

NAVIDEZNA PREBAVLJIVOST SUROVIH BELJAKOVIN IN SUROVIH MAŠČOB PRI LINIJAH MIŠI SELEKCIONIRANIH NA VIŠJI OZIROMA NIŽJI ODSOTOTEK TELESNIH MAŠČOB¹

Tina TREBUŠAK², Tatjana PIRMAN³, Simon HORVAT⁴

Delo je prispelo 20. januarja 2009, sprejeto 3. junija 2009.
Received January 20, 2009; accepted June 3, 2009.

Navidezna prebavljivost surovih beljakovin in surovih maščob pri linijah miši selekcioniranih na višji oziroma nižji odstotek telesnih maščob

Debelost in naraščanje indeksa telesne mase (ITM) predstavlja v današnjem času velik zdravstveni problem pri ljudeh, prekomerna zamaščenost pa je prav tako nezaželena pri reji domačih živali, saj poslabšuje gospodarnost prireje. V naši raziskavi smo preučevali vpliv debelosti laboratorijskih miši na navidezno prebavljivost surovih beljakovin in surovih maščob zaužite krme. V dveh prebavljivostnih poskusih smo uporabili dve selekcijski liniji miši, linijo F (višji odstotek telesnega maščevja) in L (nižji odstotek telesnega maščevja). V prvem poskusu smo uporabili 21 samcev obeh linij (11 linije F in 10 linije L), starih od 9,0 do 18,6 tednov, v drugem pa 23 samcev (11 linije F in 12 linije L), starih od 9,6 do 11,0 tednov. V času poskusa (5 zaporednih dni) smo živali dnevno tehtali, merili količino zaužite krme in zbirali blato. Po postopkih weenske analize smo v vzorcih določili vsebnost surovih beljakovin in surovih maščob v krmi in blatu. Rezultati so pokazali, da med linijama F in L obstajajo statistično značilne razlike v navidezni prebavljivosti surovih beljakovin in surovih maščob. Pri zauživanju krme ni bilo statistično značilnih razlik med linijama, so se pa pokazale statistično značilne razlike pri zaužiti krmi na g telesne mase. Linija L je bolje prebavila tako surove beljakovine (79,6 %), kot tudi surove maščobe (91,8 %), v primerjavi z linijo F, pri kateri je bila navidezna prebavljivost v povprečju 77,1 % oziroma 87,0 % za surove beljakovine in surove maščobe. Glede na dobljene rezultate sklepamo, da z razlikami v navidezni prebavljivosti beljakovin in maščob krme ne moremo razložiti velikih fenotipskih razlik med linijama.

Ključne besede: domače živali / prehrana živali / prehrana ljudi / zamaščenost / surove beljakovine / surove maščobe / prebavljivost / selekcija / maščevje / linije / laboratorijske miši

Apparent digestibility of crude protein and crude fat in mouse lines selected for high and low body fat content

Obesity and increasing of body mass index (BMI) present a growing health problem and are also an unwanted component of growth in domestic animals. The main objective of this study was to examine the effect of obesity on apparent digestibility of diet crude protein and fat in mice. In two subsequent experiments digestibility was compared between two selection mouse lines, F line (selected for higher percentage of body fat) and L (selected for lower percentage of body fat). In the first experiment 21 males of both lines (11 F and 10 L) between 9.0 and 18.6 weeks of age were used whereas the second experiment involved 23 males (11 F and 12 L) between 9.6 and 11.0 weeks of age. Weights of mice, faeces and food intake were recorded daily for 5 successive days. Using Weende analysis the content of crude protein and crude fat in diet and faeces were determined. The results of our study revealed statistically significant differences in the apparent digestibility of crude protein and crude fat between the F and L line. There were also significant differences in diet intake per g of body weight, but not in the total amount of all consumed diet between the lines. The crude protein and the crude fat were digested more efficiently by the L line (79.6% and 91.8%, respectively) while the F line digested 77.1% of crude protein and 87.0% of crude fat. Considering these results the differences in the apparent digestibility of crude protein and crude fat can not explain great differences in obesity between the F and L line.

Key words: farm animals / animal nutrition / human nutrition / obesity / crude protein / crude fat / digestibility / selection / body fat / lines / laboratory mice

¹ Prispevek je del diplomske naloge, mentor izr. prof. dr. Simon Horvat, somentorica doc. dr. Tatjana Pirman

The article is a part of graduation thesis, supervisor Assoc. Prof. Simon Horvat, Ph.D, co-advisor Ass. Prof. Tatjana Pirman, Ph.D

² Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, e-pošta: tina.trebusak@bfro.uni-lj.si

³ Isti naslov kot 2, doc., dr. e-pošta: tatjana.pirman@bfro.uni-lj.si

⁴ Isti naslov kot 2, izr. prof., dr., e-pošta: simon.horvat@bfro.uni-lj.si

1 UVOD

V današnjem času predstavljata debelost in naraščanje indeksa telesne mase pri ljudeh velik zdravstveni problem (Taylor in Phillips, 1997). S sekundarnimi obolenji, ki so s tem povezana, ogrožata ljudi razvitega sveta (Echwald, 1999) in vedno bolj tudi ljudi iz držav v razvoju (Bell in sod., 2005). Posledica debelosti so lahko različne bolezni, med drugim sladkorna bolezen tipa II, ateroskleroza, povišan krvni tlak, bolezni srca in ožilja, povečuje pa se tudi možnost pojava različnih oblik raka (Echwald, 1999; Rocha in sod., 2003). Tako kot pri ljudeh je tudi pri reji domačih živali, katerih proizvodi so namenjeni za prehrano ljudi, zamaščenost nezaželena komponenta, zaradi večjega deleža maščob v živalskih proizvodih. Zamaščene živali imajo tudi slabšo konverzijo krme, kar pomeni, da porabijo več krme na enoto prirasta. Vse to vodi v slabšo gospodarnost prireje.

Poleg genetskih vplivov na nalaganje maščevja oziroma na zamaščenost imajo pomemben vpliv na to lastnost tudi okoliški dejavniki kot na primer prehrana, temperatura okolja, raven telesne dejavnosti. Čeprav je pri telesni dejavnosti pri živalih relativno veliko dokazov tudi o obstoju genetskih vplivov na raven spontane telesne dejavnosti (Lightfoot in sod., 2008), se predvsem pri človeku telesna dejavnost obravnava kot pomemben negenetski dejavnik. Prehrana, tako njena količina kot kakovost, je prepoznana kot eden ključnih okoliških dejavnikov pri nalaganju maščevja. Ob tem se postavlja vprašanje, ali lahko del variabilnosti med osebkami z različnim deležem maščevja v organizmu razložimo z razlikami v sposobnostih za prebavljanje hranljivih snovi. S prebavljivostjo lahko ocenimo kakovost oziroma parametre hranilne vrednosti določenega krmila in sposobnost živali za izkoriščanje krme (Orešnik in Kermauner, 2008).

V raziskavi smo uporabili dve liniji miši, linijo FLI (F, višji odstotek telesnega maščevja) in linijo FHI (L, nižji odstotek telesnega maščevja), ki ju redijo na Katedri za genetiko, animalno biotehnologijo in imunologijo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete. Liniji izvirata iz laboratorija na Škotskem (Edinburgh) in sta rezultat več kot dvajset letne dvosmerne selekcije na odstotek gonadalne maščobe pri samcih, starih 10 tednov. V liniji, selekcionirani na višji odstotek gonadalne maščobe, se je le-ta povečal za 36 %, medtem ko se je liniji, selekcionirani na nižji odstotek, le-ta zmanjšal za 44 % v primerjavi z vrednostmi izvorne populacije miši pred selekcijo (Sharp in sod., 1984). Za vsako linijo so izvajali tri neodvisne selekcijske ponovitve, ki so jih v dvajseti generaciji križali med seboj, da bi oblikovali enotno linijo F in enotno linijo L (Hastings in Hill, 1989; cit. po Horvat in sod., 2000). Po 53-ih generacijah parjenja je odstotek telesnih maščob pri liniji F znašal 22 % in pri liniji L 4 %, medtem

ko je bil pri kontrolni populaciji 10 % pri 14 tednov starih samcih (Bünger in Hill, 1999).

Ti dve liniji predstavljata odličen model za preučevanje vpliva debelosti na različne fiziološke in genetske parametre. Med obema linijama obstajajo velike razlike v fenotipu, ni pa statistično značilnih razlik v zauživanju krme (Morton in sod., 2005).

Namen naše raziskave je bil ugotoviti, kakšna je navidezna prebavljivost surovih beljakovin (SB) in surovih maščob (SM) zaužite krme pri obravnavanih selekcioniranih linijah miši. Postavili smo ničelno hipotezo, da med linijama ni statistično značilnih razlik v navidezni prebavljivosti SB in SM iz obroka.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 POSKUSNE ŽIVALI IN IZVEDBA POSKUSA

V raziskavi smo uporabili dve liniji miši, linijo F, selekcionirano na višji odstotek telesnega maščevja in linijo L, selekcionirano na nižji odstotek telesnega maščevja (glej Uvod za podrobnosti o razvoju teh linij). Živali so bile med poskusom individualno nameščene v makrolonskih kletkah (Techniplast, Italija) z dimenzijami 33 cm (dolžina) × 16 cm (širina) × 12,5 cm (višina), ki so bile pokrite z mrežo, kamor smo namestili krmo in napajalnike z vodo. Uporabili smo steljo (Lignocel, Nemčija) ter krmo Altromin 1324 (po deklaraciji proizvajalca vsebuje 19,0 % surovih beljakovin, 4,0 % surovih maščob, 6,0 % surove vlaknine, 7,0 % surovega pepela, 0,9 % kalcija, 0,7 % fosforja, 5,0 mg bakra, 15.000 IE vitamina A, 600 IE vitamina D₃, 75,0 mg vitamina E) in vodo z dodatkom 37 % HCl (pH = 3–4), ki sta bili živalim ves čas na voljo.

Izvedli smo dva prebavljivostna poskusa z namenom, da bi ugotovili tudi ponovljivost rezultatov. V prvi poskus smo vključili 11 samcev linije F in 10 samcev linije L, starih od 9,0 do 18,6 tednov (povprečna starost 13,4 tednov). V drugem poskusu pa smo uporabili 11 samcev linije F in 12 samcev linije L, starih od 9,6 do 11,0 tednov (povprečna starost 10,2 tedna). Živali smo ob začetku poskusa stekali in jih namestili v čiste kletke s steljo. Pet zaporednih dni smo dnevno zbirali blato živali, ki smo ga pobirali iz stelje in ga v označenih plastičnih posodah hranili v zamrzovalni skrinji. Celotno količino blata (vseh 5 dni) ene živali smo zbrali v eni posodici. Dnevno smo živali tehtali in merili količino zaužite krme.

2.2 KEMIJSKE ANALIZE

Blato in vzorce krme smo analizirali v kemijskem laboratoriju Katedre za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete. V krmi in v blatu živali smo s postopki weendske analize določili vsebnost surovih maščob (Methodenbuch, 1988) in surovih beljakovin (Methodenbuch, 1993). Vsak vzorec blata smo pred začetkom analiz v terilnici zdrobili in homogenizirali.

2.3 OBDELAVA PODATKOV

Izračune posameznih parametrov smo opravili v programu Excel po spodnjih formulah:

- zaužit dušik (N) (g) = (zaužita krma (g) * vsebnost N v krmi (g/kg)) / 1000
- zaužite SB (g) = zaužit N (g) * 6,25
- zaužite SM (g) = (zaužita krma (g) * vsebnost SM v krmi (g/kg)) / 1000
- izločen N z blatom (g) = (vsebnost N v blatu (g/kg) * količina blata (g)) / 1000
- izločene SB z blatom (g) = izločen N * 6,25
- izločene SM z blatom (g) = (vsebnost SM v blatu (g/kg) * količina blata (g)) / 1000
- navidezna prebavljivost N oz. SB (%) = ((zaužit N - izločen N) / zaužit N) * 100
- navidezna prebavljivost SM (%) = ((zaužite SM - izločene SM) / zaužite SM) * 100

Posamezne parametre prebavljivosti smo testirali z dvema modeloma, ločeno za vsak prebavljivostni poskus. V model za prvi poskus smo vključili vpliv skupine (sistematski vpliv, S_i) in glede na to, da so bile starosti živali zelo neizenačene, tudi regresijo (b_i) na starost (x_i). V model za drugi poskus pa smo vključili samo vpliv skupine, saj med živalmi ni bilo bistvenih razlik v starosti.

$$\text{Model 1 (poskus 1): } y_{ij} = \mu + S_i + b_i (x_i - \bar{x}) + e_{ij}$$

$$\text{Model 2 (poskus 2): } y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali obstajajo razlike v navidezni prebavljivosti surovih beljakovin in surovih maščob med linijama L in F. Do sedaj v literaturi ni veliko objav o primerjavi sposobnosti za prebavo med linijami z višjim oziroma nižjim odstotkom telesnega maščevja, je pa več objav o različnih prebavljivostnih poskusih, kjer so preizkušali učinke različnih snovi na telesno maso, sestavo telesa miši, prebavljivost in podobno.

V času prvega poskusa se telesna masa znotraj obeh linij miši praktično ni spremenila, določili pa smo stati-

stično značilne razlike v telesni masi živali med linijama ($p = 0,0004$). Živali linije L so bile v povprečju za 7,4 g lažje od miši linije F (pregl. 1). Pri zauživanju krme med linijama ni bilo statistično značilnih razlik ($p = 0,5988$), pokazale pa so se statistično značilne razlike pri količini zaužite krme na g telesne mase ($p < 0,0001$), kjer je linija L zaužila več krme v primerjavi z linijo F. V času poskusa sta obe liniji zaužili okrog 30 g krme oziroma v povprečju 6 g/dan. Oba rezultata potrjujeta predhodne ugotovitve Mortona s sod. (2005), ki so opravili podoben poskus z linijama F in L v laboratoriju na Škotskem. Dejstvo, da sta rezultata o zauživanju krme in količini zaužite krme na g telesne mase enaka v dveh različnih pogojih reje in uporabljenih različnih vrstah krme, dodatno opravičuje primerjave fizioloških parametrov med poskusi z linijama F in L v različnih laboratorijih. Pri količini izločenega blata ni bilo statistično značilnih razlik med linijama.

Tudi v drugem poskusu je bila telesna masa med linijama statistično značilno različna ($p = 0,0001$) in se je v času poskusa pri obeh linijah rahlo povečala, kar je bila posledica manjše starosti živali, ki so bile še v obdobju rasti (pregl. 1). Zauživanje krme je bilo podobno pri obeh skupinah, v času poskusa sta obe liniji v povprečju zaužili 27 g krme ($p = 0,3038$). Prav tako kot v prvem je tudi v drugem poskusu linija L zaužila statistično značilno več krme na g telesne mase ($p = 0,0196$). Pri tem poskusu so se pokazale statistično značilne razlike v količini izločenega blata ($p = 0,0044$), saj je linija F izločila kar 16 % več blata v primerjavi z linijo L.

Če primerjamo rezultate telesne mase živali in zauživanja krme med poskusoma, vidimo, da so rezultati primerljivi, v obeh primerih so bile živali linije F težje in živali v vseh skupinah so v povprečju zaužile podobno količino krme. Gledano skupaj so predvsem živali linije L zaužile nekoliko manj krme v drugem poskusu, razlog je verjetno treba iskati v starosti živali, saj so bile le-te v povprečju tri tedne mlajše kot v prvem poskusu. Razlike glede zauživanja krme so se pokazale pri količini zaužite krme na g telesne mase, kjer je linija L v obeh poskusih zaužila statistično značilno več krme. Telesna masa živali linije F je bila nekoliko manjša pri drugem poskusu, zato je bil tudi povprečen prirast pri teh živalih nekoliko večji v primerjavi z isto linijo v prvem poskusu. Pri živalih linije L teh razlik nismo opazili. Verjetno moramo tukaj tudi iskati razlog za statistično značilno razliko pri izločenem blatu med linijama (več pri liniji F) v drugem poskusu, medtem ko je bilo pri ostalih skupinah podobno. Tudi v prvem poskusu so živali linije F izločile nekoliko več blata v primerjavi z linijo L, vendar razlika ni bila statistično značilna. V obeh primerih je bil večji delež izločenega blata glede na zaužito krmo pri živalih linije F v prvem poskusu 26 % in 30 % in v drugem poskusu 30 % in 34 % za živali linije L in F.

Preglednica 1: Live Telesna masa živali, zauživanje krme in izločeno blato**Table 1:** Body weight, diet intake and excreted faeces

	Poskus 1 / Trial 1		Poskus 2 / Trial 2	
	Linija L / Line L	Linija F / Line F	Linija L / Line L	Linija F / Line F
Št. živali Number of animals	10	11	12	11
Telesna masa na začetku poskusa (g) Initial body weight (g)	26,53 ± 1,10 ^a	33,93 ± 0,99 ^b	24,27 ± 0,54 ^a	29,83 ± 0,56 ^b
Telesna masa na koncu poskusa (g) Final body weight (g)	26,71 ± 1,11 ^a	34,04 ± 1,00 ^b	25,02 ± 0,65 ^a	31,04 ± 0,68 ^b
Prirast (g/5 dni) Weight gain (g/5 day)	0,18 ± 0,18	0,12 ± 0,16	0,76 ± 0,27	1,22 ± 0,28
Zaužita krma (g/5 dni) Diet intake (g/5 day)	30,94 ± 1,78	29,28 ± 1,61	26,87 ± 1,27	28,81 ± 1,33
Zaužita krma na g telesne mase (g/g) Diet intake per g of body weight (g/g)	0,231 ± 0,04 ^a	0,173 ± 0,03 ^b	0,215 ± 0,03 ^a	0,185 ± 0,02 ^b
Izločeno blato (g/5 dni) Excreted faeces (g/5 day)	8,16 ± 0,35	8,75 ± 0,32	8,17 ± 0,34 ^a	9,74 ± 0,36 ^b

^{a, b} povprečja znotraj vsakega poskusa označena z različnimi črkami, so statistično značilna ($p < 0,05$) / values with different subscripts within each trial are significantly different ($P < 0,05$)

Rezultati meritev navidezne prebavljivosti surovih beljakovin pri prvem poskusu so pokazali, da med linijama L in F ni bilo statistično značilnih razlik pri zaužitju in izločeni količini surovih beljakovin, kljub temu pa je seštevek majhnih razlik pripeljal do statistično značilno ($p = 0,0415$) boljše navidezne prebavljivosti surovih beljakovin pri miših linije L, ki so prebavile 80,36 % dušika, miši linije F pa 78,21 % (pregl. 2).

Tudi pri drugem poskusu med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik pri zauživanju beljakovin in prav tako ne pri koncentraciji dušika v blatu. Vendar pa so živali linije F pri drugem poskusu izločile (pregl. 2) statistično značilno več surovih beljakovin z blatom ($p = 0,0013$), kar je posledica statistično značilno večje

količine izločenega blata (pregl. 1) v času trajanja poskusa. Navidezna prebavljivost surovih beljakovin je bila tudi v drugem poskusu statistično značilno ($p = 0,0071$) boljše pri liniji L (78,88 %) kot pri liniji F (75,90 %) (pregl. 2).

Če primerjamo oba poskusa, lahko rečemo, da se je pri živalih v drugem poskusu absorbiralo manj surovih beljakovin (nižja navidezna prebavljivost) kot v prvem poskusu. Rezultati oz. razlike med linijama L in F znotraj posameznega poskusa so primerljive in ponovljive med obema poskusoma.

Tudi pri surovih maščobah smo dobili podobne rezultate. Niti v prvem niti v drugem poskusu ni bilo statistično značilnih razlik pri zaužitju količini surovih

Preglednica 2: Navidezna prebavljivost surovih beljakovin (SB)**Table 2:** Apparent digestibility of crude protein (CP)

	Poskus 1 / Trial 1		Poskus 2 / Trial 2	
	Linija L / Line L	Linija F / Line F	Linija L / Line L	Linija F / Line F
Zaužiti N (g) N intake (g)	0,90 ± 0,05	0,85 ± 0,05	0,78 ± 0,04	0,84 ± 0,04
N v blatu (g/kg) N in faeces (g/kg)	21,18 ± 0,47	21,10 ± 0,42	20,04 ± 0,27	20,50 ± 0,29
Izločeni N (g) Excreted N (g)	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,16 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,01 ^b
Navidezna prebavljivost SB (%) Apparent digestibility of CP (%)	80,36 ± 0,78 ^a	78,21 ± 0,70 ^b	78,88 ± 0,69 ^a	75,90 ± 0,72 ^b

^{a, b} povprečja znotraj vsakega poskusa označena z različnimi črkami, so statistično značilna ($p < 0,05$) / values with different subscripts within each trial are significantly different ($P < 0,05$)

Preglednica 3: Navidezna prebavljivost surovih maščob (SM)**Table 3:** Apparent digestibility of crude fat (CF)

	Poskus 1 / Trial 1		Poskus 2 / Trial 2	
	Linija L / Line L	Linija F / Line F	Linija L / Line L	Linija F / Line F
Zaužite SM (g)				
CF intake (g)	1,11 ± 0,06	1,05 ± 0,06	0,96 ± 0,04	1,03 ± 0,05
SM v blatu (g/kg)				
CF in faeces (g/kg)	10,66 ± 0,92 ^a	15,16 ± 0,83 ^b	9,92 ± 1,07 ^a	13,88 ± 1,12 ^b
Izločene SM (g)				
Excreted CF (g)	0,09 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,01 ^b	0,08 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,01 ^b
Navidezna prebavljivost SM (%)				
Apparent digestibility of CF (%)	92,02 ± 0,65 ^a	87,41 ± 0,59 ^b	91,61 ± 1,16 ^a	86,54 ± 1,21 ^b

^{a, b} povprečja znotraj vsakega poskusa označena z različnimi črkami, so statistično značilna ($p < 0,05$) / values with different subscripts within each trial are significantly different ($P < 0,05$)

maščob. Vendar pa so se pokazale statistično značilne razlike pri koncentraciji maščob v blatu ($p = 0,0080$), tako se je posledično statistično značilno razlikovala tudi količina izločenih surovih maščob ($p = 0,0012$). Prav tako kot beljakovine so tudi maščobe statistično značilno ($p = 0,0185$) bolje prebavile miši linije L (92,02 %), medtem ko so miši linije F prebavile 87,41 % surovih maščob (pregl. 3).

Tako kot v prvem poskusu je bila tudi pri drugem poskusu koncentracija maščob v blatu statistično značilno ($p = 0,0185$) večja pri liniji F in zato tudi skupna količina izločenih maščob z blatom ($p = 0,0003$). Rezultat je statistično značilno ($p = 0,0064$) boljša navidezna prebavljivost surovih maščob pri liniji L (91,61 %) v primerjavi z linijo F (86,54 %) (pregl. 3).

V raziskavi, kjer so Ortmann in sod. (2003) spremljali vpliv nekaterih makro hranil na prebavljivost energije, so ugotovili, da standardno krmo s 5 % maščobe slabše prebavijo miši brez rjave tolašče (76,5 %) v primerjavi z osnovnim tipom miši (80,6 %), kar je nekoliko v nasprotju z našimi rezultati, saj so pri nas miši z manj telesne maščobe (linija L) bolje prebavile surovo maščobo. Pri pol – sintetični krmi (10 % ogljikovih hidratov, 20 % beljakovin, 70 % maščob) pa je bila prebavljivost energije pri obeh skupinah praktično enaka, v povprečju 94,25 %. Potrebno je poudariti, da so Ortmann in sod. (2003) uporabljali model miši, ki se zelo razlikuje od našega. Pri njihovi študiji so primerjali liniji, ki se razlikujeta v deležu rjave tolašče, medtem ko se naši liniji razlikujeta večinoma v deležu bele tolašče, zato je potrebna previdnost pri primerjavi rezultatov teh dveh študij. Hastings in sod. (1997) so izvedli prebavljivostni poskus, v katerem so merili prebavljivost suhe snovi pri samcih linij L in F (isti liniji kot v našem poskusu) iz 11. generacije. Poskus so izvedli v bilančnih kletkah in ugotovili, da med linijama ni bilo statistično značilnih razlik v prebavljivosti suhe snovi. V naši raziskavi smo ugotovili razlike tako

v navidezni prebavljivosti surovih maščob kot tudi surovih beljakovin, kar se ne ujema z njihovim rezultatom. Razlog, da v njihovi raziskavi niso ugotovili razlik, lahko iščemo v genotipu linij po 11-tih generacijah dvosmerne selekcije, ko liniji še nista bili tako zelo genetsko različni, kar je bilo vidno tudi v fenotipu (relativno majhna razlika v deležu telesnih maščob). Hughes in Pitchford (2004) sta v raziskavi ugotovila, da linija miši, selekcionirana na večje zauživanje krme in kontrolna skupina, ki ni bila selekcionirana, za 16 % bolje prebavijo hranljive snovi kot linija, selekcionirana na manjše zauživanje krme.

To, kar se absorbira skozi sluznico v črevesju, še ne pomeni, da živali lahko uporabijo. Za bolj popolno sliko bi morali preveriti tudi, ali obstajajo razlike v učinkovitosti presnove absorbiranih hranljivih snovi, za kar bi potrebovali vsaj zbiranje seča, ki pa je bilo v danih razmerah neizvedljivo, ker so živali v bilančnih kletkah zelo hitro hujšale. Del fenotipskih razlik (delež telesnih maščob) med linijama lahko razložimo z razlikami v telesni dejavnosti (Simončič in sod., 2008). Glede na posredne izračune energijske bilance, (Bünger in sod., 2003) celotno fenotipsko razliko med linijama (skoraj 20 % telesnih maščob) ne moremo razložiti samo s povišano telesno dejavnostjo linije L, saj so najverjetneje vpletene tudi razlike v termogenezi in druge genetske oziroma fiziološke razlike. Tou in Wade (2002) kot vzrok za različno raven telesne dejavnosti navajata vpliv prehrane, starosti, spola in genetski vpliv. Preučiti bi še morali, če prihaja do razlik tudi zaradi razlik v pretoku krme skozi prebavila in dolžini tankega in debelega črevesa pri naših linijah. Da prihaja do statistično značilnih razlik v obsegu in teži tankega črevesa pri suhih in debelih miših linije C57BL/6J, sta ugotovila Ferraris in Vinnakota (1995). Glede na to, da smo v naša poskusa vključili samce linij F in L, bi bilo v nadaljnjih poskusih zanimivo preveriti, ali bi dobili podobne rezultate tudi pri samicah naših linij.

Rezultati navidezne prebavljivosti beljakovin in ma-

ščob kažejo, da bi morale biti živali linije L težje, saj so zaužile podobno količino krme oziroma večji odstotek krme glede na telesno maso kot živali linije F in so jo tudi bolje prebavile, dejansko pa imajo manj naloženih maščob in manjšo telesno maso pri isti starosti. Vzroke za izrazite fenotipske razlike med linijama je torej potrebno iskati v drugih genetsko ali okoliško pogojenih dejavnostih.

4 SKLEPI

Med linijama ni bilo statistično značilnih razlik v količini zaužite krme. Linija L je zaužila statistično značilno več krme na g telesne mase kot linija F. Navidezna prebavljivost SB je bila pri liniji L v povprečju 80,36 % in 78,88 % v prvem oziroma v drugem poskusu ter pri liniji F 78,21 % in 75,90 % v prvem oziroma drugem poskusu. Prav tako je bila navidezna prebavljivost SM v povprečju boljša pri liniji L (92,02 % in 91,61 % pri prvem in drugem poskusu) kot pri liniji F (87,41 % in 86,54 % pri prvem in drugem poskusu). Z razlikami v navidezni prebavljivosti proučevanih hranljivih snovi ne moremo pojasniti velikih fenotipskih razlik med linijama L in F. Glede na to, da imajo miši linije F zaradi večje telesne mase večje potrebe za vzdrževanje, naši rezultati nakazujejo, da miši linije F bolje izkoriščajo energijo in hranljive snovi v presnovi, rezultat česar je večji delež naloženih maščob in težje živali linije F v primerjavi z linijo L pri isti starosti. Prav tako pa manjše zauživanje krme na telesno maso pri liniji F dokazuje, da obstajajo genetske razlike med linijama v presnovi, kar bi bilo potrebno preučiti v nadaljnjih poskusih.

5 ZAHVALA

Avtorji članka se zahvaljujemo Marku Kodri za pomoč pri kemijskih analizah ter mladi raziskovalki Zali Prevoršek in tehnični sodelavki Ani Zanjkovič za pomoč pri izvedbi poskusa. Zahvaljujemo se tudi prof. dr. Andreju Orešniku za pregled članka. Del raziskave je bil financiran s projektom CRP V3-0365 (ARRS in MZ, Slovenija).

6 VIRI

Bell C.G., Walley A.J., Froguel P. 2005. The genetics of human obesity. *Nature reviews: Genetics*, 6: 221–234
 Bünger L., Forsting J., McDonald K.L., Horvat S., Duncan J., Hochscheid S., Baile C.A., Hill W.G., Speakman J.R. 2003. Long-term divergent selection on fatness in mice indicates

a regulation system independent of leptin production and reception. *The FASEB Journal*, 17, 1: 85–87
 Bünger L., Hill W.G. 1999. Inbred lines of mice derive from long-term divergent selection on fat content and body weight. *Mammalian Genome*, 10: 645–648
 Echwald S.M. 1999. Genetics of human obesity: lessons from mouse models and candidate genes. *Journal of Internal Medicine*, 254: 653–666
 Ferraris R.P., Vinnakota R.R. 1995. Intestinal nutrient transport in genetically obese mice. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62: 540–546
 Hastings I.M., Moruppa S.M., Bünger L., Hill W.G. 1997. Effects of selection on food intake in the adult mouse. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 114: 419–434
 Horvat S., Bünger L., Falconer V.M., Mackay P., Law A., Bulfield G., Keightley P.D. 2000. Mapping of obesity QTLs in a cross between mouse lines divergently selected on fat content. *Mammalian Genome*, 11: 2–7
 Hughes T.E., Pitchford W.S. 2004. Direct response to selection for post-weaning net feed intake in mice and correlated responses in post-weaning growth, intake, gross digestibility and body composition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 489–500
 Lighfoot J.T., Turner M.J., Pomp D., Kleeberger S.R., Leamy L.J. 2008. Quantitative trait loci for physical activity traits in mice. *Physiol Genomics*, 32: 401–408
 Methodenbuch. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 1998. 2. Ergänzungslieferung. Darmstadt, VDULFA: Band III
 Methodenbuch. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 1993. 3. Ergänzungslieferung. Darmstadt, VDULFA: Band III.
 Morton N.M., Densmore V., Wamil M., Ramage L., Nichol K., Bünger L., Seckl J.R., Kenyon C.J. 2005. A polygenic model of the metabolic syndrome with reduced circulating intradipose glucocorticoid action. *Diabetes*, 54: 3371–3378
 Orešnik A., Kermauner A. 2008. Osnove prehrane živali. Učbenik. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 134 str.
 Ortman S., Prinzler J., Klaus S. 2003. Self-selected macronutrient diet affects energy and glucose metabolism in brown fat-ablated mice. *Obesity Research*, 11, 12: 1536–1544
 Rocha J.L., Eisen J.E., Van Vlack L.D., Pomp D. 2003. A large sample QTL study in mice: 2. Body composition. *Mammalian Genome*, 14: 100–113
 Sharp G.L., Hill W.G., Robertson A. 1984. Effects of selection on growth, body composition and food intake in mice I. Responses in selected traits. *Genetical Research*, 43, 1: 75–92
 Simončič M., Horvat S., Stevenson P.L., Bünger L., Holmes M.C., Kenyon C.J., Speakman J.R., Morton N.M. 2008. Divergent physical activity and novel alternative responses to high fat feeding in polygenic fat and lean mice. *Behavior Genetics*, 38, 3: 292–300
 Taylor A.T., Phillips S.J. 1997. Obesity QTL on mouse chromosome 2 and 17. *Genomics*, 43: 249–257
 Tou J.C., Wade C.E. 2002. Determinants affecting physical activity levels in animal models. *Experimental Biology and Medicine*, 227, 8: 587–600