

VIRI ENERGIJE TER UPORABA SISTEMA NETO ENERGIJE V PREHRANI PRAŠIČEV PITANCEV



V4-2201

*Modeliranje prehranskih potreb in
učinkovitosti krmjenja prašičev ter
ocena kakovosti mesa glede na način reje*



VIRI ENERGIJE TER UPORABA SISTEMA NETO ENERGIJE V PREHRANI PRAŠIČEV PITANCEV

Projekt CRP V4-2201: Modeliranje prehranskih potreb in učinkovitosti
krmljenja prašičev ter ocena kakovosti mesa glede na način reje

Nina Batorek Lukač

Ljubljana 2023

Izdal in založil
Kmetijski inštitut Slovenije
Hacquetova ulica 17
1000 Ljubljana

Avtor dr. Nina Batorek Lukač

Publikacija je nastala v okviru ciljnega raziskovalnega projekta Modeliranje prehranskih potreb in učinkovitosti krmljenja prašičev ter ocena kakovosti mesa glede na način reje (V4-2201), ki sta ga financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter programske skupine Trajnostno kmetijstvo (P4-0133). Za kritičen pregled in recenzijo nastale publikacije se zahvaljujem dr. Marjeti Čandek-Potokar in dr. Martinu Škrlepu.

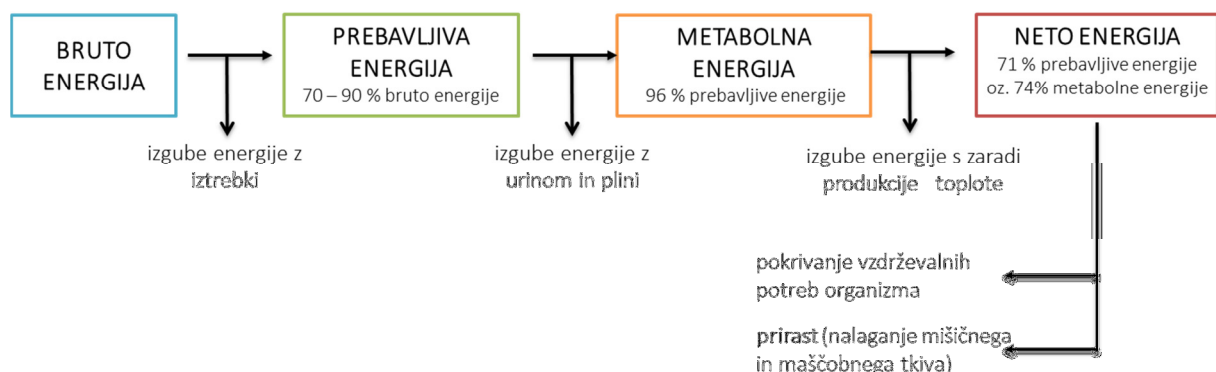
Publikacija bo izšla v elektronski obliki in bo dostopna na spletni strani Kmetijskega inštituta Slovenije https://www.kis.si/Druge_publicacije/
in na spletni strani projekta V4-2201: Modeliranje prehranskih potreb in učinkovitosti krmljenja prašičev ter ocena kakovosti mesa glede na način reje https://www.kis.si/CRP_OZ/Projekt_V4-2201_Modeliranje_prehranskih_potreb/

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
[COBISS.SI-ID 177256963](#)
ISBN 978-961-6998-72-7 (PDF)

Prašiči so vsejede živali, ki jih krmimo pretežno z surovinami rastlinskega izvora, veljajo za hitro rastoče živali, za ustrezno rast in razvoj pa potrebujejo zadostne količine vseh potrebnih hranilnih snovi, ki jih dobijo z uravnoteženim krmnim obrokom. Če jim želimo zagotoviti potrebne hranilne snovi v zadostnih količinah, moramo poznati osnovno sestavo posameznih krmnih komponent, osnovne potrebe živali po posameznih hranilnih snoveh ter njihovo sposobnost zauživanja v posameznem obdobju. Tako presežki kakor primanjkljaji posameznih hranil so namreč nezaželeni in lahko tudi škodljivi. Primanjkljaji vplivajo na slabšo produkcijo oziroma rast ter tudi na ekonomiko prireje, presežki pa poleg vpliva na ekonomiko lahko predstavljajo tudi večje emisije polutantov v okolje.

Med komponentami krmnega obroka pomemben strošek predstavljajo surovine, ki zagotavljajo energijo. Energijska vrednost krmila je odvisna od sestave hranil, in je neobhodno potrebna za vzdrževanje telesnih funkcij ter podporo produkciji (rast, reprodukcija, laktacija). V primeru pitanja prašičev torej omogoča nalaganje mišičnega in maščobnega tkiva. Ocena energijske vrednosti krme je tako pomembna z vidika prilagoditve sestave obroka potrebam živali in optimizacije cene krmne mešanice. ter

V prehrani živali se osredotočamo na kemijsko in toplotno energijo. Energijsko vrednost krmnih komponent ali popolne krmne mešanice običajno izrazimo v megajoulih (MJ) na kg krme (v nekaterih virih še vedno zasledimo uporabo kilokalorij/kg). V prehrani živali govorimo o prebavljivi (DE), presnovljivi oziroma metabolni (ME) in neto energiji (NE). Porazdelitev zaužite energije pri prašičih pitancih je prikazana v Shemi 1.



Shema 1: Shematski prikaz porazdelitve energije pri prašičih pitancih.

Količino kemične energije, ki jo vsebuje krma merimo kot količino toplote sproščene pri popolnem sežigu v adiabatičnem kalorimetru (Slika 1) v atmosferi čistega kisika. Na ta način dobimo vsebnost bruto ali surove energije. Med posameznimi hranili obstaja velika razlika v količini sproščene bruto energije. Največ je vsebujejo maščobe (38 KJ/g), sledijo beljakovine (23 KJ/g) in ogljikovi hidrati (18 KJ/g). Vendar pa bruto energija ni pravi pokazatelj neto energetske vrednosti posameznega krmila, saj žival izkoristi le tiste hranilne snovi, ki jih lahko prebavi. Da dobimo prebavljivo energijo, moramo torej odšteti energijo, ki se iz telesa izloči z iztrebki.

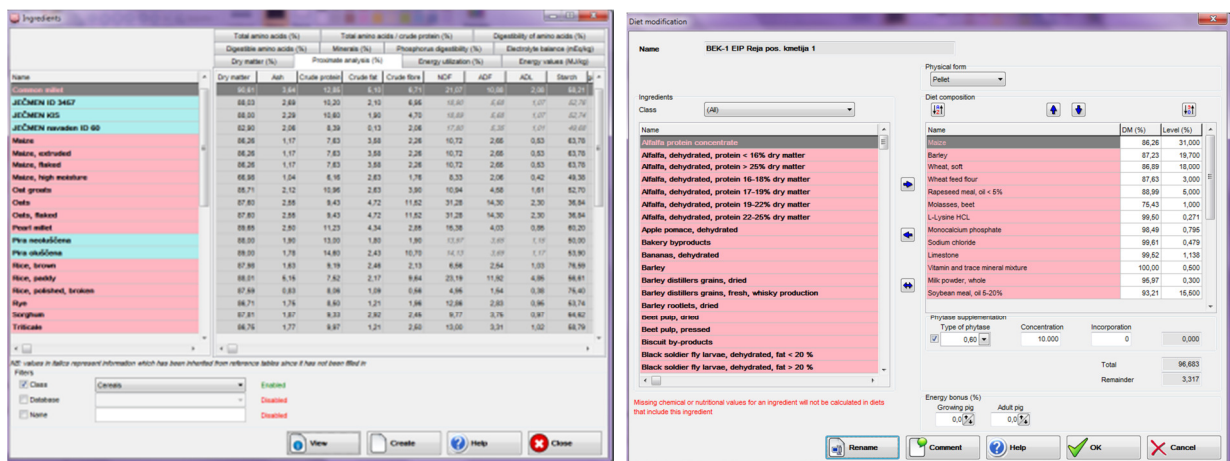
Nekaj prebavljive energije žival izgubi tudi s sečem in plini. Ko od prebavljive energije odštejemo energijo izgubljeno s sečem in plini, dobimo metabolno energijo, to je fiziološko izkoristljivo energijo, ki jo žival porabi za vzdrževanje in za produkcijo. Vendar se nekaj metabolne energije, tekom presnovnih procesov sprosti tudi v obliki toplote. Ko odštejemo vso toplotno energijo od metabolne energije, dobimo neto energijo. To je torej tista energija, ki je telesu dejansko na voljo za vzdrževanje življenjskih funkcij in za prirast (nalaganje mišičnine in maščob). Neto energija je tako pravi kazalec energetske vrednosti nekega krmila. Raziskave so pokazale, da DE in ME podcenjujeta energijsko vrednost krme, bogate z maščobami in škrobom, ter precenjujeta energijsko vrednost krme, bogate z beljakovinami in vlakninami.



Slika 1: Adiabatični bombni kalorimeter, ki omogoča merjenje bruto energije, to je energije sproščene pri popolnem sežigu v atmosferi čistega kisika (levo). Odprti respiratorni komori (na sredini), ki omogočata meritve potrebne za določitev neto energetske vrednosti krme ter merilni sistem za spremljanje porabe kisika in sproščanje ogljikovega dioksida znotraj respiratorne komore (desno).

Določanje neto energijske vrednosti krmnih komponent in krmil je zahtevno, saj je potrebno izvajanje meritev na živalih in določanje telesne sestave ter kemijskih analiz njihovih izločkov. Ocenjuje se na podlagi podatkov in meritev na živalih v respiratornih komorah (Slika 1), ki omogočajo natančno spremljanje zaužitega krmila in gibanja živali, ter zbiranje seča, iztrebkov in meritev sproščenih plinov.

Za praktične potrebe so bile razvite tudi podatkovne baze, ena takih je EvaPig® (<https://en.evapig.com/>), ki je prosto dostopna in vsebuje natančne podatke o vsebnosti hranil in energijskih vrednostih 220 referenčnih krmnih komponent (Slika 2). Omogoča tudi dodajanje novih krmnih virov s kopiranjem in spreminjanjem referenčnih sestavin ali z uporabo lastnih podatkov. V programu lahko sestavimo poljubne krmne mešanice in preverjamo njihovo ustreznost glede na dejanske potrebe živali (energijske vrednosti, vsebnost aminokislin in fosforja v sestavinah in krmnih mešanicah za pitance in odrasle prašiče).



Slika 2: Seznam krmnih virov in njihova kemijska sestava kot jo prikazuje program EvaPig® (pojavno okno na levi). Surovine označene z modro barvo so lastni krmni viri, ki jih doda uporabnik s kopiranjem in spreminjanjem referenčnih sestavin ali z uporabo lastnih podatkov. Program omogoča tudi sestavljanje poljubne krmne mešanice in preverjamo njihovo ustreznost glede na potrebe živali (pojavno okno na desni).

Načeloma velja, da prašiči, ki jim je ponujena krma po volji, pojedjo toliko, da zadostijo svojim potrebam po energiji. Ostala hranila v krmnem obroku je torej smiselno prilagajati glede na predvideno količino dnevno zaužite energije. Na potrebe rastočih prašičev po energiji vpliva njihova teža, od katere so odvisne potrebe po vzdrževanju, rastni potencial oziroma njihova genetska sposobnost za nalaganje mišičnega in maščobnega tkiva, sistem reje ter temperatura okolja. Kadar gledamo priporočila za krmljenje prašičev v posameznih obdobjih pitanja, je potrebno upoštevati dejstvo, da so pripravljena za optimalne razmere reje. Dejanske potrebe naših živali pa se lahko precej razlikujejo.

Primer je sistem reje prašičev na prostem, pri katerem se zaradi izpostavljenosti okoljskim vplivom (npr. nizke temperature) ter bistveno večje aktivnosti živali zaradi gibanja, predvideva, da so potrebe po energiji višje od tistih v standardni hlevski reji. Okvirne potrebe prašičev pitancev po energiji ob krmljenju po volji ter predvideno konzumacijo krme v posameznih obdobjih pitanja podajamo v Tabeli 1.

Tabela 1: Okvirne potrebe prašičev pitancev¹ po energiji (v MJ/kg) ob krmljenju po volji

	Telesna masa živali (kg)			
	25-50	50-75	75-100	100-135
Količina metabolne energije v obroku (MJ/kg)	13,8	13,8	13,8	13,8
Količina neto energije v obroku (MJ/kg)	10,4	10,4	10,4	10,4
Predvidena konzumacija neto energije ² (MJ/dan)	16,45	23,18	24,71	30,50
Predviden prirast (kg/dan)	0,76	0,90	0,92	0,87
Predvidena konzumacija krme ² (kg/dan)	1,58	2,23	2,64	2,93

¹ Priporočilo je prirejeno za rejo srednje hitro rastočih genotipov modernih pasem mešanega spola (polovica svinj in polovica kastratov) v standardni hlevski reji.

² V predvideni konzumaciji je upoštevan 5% raztros krme.

Glavni vir energije za prašiče so žita in njihovi stranski proizvodi (Tabela 2). V žitnih zrnih je energija shranjena predvsem v obliki škroba in maščobe. Za prašiče so načeloma žita okusna in dobro prebavljiva, potrebno pa je upoštevati, da se vsebnost hranil med neoluščenimi in oluščenimi žitnimi zrnji močno razlikuje.

Najpogostejša žita, ki se uporabljajo v prehrani prašičev so koruza, pšenica in ječmen. Koruza zaradi visoke vsebnosti škroba (60-65%) in maščob (3,5%) ter nizke vsebnosti vlaknin (2,5%) vsebuje več energije kot druga žita. Po drugi strani, je vsebnost surovih beljakovin (7 do 9 %) in vsebnost lizina (0,25 %) v koruzi nekoliko nižja, hkrati pa je prebavljivost beljakovin, ki jih vsebuje razmeroma visoka (75 do 85 %). Tudi pšenica je pogost krmni vir v prehrani prašičev. Koncentracija škroba in vlaknin v pšenici je podobna kot v koruzi, vendar pšenica vsebuje manj maščob (1,8 %), kar pomeni, da je njena energijska vsebnost nižja (91 do 97 % tiste pri koruzi). Vsebnost surovih beljakovin (14%) in aminokislin, zlasti lizina (0,40%), treonina in triptofana so v pšenici višje kot v koruzi. Tudi prebavljivost aminokislin je relativno visoka in podobna kot pri koruzi (75 do 85 %).

Zaradi teh lastnosti lahko v primeru vključevanja pšenice v krmni obrok zmanjšamo količino drugih virov beljakovin in aminokislin, kot so sojine in sončnične tropine ali pogače. Tudi ječmen se tradicionalno uporablja za prehrano prašičev. Ječmen vsebuje nižjo koncentracijo škroba (50 %) in maščob (2 %) ter večjo koncentracijo vlaknin (5 %) v primerjavi s koruzo. Vlaknine v ječmenu so relativno dobro prebavljive (večji delež topnih vlaknin), kar pozitivno vpliva na zdravje črevesja, lahko pa zmanjša konzumacijo in vpliva na konsistenco blata. Vsebnost surovih beljakovin (11 %) in vsebnost lizina (0,40 %) sta v ječmenu višja kot v koruzi, prebavljivost aminokislin pa je podobna (75 do 85 %). Zaradi nižje vsebnosti maščob, je v končnih fazah pitanja priporočljivo delež ječmena povišati na račun vsebnosti koruze. S tem bo tudi hrbtna slanina vsebovala bolj nasičene maščobne kisline in bo torej bolj primerna za sušene mesnine. Oves se večinoma prideluje za prehrano ljudi in se uporabljajo za krmo le v manjšem deležu. Vsebuje manj škroba (39 %), več maščob (5 %) in vlaknin (12 %) v primerjavi s koruzo in drugimi žiti. Vsebnost surovih beljakovin (11 %) in vsebnost lizina (0,5 %) sta v ovsu višja kot v koruzi. Ovsene beljakovine imajo ugodno aminokislinsko sestavo in visoko prebavljivost (80 do 90 %). Vendar pa je kljub ugodni aminokislinski sestavi, uporaba ovsu v prehrani prašičev omejena zaradi visoke vsebnosti netopnih vlaknin. Lahko pa njegova vključitev v obrok izboljša zdravje črevesja in zmanjša drisko npr. po odstavitvah. Tudi sirek je odličen vir energije v prehrani prašičev, ki lahko skoraj enakovredno nadomesti koruzo, saj vsebuje podobno količino škroba in vlaknin, le vsebnost maščob je nekoliko nižja. Sirek ima 98 do 99 % energijske vrednosti koruze. Prašiči, krmljeni z sirkom namesto koruze imajo na splošno podobne priraste, vendar nekoliko slabšo konverzijo. Izkoristek lahko izboljša fino mletje. Tudi vsebnost surovih beljakovin (9 %) in lizina (0,20 %) sta v sirku podobni kot v koruzi, vendar je prebavljivost aminokislin nekoliko slabša (70 do 75 %). Pri vključevanju sirka v obrok, je potrebno upoštevati prisotnost taninov, saj lahko tanini v večjih koncentracijah negativno vplivajo na prebavljivost aminokislin. Sirek v splošnem vsebuje tudi več nasičenih maščobnih kislin in manj večkrat nenasičenih maščobnih kislin kot koruza, kar lahko izboljša kakovost hrbtna slanina še posebej kadar ga vključujemo v končni fazi pitanja. V prehrani prašičev se uporabljajo tudi pira, tritikale, rž in proso.

Maščobe in olja, ki vsebujejo približno 2,5-krat več energije kot žita, se pogosto uporablja za povečanje energijske vsebnosti krme. Vendar je potrebno upoštevati, da v kolikor se energijska vsebnost krme poveča, na primer z vključitvijo dodatnih maščob, se zauživanje krme zmanjša. Prašiči, hranjeni s takšno krmo, bodo na splošno hitreje priraščali in izboljšala se bo učinkovitost prirasta, vendar se lahko poveča tudi nalaganje maščob, če večji vsebnosti energije v obroku ne prilagodimo tudi količine prebavljivih proteinov.

Žitni stranski proizvodi imajo nižjo vsebnost energije ter visok delež vlaknin, hkrati pa je njihova hranilna vrednost lahko zelo variabilna. Če obrok vsebuje prekomerne količine vlaknin (>5–7 %) brez sorazmernega povečanja količine maščob, se stopnja in predvsem učinkovitost prirasta zmanjšata.

Prašiči zaužito krmo prebavijo, absorbirajo in presnavljajo, sproščena hranila pa uporabijo za vzdrževanje telesnih funkcij ter prirast. Natančna ocena energijske vsebnosti krmil omogoča sestavo obrokov, ki zagotavljajo optimalno rast prašičev in zmanjšuje stroške krme. Za določanje količin razpoložljive energije v krmilih in krmnih mešanicah so bili v preteklosti razviti različni energetske sistemi (sistem prebavljive, sistem metabolne in sistem neto energije). Med njimi je sistem neto energije najbolj dovršen, saj upošteva energijo, ki jo ima žival dejansko na voljo za rast in telesne funkcije. To je še posebej pomembno kadar je krma bogata z beljakovinami ali vlakninami, saj se pri prebavi in presnovi le teh veliko energije sprosti v obliki toplote. Kljub temu, pa tudi sistem neto energije ne more natančno napovedati resničnih energijskih vrednosti krmil in krme zaradi pomembnih interakcij med živalmi, okoljem in značilnostmi krmil. V prihodnosti je torej možen razvoj izboljšanih energetskih sistemov, ki bodo temeljili na sofisticiranih analitičnih postopkih in modeliranju, upoštevajoč transformacije energije za posamezne telesne funkcije, na katere vplivajo živali, okolje in samo krmilo.

Tabela 2: Vsebnost energije (v MJ/kg) in hranilnih snovi (v %) ter priporočena maksimalna količina v obroku (v %) nekaterih krmnih komponent, ki služijo kot vir energije v prehrani prašičev pitancev

	Suha snov (%)	Surovi pepel (%)	Surove beljakovine (%)	Surove maščobe (%)	Surove vlaknine (%)	Škrob (%)	Sladkorji (%)	Metabolna energija (MJ/kg)	Neto enetgija (MJ/kg)	Lizin (%)	Najvišji priporočen delež v obroku (%)	Omejitve
Ječmen	87,2	2,2	9,9	1,7	4,7	52,3	2,2	12,4	9,5	0,38	/	visok delež vlaknin
Koruza	86,3	1,2	7,6	3,6	2,3	63,8	1,7	13,8	11,0	0,23	/	/
Pšenica	86,9	1,5	11,0	1,4	2,4	60,0	2,6	13,3	10,4	0,32	/	/
Pira	88,0	1,9	13,0	1,8	1,5	53,9	6,8	12,5	9,6	0,41	/	/
Oves	87,6	2,6	9,4	4,7	11,5	36,8	1,3	10,8	8,1	0,40	40	visok delež vlaknin
Rž	86,7	1,8	8,5	1,2	2,0	53,7	3,1	13,0	10,0	0,34	30	variabilnost, anti-nutritivni faktorji (ergotamin)
Tritikale	86,8	1,8	10,0	1,2	2,5	58,8	3,0	13,1	10,2	0,39	/	visok delež vlaknin, variabilnost
Pšenična krmilna moka	87,6	1,5	13,3	2,4	1,0	61,1	4,9	14,9	11,5	0,50	35	visok delež vlaknin, variabilnost
Pšenični otrobi	86,9	4,8	15,3	3,3	9,2	19,4	6,9	8,8	6,2	0,61	35	visok delež vlaknin, nizka nasipna gostota
Sirek	87,8	1,9	9,3	2,9	2,5	64,6	1,1	14,0	11,0	0,22	20	anti-nutritivni faktorji (tanini)
Proso	90,6	3,6	12,9	5,1	6,7	58,2	1,7	13,1	10,4	0,29	/	/
Melasa	72,3	10,3	4,2	1,0	0	0	45,7	9,0	6,3		5	predelava krme
Rezanci sladkorne pese	88,9	6,3	7,9	0,8	17,2	0,9	7,0	10,2	6,2	0,46	15	visok delež vlaknin
Ovseni kosmiči	87,6	2,6	9,4	4,7	11,5	36,8	1,3	10,9	8,3		/	/
Dehidrirana lucerna	90,8	11,9	18,3	2,7	23,0	2,8	3,2	7,2	4,1	0,85	15	visok delež vlaknin
Repično olje	99,9	0,2	0	99,6	0	0	0	34,3	30,7	0	5	rokovanje