,15	ab* B
File (%)	11,17 ± 0,24	a A	11,02 ± 0,22	a A	10,53 ± 0,22	a A
	10,53 ± 0,22	a A	10,42 ± 0,24	a A	10,45 ± 0,23	a A
MAŠČOBA: A/B: p<0,0001						
PODKOŽNA MAŠČOBA: A/B: p<0,01						
TREBUŠNA MAŠČOBA: A/B: p<0,01, b/b*: p=0,2282						
Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami						

Po volji krmljena kontrolna skupina je imela najtežji file (233,1 g), skupini z dodatkom aspirina in karnitina pa nekoliko lažji (-2,0 g in -7,6 g, preglednica 15). Lažja je bila predvsem površinska prsna mišica, globinska prsna mišica pa je bila pri skupinah z dodanim aspirinom in karnitinom celo nekoliko težja. Tudi pri masi bedra med skupinami ni bilo velikih razlik. Največ mišičnine bedra smo izmerili pri skupini z dodanim aspirinom (231,3 g) in kontrolni skupini (230,5 g), pri skupini z dodanim karnitinom pa nekoliko manj (218,2 g). Razlike v količini mesa (file in bedro) pri skupinah z energijsko bogatejšo krmo nismo dokazali (preglednica 15).

Restriktivno krmljena kontrolna skupina je imela najtežji file (191,4 g), skupini z dodanim karnitinom in aspirinom pa nekoliko lažji (-0,6 g in -3,5 g). Skupini z dodanim karnitinom in aspirinom sta imeli lažji predvsem globinski prsni mišici. Kontrolna skupina je imela najlažje bedro (224,0 g), skupini z dodanim karnitinom in aspirinom pa sta imeli za 9,4 g in 12,6 g težje bedro oziroma za 4,6 g in 3,9 g težjo mišičnino bedra. Razlike v masah fileja in bedra med skupinami restriktivno krmljenih živali niso statistično značilne (preglednica 15).

Preglednica 15: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na maso mišičnega tkiva (LSM $\pm$ SE)

nivo energije * dodatek				
Lastnost	1K 3K	1C 3C	1A 3A	p- vrednosti
File (g)	191,4 $\pm$ 5,5 100,0 % 233,1 $\pm$ 5,2 100,0 %	190,8 $\pm$ 5,2 99,7 % 225,5 $\pm$ 5,5 96,7 %	187,9 $\pm$ 5,2 98,2 % 231,1 $\pm$ 5,4 99,1 %	0,6972
Globinska prsna mišica (g)	41,7 $\pm$ 1,3 100,0 % 47,2 $\pm$ 1,3 100,0 %	38,9 $\pm$ 1,3 93,3 % 48,0 $\pm$ 1,3 101,7 %	38,7 $\pm$ 1,3 92,8 % 48,3 $\pm$ 1,3 102,3 %	0,2396
Površinska prsna mišica (g)	149,7 $\pm$ 4,7 100,0 % 185,9 $\pm$ 4,4 100,0 %	151,9 $\pm$ 4,4 101,5 % 177,5 $\pm$ 4,7 95,5 %	149,2 $\pm$ 4,4 99,7 % 182,7 $\pm$ 4,6 98,3 %	0,4896
Bedro (g)	224,0 $\pm$ 4,0 100,0 % 291,5 $\pm$ 3,6 100,0 %	233,4 $\pm$ 3,6 104,2 % 283,9 $\pm$ 4,0 97,4 %	236,6 $\pm$ 3,6 105,6 % 296,0 $\pm$ 3,6 101,5 %	0,0986
Mišičnina bedra (g)	176,5 $\pm$ 4,4 100,0 % 230,5 $\pm$ 4,2 100,0 %	181,1 $\pm$ 4,2 102,6 % 218,2 $\pm$ 4,4 94,7 %	180,4 $\pm$ 4,2 102,2 % 231,3 $\pm$ 4,4 100,3 %	0,1212
Kosti bedra (g)	51,8 $\pm$ 1,3 100,0 % 60,7 $\pm$ 1,2 100,0 %	51,1 $\pm$ 1,2 98,7 % 63,7 $\pm$ 1,4 104,9 %	55,9 $\pm$ 1,2 107,9 % 62,7 $\pm$ 1,2 103,3 %	0,1628
FILE: A/B: p<0,01, GLOBINSKA in POVRŠINSKA PRSNA MIŠICA: A/B: p<0,05, C/C*: 0,0582<p<0,1388				
BEDRO: A/B: p<0,0001, B/C: p<0,05, D/D*: p=0,1921				
Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami				

Nivo oskrbe z energijo je vplival na maso fileja, delež od trupa brez drobovine pa se med nivoji ne razlikuje in se giblje med 10,42 % in 11,17 %. Tudi delež mišičnine bedra se med nivoji ne razlikuje (10,03 % do 10,52 %).

Največjo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože smo izmerili pri kontrolni skupini po volji krmljenih živali (298,1 g). Skupina z dodanim aspirinom je imela za 8,1 g manjšo maso teh telesnih delov in skupina z dodanim karnitinom za 13,5 g. Razlike med maso ekonomsko manjvrednih telesnih delov pri skupinah živali, krmljenih po volji, niso statistično značilne (preglednica 16). Podobno je pri posameznih telesnih delih.

V nasprotju z živalmi, ki smo jih krmili po volji, pa ima med restriktivno krmljenimi skupinami najmanjšo maso ekonomsko manjvrednih telesnih delov ravno kontrolna skupina (240,7 g), skupini z dodatkom karnitina in aspirina pa za 2,4 g in 11,2 g večjo (preglednica 16). Razlike v masi ekonomsko manjvrednih telesnih delov restriktivno krmljenih živali niso statistično značilne.

Razlike med skupinami z različnima nivojema oskrbe z energijo so statistično značilne pri skupni masi ekonomsko manjvrednih telesnih delov ($p < 0,05$) ter masi kože ($p < 0,0001$ in $p < 0,05$), pri masi spodnjega dela noge in peruti pa so razlike statistično značilne oziroma se kaže trend vpliva nivoja oskrbe z energijo na njihovo maso (preglednica 16).

Če ekonomsko manjvredne telesne dele izrazimo kot delež od mase trupa brez drobovine, potem razlike niso tako velike (13,11 % do 14,20 %). Statistično značilna razlika med nivojema oskrbe z energijo ($p < 0,05$) je opazna le pri deležu spodnjega dela noge. Restriktivno krmljene skupine imajo večji delež spodnjega dela noge (6,38 % vse tri skupine), po volji krmljene skupine pa manjšega (5,48 % do 5,73 %).

Preglednica 16: Vpliv dodatka aspirina in karnitina glede na nivo oskrbe z energijo na maso ekonomsko manjvrednih telesnih delov (LSM $\pm$ SE)

nivo energije * dodatek							
Lastnost	1K 3K		1C 3C		1A 3A		p- vrednosti
Ekonomsko manjvredni deli (g)	240,7 ± 6,3	a	243,1 ± 6,0	a	251,9 ± 6,3	a	0,2613
	100,0 %	A	101,0 %	A	104,7 %	A	
	298,2 ± 6,0	a	284,5 ± 6,3	a	290,1 ± 6,0	a	
	100,0 %	B	95,4 %	B	97,3 %	B	
Spodnji del noge (g)	106,8 ± 2,3	a	109,8 ± 2,2	a	113,2 ± 2,3	a	0,2323
	100,0 %	A	102,8 %	AC	106,0 %	AD	
	123,3 ± 2,2	a	118,4 ± 2,3	ab	126,5 ± 2,2	ab*	
	100,0 %	BD*	96,0 %	BC*D	102,6 %	B	
Perut (g)	20,9 ± 0,6	a	20,4 ± 0,6	a	21,6 ± 0,6	a	0,4970
	100,0 %	AB	97,6 %	AC	103,3 %	E	
	23,7 ± 0,6	a	22,9 ± 0,6	a	23,1 ± 0,6	a	
	100,0 %	B*DE*	96,6 %	AC*E	97,5 %	B*C*E	
Koža (g)	113,0 ± 4,5	a	112,7 ± 4,2	a	117,4 ± 4,2	a	0,2040
	100,0 %	A	99,7 %	A	103,9 %	A	
	151,0 ± 4,2	a	139,2 ± 4,7	a	140,3 ± 4,2	a	
	100,0 %	C	92,2 %	B	92,9 %	B	

A/B, C/D: p<0,05, A/C:p<0,0001, SPODNJI DEL NOGE: b/b*: p=0,2762, C/C*: p=0,2178, D/D*: p=0,0887, PERUT: B/B*: 0,0745<p<0,2563, C/C*: 0,0659<p<0,1163, E/E*: p=0,2973

Razlike med dodatki (vrstice) so prikazane z malimi črkami, razlike med nivojem energije (stolpec) so prikazane z velikimi črkami

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Splošno

V predposkusnem obdobju so imele živali nekaj težav s prilagajanjem na bilančne kletke, krmo in pitje. Telesna masa ob začetku poskusa je bila zelo neizenačena, kar smo pri statistični obdelavi upoštevali. Opazno je tudi manjše zauživanje krme v začetnih dveh dneh poskusa (slika 8), kar nakazuje na prekratko predposkusno obdobje.

Rabie in Szilágyi (1998) poročata, da živali, ki jim dajamo krmo z manjšo energijsko vrednostjo, povečajo zauživanje, da zadostijo potrebam po energiji. Zato smo skupino $1 \cdot ME_m$ krmili z omejeno količino krme, količino, ki je zadoščala za pokritje vzdrževalnih potreb po energiji.

Vse ostanke krme smo stehali in jih upoštevali pri bilanci dušika. Nekaj napake pri določanju dušika v ekskrementih gre pripisati raztroseni krmi in perja v koritih za ekskreme. Krmo in perje smo sicer odstranjevali iz korit, vendar pa je najverjetneje bilo tudi kaj ostanka.

5.1.2 Vpliv nivoja oskrbe z energijo

Potrebe trga se spreminjajo in včasih klavno zrelih živali ne moremo prodati. Ker je v zadnjem obdobju rasti nalaganje maščobnega tkiva večje, moramo prekomerno zamaščenost preprečiti s primerno prehrano. Zanimal nas je vpliv restrikcije v poznem obdobju rasti na količino maščobnega tkiva. V literaturi je zaslediti predvsem opise vpliva restrikcije v zgodnjem obdobju rasti piščancev, ki omogoči popolno kompenzacijsko rast in prihranek krme, vendar neprimerna restrikcija v zgodnjem obdobju rasti lahko vodi do zamaščenih živalih pri prodajni masi.

Poskusne krmne mešanice so bile sestavljene tako, da bi pri pričakovanem zauživanju krme omogočili skupinam živali z različnim nivojem oskrbe z energijo enako količino zaužitih surovih beljakovin (dušika) in tudi vseh ostalih hranil. Razlika v količini zaužite krme med skupinami z različnim nivojem oskrbe z energijo je bila načrtovana in zato tudi pričakovana, saj sta Rabie in Szilágyi (1998) ugotovila, da živali, ki jim damo krmo z manjšo energijsko vrednostjo, zaužijejo večjo količino krme, da zadostijo potrebam po energiji. Skupino $1 \cdot ME_m$ smo krmili restriktivno s količino krme, ki je zadoščala za pokritje vzdrževalnih potreb po energiji, skupino $3 \cdot ME_m$ pa s količino, ki je zagotovila trikratno količino energije, potrebno za vzdrževanje. Količina zaužite krme je bila pri obeh skupinah manjša od izračunane (glede na povprečno telesno maso), tako da so se pojavile razlike v količini zaužitega dušika (živali, krmljene na višjem energijskem nivoju so zaužile za petino več dušika, preglednica 7).

Živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, so imele v skladu s pričakovanji večje dnevne priraste (pet-krat večji prirasti, $p < 0,0001$, preglednica 4), vendar pa so restriktivno

krmljene živali povečevale telesno maso (15,5 g/dan) kljub temu, da je bilo zauživanje krme celo nekoliko manjše od pričakovanega in da niso zadostile teoretičnim izračunom po energiji za vzdrževanje. V osmih poskusnih dneh so shujšale tri od 36 živali in sicer za 2 g, 4 g in 74 g. V prvih štirih dneh poskusa so bili povprečni dnevni prirasti restriktivno krmljene skupine (31,0 g/dan) izrazito večji kot v drugem obdobju poskusa (3,9 g/dan), kar kaže na vpliv dolžine restrikcije energije na rast živali. V prvem delu poskusa sta shujšali dve živali, na koncu drugega obdobja poskusa pa je kar 17 od 36 živali restriktivno krmljene skupine imelo manjšo telesno maso kot na koncu prvega obdobja poskusa. Da so živali, krmljene na ravni vzdrževanja vključno temu priraščale, sta možni dve razlagi:

- napaka v oceni
- rast mišičnine na račun črpanja maščobnega tkiva (mišično tkivo vsebuje 3-4x več vode kot maščobno tkivo)

Restrikcija energije je vplivala na slabše izkoriščanje krme ($p < 0,001$), vendar ne v prvem obdobju poskusa ($p = 0,98$, preglednica 4). Razlika v izkoriščanju krme je bila največja v drugem delu poskusa, ko so restriktivno krmljene živali porabile dvakratno količino krme, potrebne za enoto prirasta po volji krmljenih živali. Izračun izkoriščanja krme v drugem delu poskusa pri živalih z oskrbo energije na nivoju vzdrževanja ni povsem realen, saj je slaba polovica živali te skupine shujšala in pri izračunu živali z negativnimi prirasti niso upoštevane.

Živali $3 \cdot ME_m$ skupine so bile na koncu poskusa težje ($p < 0,0001$), prav tako so imele večje mase trupov po zakolu, težji file in bedro, spodnji del noge, perut in kožo, naložile pa so tudi več maščobnega tkiva ($p < 0,0001$, preglednica 10). Vsebnost maščobnega tkiva se je statistično značilno razlikovala med nivoji tudi, ko smo jo izrazili kot delež glede na maso trupa brez drobovine ($3 \cdot ME_m$ skupina je imela 2,05 % trebušnih maščob, skupina $1 \cdot ME_m$ pa 0,76 % glede na maso trupa brez drobovine). Največja razlika med absolutno maso in maso izraženo kot delež od mase trupa brez drobovine se je pojavila pri mišičnini bedra. Absolutna masa mišičnine bedra je pri $3 \cdot ME_m$ skupini za 26,4 % večja ($p < 0,0001$, preglednica 10), masa mišičnine, izražena kot delež, pa je pri obeh skupinah enaka (10,35 % oziroma 10,38 %).

V našem poskusu smo dokazali, da kratkotrajna restrikcija energije ob zadostni oskrbi z beljakovinami v zadnjem obdobju rasti (41/42 do 48/49 dni starosti) omogoči pozitivno bilanco dušika (preglednica 7) in zmanjša količino naloženega maščobnega tkiva ($p < 0,0001$, preglednica 10), kar potrjuje našo hipotezo, vendar imajo živali manjše dnevne priraste in telesno maso pri isti starosti ter slabše izkoriščajo zaužito krmo. O podobnih ugotovitvah poročata tudi Benyi in Habi (1998). 30 % restrikcija (28 do 56 dni) je pokazala značilno zmanjšanje količine naloženih trebušnih maščob, vendar slabše izkoriščanje krme, zmanjšanje prirastov in končne telesne mase.

Tudi pri drugih živalskih vrstah poročajo o podobnih rezultatih. Vajda (1997) je v poskusu s prašiči ugotovil, da se ob pogojih močne restrikcije oskrbe z energijo na nivoju vzdrževanja in sočasni zadostni oskrbi z beljakovinami in drugimi hranili nalaganje beljakovin ni ustavilo. Orskov (1988) je poročal, da so jagenčki, krmljeni s slamo z

dodatkom ribje moke, izgubljali maščobo in pridobivali na mišični masi. Nalaganje beljakovin je bilo mogoče na račun črpanja energijskih rezerv iz predhodno naloženega maščobnega tkiva.

5.1.3 Vpliv karnitina

Pri proučevanju vpliva dodanega karnitina smo upoštevali rezultate živali obeh nivojev oskrbe z energijo in povprečje obeh skupin. Živali z dodatkom karnitina so zauživale manj krme (2,4 % do 9,9 %). Razlika je statistično značilna v drugem in celotnem obdobju poskusa pri živalih z dodatkom karnitina skupaj, v prvem obdobju ($p=0,14$) in pri $3*ME_m$ skupini živali ($p=0,08$) pa se kaže trend vpliva karnitina. Živali, ki so dobile energijo na nivoju vzdrževanja, so bile krmljene restriktivno in vpliva karnitina ni.

Prirasti obeh skupin z dodatkom karnitina v povprečju in pri $3*ME_m$ skupini so bili za 5,7 % in 9,0 % manjši kot pri kontrolni skupini, pri $1*ME_m$ skupini pa so bili večji za 16,9 %. Razlike znotraj skupin z enakim nivojem oskrbe z energijo sicer niso bile statistično značilne, vendar pa je bila rast pri oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja boljša, pri skupini, krmljeni na višjem energijskem nivoju, pa slabša od kontrolne skupine.

İnal in sod. (2003) v nasprotju z našimi rezultati poročajo o večji količini zaužite krme ob dodatku 50 mg karnitina na l vode, vendar le v prvih treh tednih rasti, Rabie in Szilágyi (1998), Buyse in sod. (2001) ter Xu in sod. (2003) pa vpliva karnitina na zauživanje krme niso dokazali.

Kot kaže, so bili manjši dnevni prirasti predvsem posledica manjšega zauživanja krme. Živali z dodanim karnitinom so priraščale nekoliko slabše, vendar vpliva dodatka karnitina nismo dokazali, kar je v skladu z ugotovitvami Daskiran in Teeter (2001), Buyse in sod. (2001) ter Xu in sod. (2003). Nasprotno pa Rabie in sod. (1997b) ter Rabie in Szilágyi (1998) poročajo o izboljšanih prirastih ob dodatku 50-150 mg karnitina na kg krme. Tudi v poskusu İnal in sod. (2003) so živali priraščale bolje, a le v prvih treh tednih rasti. Tudi Rodehutsord in sod. (2002) poročajo o izboljšanih prirastih, vendar le pri krmi, ki je vsebovala dodano olje.

Vpliva karnitina na izboljšano izkoriščanje krme (-4,6 % do -5,1 %, NS) nismo dokazali, prav tako pa tudi ne Daskiran in Teeter (2001), Buyse in sod. (2001) ter Xu in sod. (2003). O izboljšanjem izkoriščanju krme poročajo Rabie in Szilágyi (1998) ter Rodehutsord in sod. (2002), vendar slednji le pri višjem energijskem nivoju (dodatek maščobe).

Skupina z dodanim karnitinom je naložila manjšo količino dušika v obeh bilančnih poskusih in v celotnem obdobju. V prvem bilančnem obdobju razlike v količini naloženega dušika niso statistično značilne, v drugem pa se kaže trend vpliva dodanega karnitina na zmanjšano nalaganje dušika ($p=0,15$, preglednica 8). Manjša količina naloženega dušika je posledica manjše količine zaužitega dušika, saj se deleža naloženega od količine zaužitega dušika v drugem in celotnem obdobju poskusa ne razlikujeta, kar je v skladu z ugotovitvami Rodehutsord in sod. (2002), ki tudi niso dokazali vpliva dodanega karnitina na nalaganje dušika pri pitovnih piščancih.

Živali so ob dodatku karnitina naložile manj trebušnega maščobnega tkiva, bolj izrazito pri restriktivno krmljenih živali (-24,4 % pri oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja in -17,5 % pri tri-kratni oskrbi z energijo, potrebni za vzdrževanje), čeprav statistično značilnih razlik ni bilo. Le pri obeh skupinah skupaj se kaže trend vpliva (-18,9 %, $p=0,12$, preglednica 11) na zmanjšano nalaganje trebušnih maščob, na količino podkožnih maščob pa karnitin ni vplival ($p>0,60$). Tudi ko trebušno maščobo izrazimo v relativni obliki (delež tkiva glede na maso trupa brez drobovine), dodatek karnitina (1,36 % v primerjavi z 1,60 %) kaže trend vpliva ($p=0,26$, preglednica 14) na manjši delež naloženega trebušnega maščobnega tkiva. Živali z dodanim karnitinom so imele za 1,8 % manjšo vsebnost maščob skupaj, vendar razlike niso statistično značilne.

Dodatek karnitina je v našem poskusu kazal le trend vpliva ($p=0,12$) na zmanjšano nalaganje trebušnih maščob (-18,9 %), vendar kar nekaj raziskovalcev poroča o statistično značilnem vplivu (Rabie in sod., 1997b; Rabie in Szilágyi, 1998; Buyse in sod., 2001; Xu in sod., 2003) karnitina na zmanjšanje nalaganja trebušnih maščob.

Živali so ob dodatku karnitina v našem poskusu naložile 7,9 % več podkožnih maščob, Xu in sod. (2003) pa poročajo o zmanjšani aktivnosti encimov v maščobnem tkivu, ki vodi do zmanjšanja količine podkožne maščobe.

Pri skupini z dodanim karnitinom smo izmerili nekoliko manjšo maso naložene mišičnine (4,1 g lažji file in 3,8 g lažjo mišičnino bedra), prav tako pa tudi manjšo maso spodnjega dela noge, peruti in kože. Rezultati so pri obeh nivojih oskrbe z energijo podobni. Razlike v masah posameznih delov niso statistično značilne (preglednica 11). Tudi Daskiran in Teeter (2001) nista dokazala vpliva karnitina na maso fileja, Xu in sod. (2003) pa poročajo o povečanju fileja ($p<0,05$) pri dodatku nad 25 mg karnitina.

Za bolj natančne vplive karnitina na rast živali, bilanco dušika in sestavo telesa bi morali imeti nekoliko večje skupine poskusnih živali, saj so v posamezni skupini rezultati le 12 živali.

5.1.4 Vpliv aspirina

Pri proučevanju vpliva dodanega aspirina smo upoštevali rezultate živali obeh nivojev oskrbe z energijo in povprečje obeh skupin. Živali, katerim smo dodajali aspirin, so imele nekoliko manjšo količino zaužite krme (-2,5 %), kljub temu pa so priraščale bolje (+10,0 %), vendar razlike s kontrolno skupino niso statistično značilne.

Tudi Mendonça in sod. (1987) niso dokazali vpliva aspirina na količino zaužite krme, Salobir in Štruklec (1992) pa poročata o pozitivnem vplivu dodatka aspirina (0,1 %) v kombinaciji z β -agonistom clenbutarolom na zauživanje krme.

Živali z dodanim aspirinom so priraščale za 10,0 % bolje, vendar vpliva aspirina nismo dokazali. Razlika v povprečnih končnih masah živali pa kaže trend vpliva dodatka aspirina na nekoliko večje končne telesne mase in mase trupov po zakolu ($0,1847<p<0,2111$), čeprav razlike niso velike (okoli 40 g, preglednica 11). Tudi Al-Mashhadani in sod. (1988) poročajo o povečani telesni ob dodatku aspirina (0,5 g/kg in 1,0 g/kg), vendar manjši masi ob dodatku 1,5 g aspirina pri štirih tednih starosti, pri sedmih tednih pa razlik v masi ni.

Tudi Brenes in Jensen (1982, cit. po Mendonça in sod., 1987) ter Proudfoot in Hulan (1983, cit. po Mendonça in sod., 1987) poročajo o manjši telesni masi ob dodatku nekoliko večje količine aspirina (2,0 g/kg oziroma 1,6 g/kg krme). Mendonça in sod. (1987), Watkins in Kratzer (1987, cit. po Xu in sod., 1990) ter Stilborn in sod. (1988) pa vpliva aspirina na rast niso dokazali.

Živali, ki so dobile tri-kratno količino energije, potrebne za vzdrževanje, so za 11,7 % boljše izkoristile krmo od kontrolne skupine, vendar vpliva dodanega aspirina pri tej skupini nismo dokazali. Pri skupini, krmljeni z energijo na nivoju vzdrževanja (-19,6 %), je statistično značilen vpliv aspirina opazen le v prvem delu poskusa. Pri obeh skupinah v povprečju so živali z dodanim aspirinom porabile statistično značilno ($p < 0,05$) manj krme za enoto prirasta (-16,0 %, preglednica 5), kar je v skladu z ugotovitvami Al-Mashhadani in sod. (1988). Mendonça in sod. (1987), Watkins in Kratzer (1987, cit. po Xu in sod., 1990) ter Stilborn in sod. (1988) pa vpliva aspirina na izkoriščanje krme niso dokazali.

Izboljšano izkoriščanje krme pri restriktivno krmljenih živalih je bilo posledica večjih prirastov (+76,3 %), količina zaužite krme pa je bila podobna kontrolni skupini (-0,5 %), pri 3*ME_m skupini pa posledica manjšega zauživanja krme (-3,2 %) pri enakih prirastih (+0,1 %). Pri obeh skupinah v povprečju je bilo izboljšano izkoriščanje krme kombinacija manjše količine zaužite krme (-2,5 %) in izboljšanih prirastov (+10,0 %). Na zauživanje krme aspirin ni vplival, prav tako pa se kaže le trend vpliva ($p = 0,17$) na boljšo rast v prvem delu poskusa pri restriktivno krmljenih živalih.

Po volji krmljene živali z dodanim aspirinom so naložile manjšo absolutno (-6,0 %) in relativno (-2,3 %) količino dušika, restriktivno krmljene pa večjo (+19,8 % absolutne količine in +41,8 % relativne), vendar razlike niso statistično značilne. Dodatek aspirina kaže le trend vpliva ($p = 0,21$) na boljše nalaganje zaužitega dušika v prvem bilančnem poskusu restriktivno krmljenih živali. Skupina z dodanim aspirinom v povprečju je naložila 7,6 % večjo količino dušika v prvem in 3,3 % manj v drugem bilančnem obdobju v primerjavi s kontrolno skupino, vendar razlike niso statistično značilne. V celotnem obdobju poskusa so živali obeh skupin naložile enako količino dušika (preglednica 8). Ker so živali z dodatkom aspirina v prvem bilančnem obdobju zaužile nekoliko manjšo količino krme in s tem dušika, naložile pa so ga nekoliko več, je delež naloženega od zaužitega dušika večji. Tako dodatek aspirina kaže trend vpliva na boljše nalaganje zaužitega dušika ($p = 0,28$). V drugem bilančnem obdobju so zaužili manj dušika in ga tudi manj naložili, tako da je bil delež naloženega od zaužitega enak kontrolni skupini. V celotnem obdobju poskusa sta skupina živali z dodanim aspirinom in kontrolna skupina naložili enako količino dušika (1,94 mg/dan), vendar je skupina z dodanim aspirinom bolje naložila zaužiti dušik (34,1 %). Razlike v deležu naloženega od zaužitega dušika niso statistično značilne (preglednica 8). Salobir in Štruklec (1992) pa poročata o pozitivnem učinku ($p < 0,05$) aspirina v kombinaciji s clenbuterolom na retencijo dušika, ki je bila za 7 % večja kot pri kontrolni skupini,

Skupina z aspirinom je naložila za 2,4 % več maščobnega tkiva, vendar razlike niso statistično značilne. Aspirin kaže trend vpliva na večjo vsebnost podkožnega maščobnega tkiva (+13,8 %, $p = 0,30$, preglednica 11). Če podkožno tkivo izrazimo kot delež mase trupa brez drobovine, potem dodatek aspirina ni imel vpliva ($p > 0,30$). Živali, krmljene z

dodatkom aspirina, so naložile manjšo količino trebušnega maščobnega tkiva (-10,6 % do -20,5 %). Dodatek aspirina kaže trend vpliva (-6,3 g oz. 18,4 %, $p=0,14$, preglednica 11) na manjše nalaganje trebušnih maščob le pri obeh skupinah skupaj, pri posameznih nivojih oskrbe z energijo pa ne. V primeru, ko količino naloženih trebušnih maščob izrazimo kot delež od mase trupov brez drobovine, pa je vpliv dodatka aspirina na meji s statistično značilnostjo ($p=0,0583$) in kaže trend vpliva na manjši delež naloženega trebušnega maščobnega tkiva (1,25 % v primerjavi z 1,60 %, preglednica 14). Mendonça in sod. (1987) poročajo o statistično značilnem vplivu aspirina na manjšo nalaganje trebušnih maščob, Al-Mashhadani in sod. (1988) pa na zmanjšanje pri nekoliko večji količini dodanega aspirina (1,5 g), pri manjši dozi aspirina (0,5 g in 1,0 g) pa vpliv ni bil značilen.

Živali z dodatkom aspirina so imele lažji file (-0,9 % do -1,8 %) in nekoliko težjo mišičnino bedra (+0,3 % do + 2,2 %), vendar razlike niso statistično značilne. Dodatek aspirina kaže trend vpliva na večjo maso spodnjega dela noge v primerjavi s kontrolno skupino (119,9 g, $p=0,11$, preglednica 11). Razlike med relativnimi vrednostmi so manjše in trend vpliva ni opazen. Masa peruti in kože je manjša pri skupini z dodanim aspirinom. Tako ima skupina z dodanim aspirinom manjšo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože (-5,6 g), vendar razlike niso povzročene zaradi dodatka krmi.

5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov raziskave lahko zaključimo, da so živali, krmljene z energijo na nivoju vzdrževanja, imele manjše dnevne priraste in končno telesno maso, manjšo količino naloženih trebušnih maščob, lažji file in mišičnino bedra, prav tako pa tudi manjšo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože. Absolutne mase mišičnine bedra, spodnjega dela noge, peruti in kože so bile manjše, deleži glede na maso trupa brez drobovine pa enaki oziroma večji. Izkoriščanje krme je bilo slabše v drugem in celotnem obdobju poskusa. Restriktivno krmljene živali so imele pozitivno bilanco dušika, vendar veliko manjšo kot $3*ME_m$ skupina. Pri restrikciji energije, ki zadošča za vzdrževanje, in ob zadostni oskrbi z beljakovinami in ostalimi hranili piščanci še naprej nalagajo dušik, energijo za nalaganje pa črpajo iz predhodno naloženega maščobnega tkiva.

Vse živali, krmljene s karnitinom, še posebej tiste $3*ME_m$ skupine, so zauživale manj krme (kaže se trend vpliva), pri restriktivno krmljenih živalih pa vpliva karnitina ni. Rast pri oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja je bila boljša (NS), pri skupini $3*ME_m$ in obeh skupinah skupaj pa manjša (NS) od kontrolne skupine. Izkoriščanje krme je bilo z dodanim karnitinom izboljšano (NS). Količina naložene mišičnine je bila pri skupini z dodanim karnitinom manjša (NS), prav tako pa tudi skupna masa spodnjega dela noge, peruti in kože (NS). Rezultati so pri obeh nivojih oskrbe z energijo podobni. Pri obeh skupinah z dodanim karnitinom v povprečju je bil delež naloženega od zaužitega dušika enak kontrolni skupini, restriktivno krmljene živali pa so bolje nalagale zaužiti dušik (NS).

Na količino zaužite krme aspirin ni vplival, prav tako pa se kaže le trend vpliva na boljšo rast v prvem delu poskusa pri restriktivno krmljenih živalih. Živali z dodatkom aspirina so bolje izkoriščale krmo. V povprečju je pri živalih z dodanim aspirinom boljše izkoriščanje krme posledica dodanega aspirina ($p<0,05$), pri skupini z energijo na nivoju vzdrževanja pa je statistično značilen vpliv opazen le v prvem delu poskusa. Živali, ki so dobile tri-kratno

količino energije, potrebno za vzdrževanje, so prav tako boljše izkoriščale krmo kot kontrolna skupina, vendar vpliva dodanega aspirina pri tej skupini nismo dokazali. V povprečju so živali z dodanim aspirinom in $1 \cdot \text{ME}_m$ skupina živali boljše nalagale zaužiti dušik (trend vpliva v prvem bilančnem obdobju). Živali $3 \cdot \text{ME}_m$ skupine so zaužiti dušik nalagale neznatno slabše kot kontrolna skupina. Aspirin kaže trend vpliva na manjše nalaganje trebušnih maščob pri obeh skupinah skupaj, oziroma je njegov vpliv na meji s statistično značilnostjo ($p=0,0583$), če naloženo trebušno maščobno tkivo izrazimo kot delež od mase trupov brez drobovine. Tudi pri $3 \cdot \text{ME}_m$ skupini se kaže trend vpliva aspirina na manjšo zamaščenost.

6 POVZETEK

V poskusu smo raziskali vpliv restrikcije energije ter vpliv dodatka aspirina in karnitina v obdobju klavne zrelosti na parametre rasti, bilanco dušika in sestavo telesa. Problem je izredno zanimiv predvsem v primeru, ko sicer klavno zrelih živali ne moremo prodati.

V poskus je bilo vključenih 72 jarčk v starosti 35 do 36 dni. Živali smo krmili na dveh nivojih oskrbe z energijo: energija za vzdrževanje ($1 \cdot ME_m$) in tri-kratna količina energije, potrebna za vzdrževanje ($3 \cdot ME_m$). Dnevna oskrba z beljakovinami in ostalimi hranili je bila v vseh skupinah na enaki ravni. Znotraj enakih nivojev oskrbe z energijo so bile živali razdeljene v tri skupine: kontrolna krma (K), K+aspirin in K+karnitin.

Živali, krmljene z energijo na nivoju vzdrževanja, so imele manjše dnevne priraste in končno telesno maso, manjšo količino naloženih trebušnih maščob, lažji file in mišičnino bedra, prav tako pa tudi manjšo skupno maso spodnjega dela noge, peruti in kože. Absolutne mase mišičnine bedra, spodnjega dela noge, peruti in kože so bile manjše, deleži glede na maso trupa brez drobovine pa enaki oziroma večji. Izkoriščanje krme je bilo slabše v drugem in celotnem obdobju poskusa. Restriktivno krmljene živali so nalagale zaužiti dušik, vendar manjšo količino kot živali, ki so dobile tri-kratno količino energije, potrebne za vzdrževanje.

Rezultati bilance dušika in sestave klavnih trupov potrjujejo delovno hipotezo, da pri restrikciji energije, ki zadošča za vzdrževanje, in ob zadostni oskrbi z beljakovinami in ostalimi hranili piščanci še naprej nalagajo dušik, energijo za nalaganje pa črpajo iz predhodno naloženega maščobnega tkiva.

Pri proučevanju vpliva dodanega karnitina smo upoštevali rezultate živali posameznih nivojev oskrbe z energijo kot tudi povprečne rezultate obeh skupin skupaj. Živali z dodatkom karnitina skupaj in $3 \cdot ME_m$ skupine so zauživale manj krme (2,4 % do 9,9 %, $p < 0,15$), pri restriktivno krmljenih živalih pa vpliva karnitina ni. Razlike v prirastih sicer niso bile statistično značilne, vendar pa je bila rast pri oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja boljša (+16,9 %), pri skupini $3 \cdot ME_m$ in obeh skupinah skupaj pa manjša (9,0 % in 5,7 %) od kontrolne skupine. Izkoriščanje krme je bilo z dodanim karnitinom izboljšano, vendar neznačilno (-4,6 % do -5,1 %). Količina naložene mišičnine je bila pri skupini z dodanim karnitinom za 1,9 % manjša, prav tako pa tudi skupna masa spodnjega dela noge, peruti in kože (-2,1 %). Rezultati so pri obeh nivojih oskrbe z energijo podobni.

Rezultati bilance dušika in določitve maščobnega tkiva delno potrjujejo delovno hipotezo, čeprav statistično značilnih razlik ni bilo. Živali so ob dodatku karnitina naložile manj trebušne maščobe, bolj izrazito pri restriktivno krmljenih živali (-24,4 % pri oskrbi z energijo na nivoju vzdrževanja in -17,5 % pri tri-kratni oskrbi z energijo, potrebni za vzdrževanje). Pri obeh skupinah z dodanim karnitinom v povprečju je bil delež naloženega od zaužitega dušika enak kontrolni skupini, restriktivno krmljene živali pa so za 17,0 % bolje nalagale zaužiti dušik.

Pri proučevanju vpliva dodanega aspirina smo upoštevali rezultate živali posameznih nivojev oskrbe z energijo kot tudi povprečne rezultate obeh skupin skupaj. Živali z

dodatkom aspirina so boljše izkoriščale krmo. Pri obeh skupinah v povprečju je 16,0 % boljše izkoriščanje krme posledica dodanega aspirina ($p < 0,05$), pri skupini z energijo na nivoju vzdrževanja (-19,6 %) pa je statistično značilen vpliv opazen le v prvem delu poskusa. Živali, ki so dobile tri-kratno količino energije, potrebne za vzdrževanje, so imele za 11,7 % boljši izkoristek krme, vendar vpliva dodanega aspirina pri tej skupini nismo dokazali.

Izboljšano izkoriščanje krme pri restriktivno krmljenih živalih je bila posledica večjih prirastov (+76,3 %), količina zaužite krme pa je bila podobna kontrolni skupini (-0,5 %). Pri skupini, krmljeni na višjem energijskem nivoju, je boljše izkoriščanje krme posledica manjše količine zaužite krme (-3,2 %) pri enakih prirastih (+0,1 %). Pri obeh skupinah v povprečju je bilo izboljšano izkoriščanje krme kombinacija manjše količine zaužite krme (-2,5 %) in izboljšanih prirastov (+10,0 %). Na količino zaužite krme aspirin ni vplival, prav tako pa se kaže le trend vpliva ($p = 0,1704$) na boljšo rast v prvem delu poskusa pri restriktivno krmljenih živalih.

Rezultati bilance dušika in sestave klavnih trupov nekoliko potrjujejo delovno hipotezo, čeprav razlike niso statistično značilne in se v nekaterih primerih kaže le trend vpliva dodanega aspirina. Skupini z dodanim aspirinom (oba nivoja oskrbe z energijo skupaj) sta boljše nalagali zaužiti dušik (+8,6 %), vendar se kaže le trend vpliva v prvem bilančnem poskusu ($p = 0,2831$). Trend vpliva aspirina na boljše nalaganje zaužitega dušika (+41,8 %, $p = 0,2089$) se kaže tudi pri restriktivno krmljenih živalih v prvem bilančnem obdobju. Živali, krmljene na višjem energijskem nivoju, so zaužiti dušik nalagale za 2,3 % slabše kot kontrolna skupina. Aspirin kaže trend vpliva ($p = 0,1440$) na manjšo količino naloženih trebušnih maščob pri obeh skupinah skupaj (-18,4 %), oziroma je njegov vpliv na meji s statistično značilnostjo ($p = 0,0583$), če naloženo trebušno maščobno tkivo izrazimo kot delež od mase trupov brez drobovine. Tudi pri $3 \cdot ME_m$ skupini se kaže trend vpliva ($p = 0,2282$) aspirina na manjšo količino naloženih maščob.

7 VIRI

- Al-Mashhadani E.H., Pitan M.H., Ahmed H.K. 1988. Effect of dietary aspirin on performance and deposition of abdominal fat in broilers. *Indian Journal of Poultry Science*, 23, 1: 18-21
- Bartov I. 1987. Effect of early nutrition on fattening and growth of broiler chicks at 7 weeks of age. *British Poultry Science*, 28: 507-518
- Baumgartner M. 2001. Better performance with dietary L-carnitine. *International Hatchery Practice*, 16, 1: 13-15.
http://www.lonzabiotec.com/carniking/en/news_articles (11. nov. 2003)
- Baumgartner M., Blum R. 1997a. Carnitine – chemistry, biological function, and deficiencies. Basel, LONZA Ltd: 8 str.
- Baumgartner M., Blum R. 1997b. L-carnitine in poultry nutrition – requirements and effects of an adequate supply. Basel, LONZA Ltd: 4 str.
- Benyi K., Habi H. 1998. Effects of food restriction during the finishing period on the performance of broiler chickens. *British Poultry Science*, 39: 423-425
- Buyse J., Janssens G.P.J., Decuyper E. 2001. The effect of dietary L-carnitine supplementation on the performance, organ weights and circulating hormone and metabolite concentrations of broiler chickens reared under a normal or low temperature schedule. *British Poultry Science*, 42: 230-241
- Combs G.F. 1976. Nutrition and management aspects of nonruminant animals related to reduction of fat content in meat. V: Fat content and composition of animal products. Washington D. C., The national academy of science: 116-142.
<http://www.nap.edu/openbook/0309024404/html/116.html> (2. avg. 2004)
- Daskiran M., Teeter R.G. 2001. Effects of dietary L-carnitine (Carniking®) supplementation on overall performance and carcass characteristics of seven-week_old broiler chickens. *Animal Science Research Report*. Oklahoma, Oklahoma Agriculture Experiment Station: 5 str.
<http://www.ansi.okstate.edu/research/2001rr> (5. avg. 2004)
- Doyle F., Leeson S. 1996. Compensatory growth in farm animals. Factors influencing response. Canada, Ontario, Guelph, University of Guelph, Department of Animal and Poultry Science: 14 str.
<http://www.novusint.com/Public/Library/TechPaper.asp?ID=1> (20. sep. 2004)
- Dulloo A.G., Miller D.S. 1987. Aspirin as a promoter of ephedrine-induced thermogenesis: potential use in the treatment of obesity. *American Journal for Clinical Nutrition*, 45: 564-569

- Dulloo A.G., Miller D.S. 1989. Ephedrine, caffeine and aspirin: "Over-the-counter" drugs that interact to stimulate thermogenesis in the obese. *Nutrition*, 5, 1: 7-9
- Emmans G.C., Kyriazakis I. 2000. Issues arising from genetic selection for growth and body composition characteristics in poultry and pigs. The challenge of genetic change in animal production. Occasional Publication British Society of Animal Science, 27: 39-53. <http://www.bsas.org.uk/publs/genchng/paper5.pdf> (20. sep. 2004)
- Farrell D.J., Jones G.P.D., Aijun Y. 1990. Recent developments in the manipulation of body fat in poultry and some of the consequences. V: Australian Poultry Science Symposium 1990, Sydney, feb. 1990. Balnave D., Annison E.F., Johnson R.J., McDonald M.W., Sheldon B.L. (eds.). Sydney, University of Sydney: 84-91
- Fisher C. 1980. Protein deposition in poultry. V: Protein deposition in animals. Buttery P.J., Lindsay D.B. (eds.). London, Butterworths: 251-270
- Govaerts T., Room G., Buyse J., Lippens M., De Groote G., Decuyper E. 2000. Early and temporary quantitative food restriction for broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. *British Poultry Science*, 41: 355-362
- Growth of the animal. 2004. Saskatoon, Department of animal and poultry science, University of Saskatchewan: 6 str.
<http://www.ag.usask.ca/departments/anps/pdf/ansc56/12-Growth.pdf> (17. sep. 2004)
- Horton T.J., Geissler C.A. 1990. The effect of ephedrine and aspirin on the metabolic rate of lean and obese women. *Proceedings of the Nutrition Society*, 49: 120A
- İnal T., Canakçatan N., ÇelİK L., Öztürkcan Ö., Kayrı L. 2003. Effects of L-carnitine and niacin supplied by drinking water on fattening performance, carcass quality and plasma L-carnitine concentration of broiler chicks. *Archives of Animal Nutrition*, 57, 2: 127-136
- Keren-Zvi S., Nitosan Z., Nir I., Cahaner A., Zoref Z. 1992. Effect of different dietary levels of protein on fat deposition in broilers divergently selected for high or low abdominal adipose tissue. *British Poultry Science*, 33: 517-524
- Kirchgessner M. 1997. *Tierehrung*. München, Verlags Union Agrar: 582 str.
- L-Carnitine in Animal Nutrition. 1997. Basel, LONZA Ltd: 8 str.
- Leeson S. 2000. Nutrition and quality of the broiler carcass. Ontario, Guelph, Ministry of Agriculture and Food: 4 str.
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/poultry/facts/carcass.htm> (10. avg. 2004)
- Leibetseder J. 1995. Untersuchungen über die Wirkung von L-Carnitin beim Huhn'. *Archives of Animal Nutrition*, 48: 97-108

- Lessen S. 1989. Implication of differential growth patterns of broiler chickens. Ontario, Guelph, University of Guelph, Department of Animal and Poultry Science Department: 6 str. <http://www.novusint.com/Public/Library/TeacPaper.asp?ID=7> (20. sep. 2004)
- Li D., Qiao Q., Johnson E.W., Jiang J., Wang F., Blum R., Allee G. 1999. Effect of L-carnitine and source of dietary fat on growth performance and serum biochemical parameters of piglets weaned at 35 days of age. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 12, 8: 1263-1272
- Lippens M., Room G., De Groote G., Decuypere E. 2000. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. *British Poultry Science*, 41: 343-354
- Lyvers-Peffer P., Odle J. 2002. Effect of dietary L-carnitine supplementation on weanling pig performance. *Annual Swine Report 2002*. Raleigh, Department of Animal Science, NC State University: 4 str.
<http://www.mark.anci.ncsu.edu/SwineReports/2002/lyvers.htm> (22. avg. 2004)
- Mendonça Junior C.X., Silva M.A.Z., Alvarez J.C. 1987. Influence of dietary acetylsalicylic acid on abdominal fat deposition and performance of broiler chicks fed high and low fat diets. *Revista de Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia da Universidade de Sao Paulo*, 24, 1: 75-81
- Neuman S.L., Harms R.H., Russell G.B. 1998. An innovative change in energy restriction for broiler breeder hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 7: 328-335
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirements of poultry. Washington D. C., National Academy Press: 155 str.
- Orskov B. 1988. A diet for leaner livestock. *New scientist*, 120, 1640: 36-37
- Ørskov E.R. 1991. Protein utilization during undernutrition and during fluctuating supply of nutrients. V: Meeting of International Animal Nutrition Workers in Asia and Pacific, Indija, 23-28 sep. 1991 (neobjavljeno)
- Owen K.Q., Nelssen J.L., Goodband R.D., Tokach M.D., Friesen K.G. 2001. Effect of dietary L-carnitine on growth performance and body composition in nursery and growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 79: 1509-1515
- Rabie M.H., Szilágyi M. 1998. Effects of L-carnitine supplementation of diets differing in energy levels on performance, abdominal fat content, and yield and composition of edible meat of broilers. *British Journal of Nutrition*, 80: 391-400
- Rabie M.H., Szilágyi M., Gippert T. 1997a. Effect of dietary L-carnitine supplementation and protein level on performance and degree of meatness and fatness of broilers. *Acta Biologica Hungarica*, 48, 2: 221-239

- Rabie M.H., Szilágyi M., Gippert T., Votisky E., Gerendai D. 1997b. Influence of dietary L-carnitine on performance and carcass quality of broilers chickens. *Acta Biologica Hungarica*, 48, 2: 241-252
- Rebouche C.J., Seim H. 1998. Carnitine metabolism and its regulation in microorganisms and mammals. *Annual Review of Nutrition*, 18: 39-61
- Rodehutsord M., Timmler R., Dieckmann A. 2002. Effects of L-carnitine supplementation on utilisation of energy and protein in broiler chicken fed different dietary fat levels. *Archives of Animal Nutrition*, 56, 6: 431-441
- Saleh K., Attia Y.A., Younis H. 1996. Effect on feed restriction and breed on compensatory growth, abdominal fat and some production trails of broiler chicks. *Archiv für Geflügelkunde*, 60, 4: 153-159
- Salobir J., Štruklec M. 1992. Vpliv konstantne in stopnjevalne koncentracije β -agonista clenbutarola in aspirina na parametre presnove pri piščancih v pitanju. *Zbornik Biotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani, Kmetijstvo (Živinoreja)*, 60: 83-94
- SAS/STAT User's Guide: statistics, release 8e. 2000. Cary, SAS Institute Inc.: 577 str.
- Smith E.R., Pesti G.M. 1998. Metabolism and nutrition: Influence of broiler strain cross and dietary protein on the performance of broilers. *Poultry Science*, 77: 276-281
- Stilborn H.L., Harris Jr. G.C., Bottje W.G., Waldroup P.W. 1988. Ascorbic acid and aceylsalicylic acid (aspirin) in the diet of broilers maintained under heat stress conditions. *Poultry Science*, 67: 1183-1187
- Stryer L. 1988. *Biochemistry*. 3rd edition. New York, W.H. Freeman and company: 991-992
- Sukala B. 2001. L-Carnitine: Information and Review: 4 str.
<http://www.chasefreedom.com/lcarnitine.html> (10. avg. 2004)
- Vajda M. 1997. Vpliv čiste restrikcije energije na nalaganje dušika pri rastočih prašičih. *Diplomska naloga*. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 38 str.
- Xu Z.R., Wang M.Q., Mao H.X., Zhan X.A., Hu C.H. 2003. Effects of L-carnitine on growth performance, carcass composition and metabolism of lipids in male broilers. *Poultry Science*, 82: 408-413
- Xu Z., Kornegay E.T., Sweet L.A., Lindemann M.D., Veit H.P., Watkins B.A. 1990. Effect of feeding aspirin and soybean oil to weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 68: 1639-1647

ZAHVALA

Hvala vsem, ki ste verjeli in pomagali: staršem, prijateljem, predvsem pa mentorju.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Julijana GOLUBOVIĆ

**VPLIV KARNITINA IN ASPIRINA PRI RAZLIČNI
STOPNJI OSKRBE Z ENERGIJO NA BILANCO
DUŠIKA IN SESTAVO TELESA PRI RASTOČIH
PIŠČANCIH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007