KRMIVA

ISSN 0023-4850 (Tisak)
ISSN 1848-901X (Online)

ZAMJENA SOJE BOBOM KAO ALTERNATIVNIM BJELANČEVINASTIM KRMIVOM U HRANIDBI PREŽIVAČA: PROIZVODNI I ZDRAVSTVENI UČINCI

REPLACING SOYBEAN WITH FABA BEAN AS AN ALTERNATIVE PROTEIN FEED IN RUMINANT NUTRITION: PRODUCTION AND HEALTH EFFECTS

Z. Antunović, M. Ronta, J. Novoselec, M. Đidara, L. Šramek, Željka Klir Šalavardić

Pregledni znanstveni članak - Review scientific paper
Primljeno - Received: 05. ožujak - March 2026
Revidirano - Revised: 24. travanj - April 2026
Prihvaćeno - Accepted: 22. svibanj - May 2026
https://doi.org/10.33128/k.68.1.4
UDK 636.2/.3.085.8:635.651

SAŽETAK

Korištenje boba kao zamjene za sojinu sačmu/soju u hranidbi preživača dobiva sve više na značenju. Ograničenje u njegovu korištenju predstavlja sadržaj antinutritivnih tvari u bobu, koje mogu smanjiti probavljivost i ješnost u istraživanih životinja. Potrebno je naglasiti da noviji kultivari boba imaju značajno manji udio antinutritivnih tvari te su prikladni u hranidbi preživača. Cilj je ovoga rada istražiti mogućnosti korištenja boba kao zamjene za soju/sojinu sačmu u hranidbi preživača analizom dostupne literature. Zamjena sojine sačme bobom u hranidbi preživača ima značajan potencijal jer ne dolazi do narušavanja proizvodnih svojstava niti zdravstveno-imunosnoga statusa. Također, ima određen pozitivan utjecaj na kvalitetu mesa istraživanih životinja u pogledu masnokiselinskoga sastava.

Ključne riječi: bob, sojina sačma, soja, bjelančevine, preživači, proizvodni i zdravstveni učinci

UVOD

Soja je kvalitetno bjelančevinasto krmivo koje se najčešće koristi u hranidbi domaćih životinja pri zadovoljavanju potreba za obrokom bjelančevinama (Domaćinović, 2006.). Soja je kao krmivo vrlo tražena u europskim zemljama. Prema podatcima navedenima u radu van Looa i sur. (2023.), značajni su uvozi soje u zemlje EU-a, koji zajedno s Ujedinjenim Kraljevstvom iznose oko 14 milijuna tona zrna soje i 18 milijuna tona sojine sačme. Više od 95 % uvezene soje koristi se u hranidbi životinja, što se smatra neodrživim iz ekološke perspektive zbog neučinkovitosti pretvorbe uključene u životinjsku proizvodnju i zbog (ne)izravne promjene korištenja zemljišta u zemljama izvoznicama soje (van Loon i sur., 2023.). Međutim, kako je sve veći udio GMO soje koja se koristi u hrani za životinje, potrebno ju je nadomjestiti odgovarajućom zamjenom/krmivom. Nadalje, soja koja nije genetski modificirana cjenovno je skuplja i manje je dostupna na svjetskome tržištu (COM, 2022.). Najčešće su to mahunarke koje mogu uspijevati u zadanim klimatskim zonama i kvalitetom tala. Navedenomu će doprinijeti i provedba nove EU-ove uredbe 2023/1115 o deforestaciji i degradaciji šuma, čime se ograničuje uvoz soje proizvedene na takvim poljoprivrednim zemljištima u zemlje EU-a, što će dodatno opteretiti cijenu soje na svjetskome tržištu. Bob je jedno od takvih krmiva koje bi moglo zamijeniti soju. Međutim, bob sadrži i određene antinutritivne tvari koje nisu pogodne u hranidbi životinja. Međutim, novi-ja istraživanja upućuju da noviji kultivari boba imaju relativno mali sadržaj takvih tvari te su pogodniji i

Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, e-mail: zvonko.antunovic@fazos.hr, (ORCID: 0000-0002-4922-705X); doc. dr. sc. Mario Ronta, e-mail: mario.ronta@fazos.hr, (ORCID: 0000-0003-0858-7566); prof. dr. sc. Josip Novoselec, e-mail: josip.novoselec@fazos.hr, (ORCID: 0000-0001-9763-3522); Prof. dr. sc. Mislav Đidara, e-mail: mislav.didara@fazos.hr, (ORCID: 0000-0002-0748-1228); Luka Šramek, e-mail: luka.sramek@fazos.hr; izv. prof. dr. sc Željka Klir Šalavardić, e-mail: zeljka.klir@fazos.hr, (ORCID: 0000-0003-4078-6864); Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

mogu se koristiti u hranidbi preživača i bez dodatne obrade zrna boba. Primjena takvih krmiva se posljednjih godina dosta istražuje, a jedno od tih krmiva je bob, čiji noviji kultivari imaju značajno manji udio antinutritivnih tvari te su prikladni u hranidbi preživača. Cilj je ovoga rada analizom dostupne literature istražiti proizvodne i zdravstvene učinke boba kao alternativnoga bjelančevinastog krepkog krmiva kao zamjene za soju u obrocima domaćih preživača.

BOB (*VICIA FABA* L.) – PRIPADNOST, PROIZVODNJA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST

Bob je jednogodišnja leguminoza koja pripada porodici mahunarki (*Fabaceae*). Smatra se da je bob jedan od najstarijih usjeva. Bogat je kvalitetnim bjelančevinama (prosječno oko 30 % suhe tvari), s dobrim aminokiselinskim sastavom (Martineau-Côté i sur., 2022.; Meng i sur., 2021.; Tablica 1.).

Tablica 1. Prosječna nutritivna vrijednost (g/kg suhe tvari) zrna boba (prilagođeno prema Meng i sur., 2021.)
Table 1 Average nutritional value (g/kg dry matter) of faba bean (adapted from Meng et al., 2021)

Sastojak Constituent	Srednja vrijednost Average value	Min.	Maks.	Sastojak Nutrients	Srednja vrijednost Average value	Min.	Maks.
Suha tvar Dry matter	893,92	859,5	960,05	***Esencijalne aminokiseline Essential amino acids***			
Organska tvar Organic matter	944,55	854,5	965,8	Sir. bjelančevine Crude proteins	300,90	272,6	340,6
Pepeo / Ash	40,5	28,7	73	Lisin / Lysine	16,3	6,7	20,8
Sir. bjelančevine Crude proteins	282,22	210	340,63	Treonin Threonine	9,3	3,5	12,9
Eterni ekstrakt Ether extract	17,62	8,4	41	Metionin Methionine	2	0,9	2,9
Sirova vlakna Crude fiber	97,21	15	224	Cistin Cystine	2,8	1	4,1
NDV	220,6	119	426	Izoleucin Isoleucine	9,8	3,9	11,7
KDV	115,78	102,6	134,7	Valin / Valine	11,2	4,4	13,6
KDL	25,12	19,1	40	Leucin / Leucine	18,6	7,1	25,4
Ukupni ugljikohidrati Total carbohydrates	565,27	457	701	Fenilalanin Phenylalanine	10,6	4,1	12,7
Škrob	360,1	300,74	417	Histidin / Histidine	7,2	2,8	8,9
Šećer	42,8	40	45,6	Arginin / Arginine	22,5	9,8	27,8
Mineralne tvari Minerals content				Glicin Glycine	10,9	4	14,7
K	9,76	7,53	12	***Neesencijalne aminokiseline Non-essential amino acids***			
P	3,74	0,69	5,62	Tirozin / Tyrosine	8	2,9	10
Ca	2,24	0,37	3,9	Alanin / Alanine	10,7	3,9	15,1
Mg	0,93	0,08	1,4	Aspartat / Aspartic acid	26,9	10,2	38,6
Cl	1	1	1	Glutamin / Glutamic acid	42,8	14,9	57,5
Na	0,5	0,5	0,5	Serin / Serine	12,4	4,4	18,4
Fe (mg/kg ST)	116,65	81,5	151,8	Prolin / Proline	11,7	4	18,7
Zn (mg/kg ST)	52	40	64	***Energetska vrijednost (MJ kg ST) Energy value***			
Mn (mg/kg ST)	26,4	24,8	28	ME	12,63	11,3	13,8
Cu (mg/kg ST)	24,9	24,9	24,9	PE	14,6	14,19	15

ST - suha tvar / dry matter; Min. - minimalno; Maks. - maksimalno; NDV - neutralna detergent vlakna / Neutral detergent fiber; KDV - kisela detergent vlakna / Acid detergent fiber; KDL - kiseli detergent lignin / Acid detergent lignin; ME - metabolička energija / Metabolizable energy; PE - probavljiva energija / Digestible energy

Bob nije genetski modificiran i dosad nema utvrđenih alergena, što mu daje prednost u odnosu na soju (Calabró i sur., 2014.). Bob je podrijetlom iz jugozapadne Azije, a stari su ga Grci i Rimljani, kao i ostali europski narodi, koristili u prehranu (Gagro, 1997.). Uzgaja se diljem svijeta na preko 2,5 milijuna ha zemljišta, s prinosom oko 5 milijuna tona godišnje i prosječnim godišnjim prinosom od 1.960 kg/ha (FAO, 2018.). Najviše se uzgaja u Kini (oko 37 %), Etiopiji (oko 21 %), te u Ujedinjenom Kraljevstvu i Australiji (oko 8 % svjetske proizvodnje). Posljednjih godina rastu površine zasijane bobom i u Europi. Bob je vrlo prilagodljiva biljka za uzgoj u različitim klimatskim područjima i na tlima različite kvalitete. Također ga odlikuje i visoka učinkovitost fiksacije dušika, koja je najveća među mahunarkama u hladnoj sezoni (Álvarez-Iglesias i sur., 2018.), čime se smanjuje uporaba komercijalnih dušičnih gnojiva, što doprinosi održivosti agroekosustava (Khazaei i sur., 2019.a). Tradicionalno se koristi u prehrani ljudi, a sve se više koristi i u hranidbi životinja, s novim smjerom korištenja kao zamjena za soju/sojinu sačmu (Meng i sur., 2021.). U usporedbi sa sojom i graškom, bob ima viši udio lizina, leucina, izoleucina, treonina, histidina i aromatskih aminokiselina te nešto niži udio metionina, cisteina i triptofana (Małgorzata i sur., 2018.; Leterme i sur., 1990.).

Utvrđeno je (Meng i sur., 2021. i Ferruzzi i sur., 2009.) da se primjenom različitih postupaka obrade zrna boba (kuhanje, autoklaviranje, ljuštenje i dr.) zadržava njegova nutritivna vrijednost (Tablice 2 i 3), uključujući sadržaj esencijalnih aminokiselina i većine minerala, osim kalija i magnezija. Također je pri primjeni navedenih postupaka došlo do povećanja probavljivosti hranjivih tvari boba, što se povezuje s umanjenjem sadržaja antinutritivnih tvari.

Tablica 2. Sadržaj određenih antinutritivnih tvari u bobu (g/kg) - sumarni pregled literature (prilagođeno prema Meng i sur., 2021.)

Table 2 Content of certain antinutritive factors in faba bean (g/kg) - summary literature review (adapted from Meng et al., 2021)

Sastojak / Constituent	Mean	Minimum	Maximum	SD
Ukupni polifenoli / Total phenolics	17,56	10,7	28,48	7,79
Tanini / Tannins	7,38	0,06	14,5	4,72
Vicin / Vicine	5,95	0,99	12,38	3,81
Fitinska kiselina / Phytic acid	9,24	1,7	21,25	7,59
Konvicin / Convicine	2,72	1,35	3,88	0,81
Polifenoli / Poliphenols	2,49	-	-	-
Aktivnost inhibitora tripsina Trypsin inhibitor activity	0,9	0,6	1,5	0,36
Daidzein (mg/kg)	0,1	-	-	-

Mean - srednja vrijednost / Average values; SD - standardna devijacija / Standard deviation

Tablica 3. Utjecaj različitih tretmana na sadržaj hranjivih tvari u zrnu boba (Ferruzzi i sur., 2009.)

Table 3 Influence of different treatments on the content of nutrients in faba bean (Ferruzzi et al., 2009)

Tretman zrna boba Treatment of faba bean	Sadržaj hranjivih tvari (g/kg suhe tvari) / Nutrient content (g/kg dry matter)				
	Sirove bjelančevine Crude proteins	Eterni ekstrakt Ether extract	NDV	KDV	KDL
Suho	295	12,6	245	135	19,1
Oljušteno	338	12,2	123	23,5	7,2
Prženo	297	12,9	213	129	17,7
Kuhano	290	12,8	241	174	15,9

NDV - neutralna detergent vlakna / Neutral detergent fiber; KDV - kisela detergent vlakna / Acid detergent fiber; KDL - kiseli detergent lignin / Acid detergent lignin

Zrno boba sadrži različite antinutritivne tvari (vicin, konvicin, tanini, inhibitori tripsina i dr.) koji mogu umanjiti unos i bioraspoloživost bjelančevina i minerala te imati i toksičan učinak (Mattila i sur., 2018.). Sadržaj antinutritivnih tvari u zrnu boba značajno se umanjuje toplinskom obradom zrna (Shi i sur., 2018.; Khalil i Mansour, 1995.; Khazaei i sur., 2019.b; Tablica 4.). Međutim, noviji kultivari boba imaju značajno manji sadržaj antinutritivnih tvari, čime su pogodniji u hranidbi preživača i mogu se koristiti kao neprerađeno suho zrno (Khazaei i sur., 2019.a; Hou i sur. 2018.).

Primjena boba kao zamjene za soju u hranidbi preživača (goveda, ovce i koze)

Bob u hranidbi preživača može biti vrlo korisno krmivo te se s obzirom na svoju hranjivu vrijednost može koristiti kao zamjena za soju (Yang, 2021.). Kod preživača zrno boba ima visok stupanj probavljivosti te predstavlja izvrstan izvor bjelančevina i energije (Heuzé i sur., 2015.). U usporedbi sa sojom, zrno boba ima povoljniji omjer esencijalnih i ukupnih aminokiselina, što bjelančevinu čini kvalitetnijom (Angell i sur., 2016.). Također, kod preživača predstavlja dobar izvor takozvane *bypass*-bjelančevine, a jedan od razloga jest visok sadržaj kondenziranih tanina, koji se vežu u kompleksne spojeve s bjelančevinama i na taj način otežavaju njihovu razgradnju u buragu (Dixon i Hosking, 1992.; Frutos i sur., 2004.; Crépon i sur., 2010.; Mohamaden i sur., 2020.). U usporedbi sa sojom, bob sadrži sličnu količinu ukupnih tanina i polifenola, dok je količina inhibitora tripsina niža (Berger i sur., 1999.). Za razliku od nepreživača, antinutritivne tvari se kod preživača mogu inaktivirati u buragu te stoga nemaju značajan negativan utjecaj (Holmes i sur., 1993.). Osim toga, postoje brojne metode s pomoću kojih se dodatno može smanjiti utjecaj antinutritivnih tvari. Jedan od načina uključuje i korištenje sorte s nižim udjelom tanina, kakvom su se u svojem istraživanju koristili Micek i sur. (2012.) i pritom utvrdili veću *in vitro* probavljivost hranjivih tvari. Brojne toplinske obrade, poput tostiranja, prženja i ekstrudiranja, učinkovito smanjuju količinu inhibitora proteaze i antinutritivnih tvari te umanjuju razgradnju bjelančevina i škroba u buragu te na taj način povećavaju njihovu dostupnost u tankome crijevu preživača (Goelema i sur., 1998.; Yu i sur., 2002.; Volpelli i sur., 2010.). Također, utvrđeno je da tretmani poput ekstruzije ili tretiranja organskim kiselinama mogu dodatno poboljšati probavljivost masti i bjelančevina u tankome crijevu (Sharma i Nicholsoii, 1975.; Hejdysz i sur., 2016.).

Iskoristivost nekoga bjelančevinskog krmiva ovisi upravo o probavljivosti bjelančevina u tankome crijevu preživača (Ramos-Morales i sur., 2010.). Prije tankoga crijeva u buragu se prethodno odvija sinteza mikrobnih bjelančevina. Optimalna sinteza mikrobnih bjelančevina iznosi 29 g N/kg fermentabilnih ugljikohidrata (Bach i sur., 2005.). Uzevši u obzir iskoristivost N od 69 % za optimalnu sintezu mikrobnih bjelančevina potrebno je 42 g buragu dostupnog N/kg fermentabilnih ugljikohidrata (Bach i sur., 2005). U usporedbi sa sojinom sačmom, hranidba bobom kod mliječnih krava rezultira sličnim pH vrijednostima i koncentracijama hlapljivih masnih kiselina, iako može doći do povećanja amonijaka u buragu (Cherif i sur., 2018.). Za razliku od zrna soje, koje gotovo da i ne sadrži škrob, zrno boba sadrži preko 40 % škroba pri omjeru 55 g/N kg ugljikohidrata (Yu i sur., 2002.; Guevara Oquendo, 2020.), što podiže i njegovu energetsku vrijednost, koja je slična ječmu (Frutos i sur., 2004.), a osim toga zrno boba ima i veću razgradivost u buragu o odnosu na zrno soje (Rotger i sur., 2006.). U svojem istraživanju Meng i sur. (2021.) navode kako razgradivost suhe tvari i sirovih bjelančevina sirovoga zrna boba varira ovisno o sorti, okolišnim uvjetima, vrsti preživača, bazalnome metabolizmu, protočnosti buraga te veličini čestica. Zrno boba je, osim navedenoga, bogato i mineralima, osobito kalijem, fosforom, željezom i cinkom, što ga čini vrijednim krmivom u hranidbi preživača (Cazzato i sur., 2014.; Bailey i sur., 2015.).

Tablica 4. Utjecaj toplinske obrade na sadržaj antinutritivnih faktora u zrnu boba (Khalil i Mansour, 1995.)
Table 4 Influence of heat treatment on the content of antinutritive factors in faba bean (Khalil and Mansour, 1995)

Tretman zrna boba Treatment of faba bean	Sadržaj antinutritivnih faktora (g/kg)				
	Tanini Tannins	Fitinska kiselina Phytic acid	Konvicin Convicine	Stahioza Stahiose	Vicin Vicine
Suho / Dry	14,5	3,9	2,7	18,1	6,8
Kuhano / Cooked	6,5	2,7	1,8	9,6	4,4
Autoklavirano / Autoclaved	5,8	2,3	1,6	14,3	4,1

UPORABA BOBA U HRANIDBI PREŽIVAČA KAO ZAMJENA ZA SOJU U PROIZVODNJI MESA

Goveda

Gledajući tovne i klaoničke pokazatelje mladih bikova od odbića do klaoničke mase, Cutrignelli i sur. (2008.b) proveli su istraživanje u kojem su zamijenili sojinu sačmu zrnom boba. Autori nisu utvrdili značajne razlike u proizvodnim i klaoničkim pokazateljima tijekom istraživanja i na njegovu kraju, a jedino je tjelesna masa bila niža u periodu neposredno nakon odbića. Na temelju rezultata autori navode kako se zrno boba može sigurno koristiti u tovu bikova, uz sugestiju da u razdoblju neposredno nakon odbića uz zrno boba treba dodati još jedno bjelančevinsko krmivo, s višom razinom bjelančevina nerazgradivih u buragu. Isti autori (Cutrignelli i sur., 2008.a) proveli su još jedno istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja zrna boba na pokazatelje kvalitete mesa, pri čemu su utvrdili nižu sposobnost vezanja vode u odnosu na životinje hranjene sojinom sačmom. Svi ostali pokazatelji, poput kemijskoga sastava i masnokiselinskoga profila mesa, sadržaja kolesterola, intramuskularnoga, potkožnog i perirenalnog masnog tkiva, nisu se značajno razlikovali. Kurrig i sur. (2020.) preporučili su zamjenu sojine sačme bobom pri hranidbi temeljenoj na silaži trava i kukuruza (80 %) i 20 % krmne smjese, kada su u krmnu smjesu dodali 28 % sojine sačme ili 75 % boba. Slične su rezultate dobili Keller i sur. (2021.), koji korištenjem boba umjesto sojine sačme nisu dobili razlike u proizvodnim i klaoničkim pokazateljima te pokazateljima kvalitete i sastava mesa kod tovne junadi. Sembach i sur. (2024.) proveli su istraživanje u kojem su formulirali obroke brže i sporije razgradive u buragu korištenjem sojine sačme i tostiranoga i sirovog boba te su promatrali utjecaj na razvoj mlade teladi, pri čemu nisu utvrdili značajne razlike između skupina. Na temelju ovih istraživanja može se zaključiti kako je korištenje boba sigurno u hranidbi goveda, no potrebno je provesti daljnja istraživanja da bi se utvrdilo koji je postupak obrade boba i koja je koncentracija u obroku najbolja za pojedinu kategoriju goveda.

Ovce i koze

U dostupnoj literaturi pronađeno je više istraživanja koja ukazuju na opravdanost korištenja boba kao zamjene za soju/sojinu sačmu u hranidbi ovaca i janjadi, a vrlo je mal broj istraživanja provedenim s kozama. Tako su istraživanja Antongiovannija i sur. (2002.) provedena u Italiji s 32 apeninske janjadi pokazala da se bob može uspješno koristiti kao zamjena za soju, ali se osobito naglašava njegovo korištenje u ekološkim sustavima uzgoja. Također je u više istraživanja (Di Grigoli i sur., 2005.; Delmotte i Rampanelli, 2006.) utvrđeno da korištenje boba kao zamjene za sojinu sačmu u krmnoj smjesi janjadi nije dovelo do negativnoga utjecaja na proizvodne učinke (konzumacija i konverzija hrane, tjelesne mase i dnevne priraste te kvalitetu trupova). Također, iz zaključka navedenih istraživanja može se iščitati preporuka davanja mljevenoga zrna boba u smjesu sa žitaricama. Nadalje, u istraživanjima Polidorija i sur. (2018.) provedenima s odbijenom janjadi hranjenom krmnim smjesama u kojima se koristio bob kao zamjena za sojinu sačmu (242 : 160 g/kg krmne smjese) nije utvrđena značajna promjena u tovnim svojstvima janjadi, ali ni u klaoničkim svojstvima, kvaliteti janjećih trupova i kemijskom sastavu janjećega mesa. Autori naglašavaju da je utvrđen značajno veći ukupan sadržaj n-3 masnih kiselina s posljedično povoljnijim omjerom n-6/n-3 te značajno veći sadržaj konjugirane linolne kiseline (CLA) u janjećem mesu skupine hranjene krmnim smjesama, u kojima je sojina sačma zamijenjena bobom. Zaključak navedenoga istraživanja pokazuje opravdanost zamjene sojine sačme bobom u obrocima janjadi u tovu, bez utvrđenih nepovoljnih učinaka na proizvodna i klaonička svojstva janjadi te kvalitetu njihovih trupova, čime se naglašava značajno poboljšanje masnokiselinskoga profila mesa, posebice s obzirom na sadržaj n-3 masnih kiselina i CLA. U istraživanjima Caballera i sur. (1992.) provedenima s janjadi Manchega pasmine u tovu, koja je hranjena smjesama u kojima su u jednom istraživanju sojina sačma, a u drugome sojina i suncokretova sačma zamijenjene bobom, nije bilo značajnoga utjecaja na prosječan dnevni prirast i konverziju hrane niti u jednome istraživanju. Također, u drugome istraživanju, u kojem je u osnovnoj hrani povećan udio boba, nije bilo utjecaja na sadržaj bjelančevina, masti i vode u mesu slabina ili na sastav masnih kiselina bubrežne masti u pokusne janjadi. Pri zamjeni sojine sačme bobom u hranidbi janjadi, Vasta i sur. (2008.) naglašavaju utvrđene manje količine masnoga tkiva u janjećim trupovima te povoljnija senzorska svojstva, što je dovelo do bolje prihvatljivosti kod konzumenata. Također, Bonanno i sur. (2012.) u istraživanju provedenome s muškom janjadi pasmine Comisana hranjenom krmnom smjesom u

kojoj je sojina sačma zamijenjena bobom nisu utvrdili razlike u proizvodnim učincima (konzumacija hrane, dnevni prirasti, konverzija, i prinos janjećega trupa). Pri hranidbi muške janjadi krmnim smjesama u kojima je sojina sačma zamijenjena bobom (do 300 g/kg krmne smjese) također nisu zabilježene promjene proizvodnih učinaka janjadi niti promjene u kvaliteti trupova te nutritivnoga sastava mesa buta i slabina. Slična zapažanja također su potvrdili i Lanza i sur. (1999.) u istraživanju s janjadi hranjenom s 538 g/kg zrna boba kao zamjene za sojinu sačmu (206 g/kg). Navedena zamjena sojine sačme bobom nije utjecala na promjene prinosa trupa i tkiva u trupu niti u fizikalnim, kemijskim i senzorskim osobinama MLD-a. Nadalje, pri hranidbi janjadi peletiranom hranom u kojoj je sojina sačma zamijenjena bobom, u istraživanju Facciolonga i sur. (2014.) također nije utvrđen utjecaj na njihova proizvodna svojstva. Međutim, u prethodno spomenutom istraživanju utvrđene su veće klaoničke mase i bolja konformacija trupova te masniji trupovi janjadi hranjene s bobom. Navedeno je praćeno i utvrđenim nižim koncentracijama kolesterola u krvi istraživane janjadi hranjene obrocima u kojima je izvor bjelančevina bio bob u odnosu na sojinu sačmu (57,54 : 66,69 mg/dl krvi). U istraživanju Al Shabuola i Obeidata (2022.) ječam i sojina sačma zamijenjeni su s 200 g boba u krmnoj smjesi janjadi u tovu tijekom 70 dana. Utvrđena tjelesna masa bila je podjednaka u obje skupine janjadi, dok je janjad hranjena bobom imala veći dnevni prirast, konzumaciju hrane i probavljivost suhe tvari, sirovih bjelančevina i KDV-a. Autori su zaključili da rezultati dobiveni u ovoj studiji pokazuju izvedivost korištenja boba u hranidbi janjadi u rastu s obzirom na utvrđena poboljšanja proizvodnih performanasa. Ben Said i sur. (2023.) potvrdili su opravdanost zamjene sojine sačme zrnom boba u krmnim smjesama u hranidbi odraslih ovnova s obzirom na utvrđena bolja reprodukcijska svojstva, bez utjecaja na kvalitetu ovnujske sperme. Ni i u istraživanjima Yaacouba (2022.), u kojima je bob zamijenjen sojinom sačmom u obrocima jaradi i janjadi u porastu (50:50 % i 25:75 %), nije potvrđen negativan utjecaj na njihova proizvodna svojstva, uz utvrđene pozitivne učinke navedenoga omjera zamjene na kvalitetu mesa istraživanih životinja. Isto su tako i Todini i sur. (2022.) utvrdili opravdanost primjene zrna boba (300 g/dan) u hranidbi angorskih koza i njihove jaradi. U istraživanju Obeidata i sur. (2025.) s janjadi pasmine Awassi potvrđena je opravdanost uključivanja boba u djelomičnoj zamjeni za sojinu sačmu u njihovoj krmnoj smjesi. Naime, autori su u pokusnoj skupini janjadi u obrok uključili 20 % boba, a smanjili udio sojine sačme s 18 % na 12% suhe tvari. Ostvareni proizvodni, klaonički i pokazatelji u krvi ukazuju na njegovu opravdanost korištenja u obrocima janjadi s obzirom na to da nisu utvrđeni negativni učinci njegove primjene.

Sumarni rezultati o korištenju zrna boba u hranidbi janjadi ukazuju na opravdanost njegove primjene kao zamjene za sojinu sačmu u količini 300 g/kg obroka (Meng i sur., 2021.).

U Tablici 5. prikazana su istraživanja u kojima je sojina sačma djelomično ili potpuno zamijenjena zrnom boba u hranidbi janjadi u porastu.

UPORABA BOBA U HRANIDBI PREŽIVAČA KAO ZAMJENA ZA SOJU U PROIZVODNJI MLIJEKA

Goveda

O utjecaju boba u hranidbi preživača provedena su brojna istraživanja. U istraživanju Cherifa i sur. (2018.) sojina je sačma potpuno zamijenjena mljevenim i valjanim bobom u hranidbi mliječnih krava, pri čemu su autori utvrdili izostanak negativnoga utjecaja na konzumaciju suhe tvari, proizvodnju i sastav mlijeka. Osim toga, najveća razgradivost bjelančevina u buragu utvrđena je kod skupine hranjene mljevenim bobom. Sukladno navedenomu istraživanju, Volpelli i sur. (2010.) također nisu utvrdili negativan učinak na proizvodnju i sastav mlijeka djelomičnom zamjenom sačme soje pahuljicama zrna boba (10 %). Oprečno prethodnim istraživanjima, Mordenti i sur. (2007.) u svojem su istraživanju u obroku mliječnih krava sojinu sačmu zamijenili (10 %) kombinacijom boba (10,14 %) i graška (10,14 %) te utvrdili manju konzumaciju suhe tvari i nižu proizvodnju mlijeka kod pokusne skupine. Unatoč dobivenim proizvodnim rezultatima, u sastavu mlijeka porasla je količina masti i laktoze te su iz dobivenoga mlijeka dobili veću količinu sira. Na temelju rezultata autori su utvrdili da je smanjenje konzumacije hrane i proizvodnje mlijeka djelomično kompenzirano poboljšanom kvalitetom mlijeka, odnosno većim udjelom masti i kazeina, što u konačnici rezultira boljim prinosom sira. Do sličnih zaključaka došli su i Hansen i sur. (2021.) te Mogensen i sur. (2010.), koji su

također korištenjem tostiranoga boba dobili manju količinu bjelančevina u mlijeku u odnosu na sirovi bob, čijim korištenjem nisu utvrđene razlike. Hansen i sur. (2021.) rezultate tumače gubitkom škroba, odnosno njegovim neiskorištavanjem za sintezu mikrobijalnih bjelančevina, što se odrazilo na smanjenje esencijalne aminokiseline metionina i sinteze bjelančevina zbog tostiranja.

Ovce i koze

Istraživanja s korištenjem boba kao zamjene za soju u hranidbi malih preživača u proizvodnji mlijeka su rjeđe provođene, za razliku od istraživanja u proizvodnji mesa. Pogodnost boba za zamjenu sojine sačme u hranidbi ovaca u laktaciji utvrdili su Liponi i sur. (2007.). U navedenome istraživanju sojina je sačma zamijenjena bobom (160 : 320 g/kg) u hranidbi ovaca u laktaciji, a nije bilo utjecaja na proizvodna svojstva (tjelesnu masu, indeks tjelesne kondicije, proizvodnju), zdravstveni status i krvne pokazatelje istraživanih ovaca. Također, nije utvrđen utjecaj na prinos i kemijski sastav mlijeka. Navedeno je u suglasju i sa zaključcima di Francije i sur. (2000.), koji nisu utvrdili značajniji utjecaj zamjene sojine sačme bobom u hranidbi ovaca u laktaciji. Međutim, pri hranidbi ovaca u laktaciji obrocima u kojima je u smjesama sojina sačma zamijenjena bobom (450 g boba i 350 g ječma), Bonanno i sur. (2015.) utvrdili su veći prinos mlijeka (710 : 654 g/dan). U intenzivnome uzgoju mliječnih pasmina ovaca (Chios i Frizarta), u istraživanjima Kalogiannija i sur. (2022.) provedenima na 112 odraslih ovaca tijekom četveromjesečne laktacije u Grčkoj, u kojima je sojina sačma zamijenjena smjesom alternativnih bjelančevinastih krmiva (bob, sačma uljane repice i pogača sjemenaka pamuka) u količini od 3/4, utvrđeno je poboljšanje prinosa mliječne masti i smanjenje električne vodljivosti mlijeka kao pokazatelj poboljšanoga

Tablica 5. Utjecaj hranidbe zrnom boba kao zamjene za sojinu sačmu u hranidbi janjadi u porastu
Table 5 Influence of Faba bean feeding instead of soybean meal in the diet of growing lambs

Tretman Treatment	Udio boba (g/kg) Share *Vica faba* L.	Prosječna konzumacija (kg/dan) Average consumption (kg/day)	Prosječni dnevni prirast (g/dan) Average daily gain (g/day)	Konverzija hrane Food conversion	Prinos trupa Carcass yield (%)
Suho zrno boba u TMR-u[1*] Dry grain of Faba bean in TMR[1*]	0 538	- -	233 219	- -	46,1 46,1
Suho zrno boba u krmnoj smjesi[2*] Dry gain of Faba bean in feed mixture[2*]	0 758	0,800 0,826	186 178	4,68 4,82	45,3 45,7
Bob - pelete[3*] Faba bean - pellets[3*]	0 (12%) 25%	- -	160 210	4,71 3,67	52,22 49,19
Suho zrno boba i TMR-u[4*] Dry gain of Faba bean and TMR[4*]	0 150 300	- - -	130 170 180	6,38 5,17 4,97	50,4 47,4 46,8
Suho zrno boba u krmnoj smjesi[5*] Dry gain of Faba bean in feed mixture[5*]	0 242	1,13 1,14	199 186	5,69 6,13	55,6 54,3
Suho zrno boba u krmnoj smjesi[6] Dry gain of Faba bean in feed mixture[6]	180 200 (+120 SS)	- -	198,8 229,9	5,53 5,08	- -

TMR - total mix ration; [1]Lanza i sur. (1999.); [2]Bonanno i sur. (2012.); [3]Facciolongo i sur. (2014.); [4]Lestingi i sur. (2015.); [5]Polidori i sur. (2018.); [6]Al Shabuol i Obeidat (2022.); *janjad muškog spola / male lambs; SS - sojina sačma / soybean meal

zdravstvenog statusa vimena, bez štetnoga utjecaja na ostale proizvodne pokazatelje ovaca i kvalitetu mlijeka (prinos i sadržaj bjelančevina, laktoze i ukupne suhe tvari mlijeka). Slična istraživanja provedena su sa zrnjem leguminoza (smjesa boba, lupine, graška i grahorice) u potpunoj zamjeni sojine sačme u krmnoj smjesi u hranidbi 40 intenzivno uzgajanih Chios ovaca tijekom 60 dana u Grčkoj (Vouraki i sur., 2023.). Nije utvrđen značajan utjecaj zamjene u krmnim smjesama ovaca na proizvodnju i kemijski sastav mlijeka (uz povećanje u zadnjem mjerenju u pokusnoj skupini prinosa bjelančevina, laktoze i suhe tvari bez masti i sadržaja laktoze) te indeks tjelesne kondicije, ali je utvrđena manja konzumacija krmne smjese u kojoj je sojina sačma zamijenjena smjesom zrnja leguminoza. Navedeni autori sugeriraju da je moguća zamjena sojine sačme zrnjem leguminoza bez štetnoga utjecaja na proizvodnost istraživanih ovaca.

U Tablici 6 prikazana su proizvodna svojstva ovaca u laktaciji hranjenih obrocima u kojima je sojina sačma zamijenjena zrnom boba.

ZDRAVSTVENI I IMUNOSNI UČINCI PRIMJENE BOBA KAO ZAMJENE ZA SOJINU SAČMU U HRANIDBI PREŽIVAČA

Zdravstveni status preživača procjenjuje se određivanjem metaboličkoga profila, koji uključuje utvrđivanje koncentracije energetskih i bjelančevinskih pokazatelja, mineralni status te aktivnosti jetrenih enzima, kao i procjenu imunološkoga odgovora i funkcionalnoga statusa probavnoga sustava. Kod preživača je manje istraživanja izravno uspoređivalo metaboličke pokazatelje pri zamjeni sojine sačme. Ipak, dostupni dokazi upućuju na opravdanost zamjene. Cherif i sur. (2018.) utvrdili su da zamjena sojine sačme i žitarica mljevenim ili valjanim bobom u obrocima mliječnih krava nema negativan učinak na koncentraciju glukoze u krvi, ukupne bjelančevine, albumin, neesterificirane masne kiseline (NEFA) ni β-hidroksibutirat, što ukazuje na očuvan energetski metabolizam. Istraživanje Pitkänena i sur. (2023.) potvrdilo je da prerađeni bob, sa zaštićenim metioninom ili bez njega, održava normalan biokemijski profil plazme usporediv s obrocima na bazi repičine

Tablica 6. Utjecaj hranidbe sa zrnom boba u zamjenu za sojinu sačmu u hranidbi ovaca u laktaciji

Table 6 Influence of faba bean feeding instead of soybean meal in the diet of sheep in lactation

Tretman Treatment	Udio boba (g/kg) Share *Vica faba* L.	Konzumacija suhe tvari (kg/dan) Average consumption (kg/day)	Proizvodnja mlijeka (L/dan) Milk yield (L/day)	Kemijski sastav mlijeka (%) i broj somatskih stanica (SS x 10^3/ml) Kemijski sastav mlijeka (%) i broj somatskih stanica (SS x 10^3/ml)			
				Mast Fat	Bjelančevine Proteins	Laktoza Lactose	SS
Suho zrno boba (krmna smjesa)[1] Dry gain of Faba bean (feed mixture)[1]	0 320	- -	0,784 0,730	6,58 6,76	6,39 6,54	4,25 4,57	834 530
Suho zrno boba (krmna smjesa)[2] Dry gain of Faba bean (feed mixture)[2]	450 g	-	0,710	7,11	6,86	4,29	652
Suho zrno boba (krmna smjesa)[3] Dry gain of Faba bean (feed mixture)[3]	0 81,25	veća konzumacija niža konzumacija	1,16 1,23	6,47 6,49	5,33 5,37	4,65 4,70	-
Suho zrno boba (krmna smjesa)[4] Dry gain of Faba bean (feed mixture)[4]	0 125 g	-	1,09 1,09	68 g 76 g	62 g 66 g	-	5,68* 5,70*

SS - somatske stanice / Somatic cells; [1]Liponi i sur. (2007.); [2]Bonanno i sur. (2015.); [3]Vouraki i sur. (2023.) - smjesa: bob+lupina+grahorica+grašak / Feed mixture: *Vica faba* L. + lupine + vetch + peas; [4]Kalogiannia i sur. (2022.) - smjesa: bob, sačma uljane repice+pogača sjemenki pamuka / Feed mixture: *Vica faba* L. + rapeseed meal + cottonseed cake; * log

sačme i sojine sačme. Zajedno ova istraživanja pokazuju da bob može zamijeniti sojinu sačmu bez narušavanja općega metaboličkog zdravlja, pod uvjetom da su obroci uravnoteženi u pogledu opskrbe aminokiselinama i da su smanjeni antinutritivni čimbenici.

U pogledu metabolizma lipida, dostupna istraživanja na preživačima ne ukazuju na značajne promjene koncentracije pojedinih frakcija lipida plazme nakon zamjene sojine sačme bobom, što dodatno potvrđuje održivost primjene boba kao izvora bjelančevina (Cherif i sur., 2018.; Pitkänen i sur., 2023.).

Pri istraživanju homeostaza minerala u hranidbenim pokusima, u kojima je soja zamijenjena bobom, kod mliječnih krava dostupni dokazi upućuju na to da zamjena boba nema mjerljiv učinak na status Ca, P ili Mg (Cherif i sur., 2018.). Ovi nalazi sugeriraju da su poremećaji mineralne ravnoteže malo vjerojatni kada se bob obrađuje radi smanjenja antinutritivnih spojeva.

Postoje dokazi da obroci temeljeni na bobu mogu utjecati na metabolizam dušika u preživača. Kod mliječnih krava u ranoj laktaciji zamjena sojine sačme poljskim bobom značajno je smanjila koncentracije ureje u krvi ($P < 0,05$), što ukazuje na poboljšanu učinkovitost iskorištavanja dušika kada se bob koristi kao glavni izvor bjelančevina (Tufarelli i sur., 2012.).

Iako su istraživanja imunološkoga odgovora preživača hranjenih bobom ograničena, dostupni podatci ukazuju da bioaktivni spojevi i tanini prisutni u bobu mogu modulirati imunološki odgovor, primjerice smanjenjem parazitskoga opterećenja kod ovaca, što se smatra pokazateljem poboljšane imunološke otpornosti (Werne i sur., 2013.), dok bjelančevine boba sadrže peptide s dokazanim imunomodulatornim potencijalom (Szerszunowicz i Kozicki, 2024).

Pri fermentaciji u buragu kod mliječnih krava zamjena sojine sačme bobom ne mijenja glavne procese fermentacije u buragu. Ukupne koncentracije hlapljivih masnih kiselina, omjer acetata i propionata te pH buraga ostaju stabilni (Cherif i sur., 2018.). Unatoč dosljedno povišenim koncentracijama amonijaka u buragu, nisu zabilježeni negativni učinci na emisije metana, proizvodnju mlijeka ili sastav mlijeka (Cherif i sur., 2018.; Pitkänen i sur., 2023.). Ovi zajednički nalazi podupiru zaključak da je bob održiva alternativa sojinoj sačmi kao izvor bjelančevina za burag kada se uključi u dobro uravnotežene obroke.

ZAKLJUČAK

Analizom dostupne literature o korištenju boba kao zamjene za sojinu sačmu/soju u obrocima preživača može se zaključiti da je ona opravdana. Isto tako, navedena zamjena ima određen potencijal poboljšanja kvalitete mesa u pogledu masnokiselinskoga sastava u hranidbi preživača. S obzirom na analizirana dosadašnja istraživanja na ovu temu, potrebno je proširiti spektar pokazatelja pri istraživanju zamjene sojine sačme bobom u hranidbi preživača, uključujući izradu kompletnoga metaboličkog profila i zdravstveno-imunosnoga statusa, što će dati nove smjernice za daljnji razvoj korištenja boba u hranidbi preživača.

ZAHVALA

Rad financira Europska unija – NextGenerationEU u sklopu NPOO projekta „Hranidbeno modeliranje i metabolomika u funkciji unaprjeđenja stočarske proizvodnje“, HRAMSTOC 581-UNIOS-26.

Funded by the European Union
NextGenerationEU

LITERATURA

1. Al Shabuol, N.L., and Obeidat, B.S. (2022.): Feeding of faba beans (*Vicia faba* L.) enhances the growth performance of lambs. Veterinary World, 906-910. doi: 10.14202/vetworld.2022.906-910
2. Álvarez-Iglesias, L., Puig, C. G., Revilla, P., Reigosa, M. J., Pedrol, N. (2018.): Faba bean as green manure for field weed control in maize. Weed Research, 58: 437–449. doi.org/10.1111/wre.12335
3. Angell, A. R., Angell, S. F., de Nys, R., Paul, N. A. (2016.): Seaweed as a protein source for mono-gastric livestock. Trends in food science & technology, 54: 74-84. doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.014
4. Antongiovanni, M., Acciaioli, A., Franci, O., Ponzetta, M.P., Pugliese, P., Buccioni, A., Badii, M.(2002.): Field bean (*Vicia faba* var. minor) as a protein feed for growing lambs with and without protected lysine and methionine supplementation. Italian jouirnal of animal science, 1: 229-238. doi: 10.4081/ijas.2002.229.
5. Bach, A.C.S.S.M.D., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005.): Nitrogen metabolism in the rumen. Journal of dairy science, 88, E9-E21. doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7.

6. Bailey, R. L., West Jr, K. P., Black, R. E. (2015.). The epidemiology of global micronutrient deficiencies. Annals of nutrition and metabolism, 66(Suppl. 2): 22-33. doi.org/10.1159/000371618

7. Ben Said, S., Gmati, R., Aroua, M., Lassoued, N., Rekik, M., Mahouachi, M. (2023.): Substitution of soyabean meal by faba bean improves body weight, sperm production and testosterone concentration in mature Queue Fine de l'Ouest rams. Tropical Animal Health and Production, 55: 226. doi.org/10.1007/s11250-023-03619-y

8. Berger, J. D., Siddique, K. H. M., Loss, S. P. (1999.). Cool season grain legumes for Mediterranean environments: Species× environment interaction in seed quality traits and anti-nutritional factors in the genus Vicia. Australian Journal of Agricultural Research, 50(3): 389-402. doi.org/10.1071/A98098

9. Bonanno, A., Tornambè, G., Grigoli, A. D., Genna, V., Bellina, V., Miceli,G. D., Giambalvo, D. (2012.): Effect of legume grains as a sourceof dietary protein on the quality of organic lamb meat. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92: 2870–2875. doi: 10.1002/jsfa.5616

10. Bonanno, A., Di Grigoli, A., Vitale F., Alabiso M., Giosuè C., Mazza, F., Todaro, M. (2015.): Legume grain-based supplements in dairy sheep diet: effects on milk yield, composition and fatty acid profile. Animal Production Science. 56(1): 130-140. doi.org/10.1071/AN14019 2015

11. Caballero, R., Riopérez, J., Fernández, E., Marín, M., T., Fernández, C. (1992.): A note on the use of field beans (*Vicia faba*) in lamb finishing diets. Animnal Production, 54(3): 441-444. doi.org/10.1017/S0003356100020900

12. Calabrò, S., Cutrignelli, M.I., Gonzalez, O.J., Chiofalo, B., Grossi, M., Tudisco, R., Panetta, C., Infascelli, F. (2014.): Meat quality of buffalo young bulls fed faba bean as protein source. Meat Science, 96(1): 591-596. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.08.014

13. Cazzato, E., Laudadio, V., Ceci, E., Tufarelli, V. (2014.). Effect of sulphur fertilization on fatty acid composition of faba bean (*Vicia faba* L.), white lupin (*Lupinus albus* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) grains. Journal of Food Agriculture and Environment, 12: 136-138

14. Cherif, C., Hassanat, F., Claveau, S., Girard, J., Gervais, R., Benchaar, C. (2018.): Faba bean (*Vicia faba*) inclusion in dairy cow diets: Effect on nutrient digestion, rumen fermentation, nitrogen utilization, methane production, and milk performance. Journal of dairy science, 101(10): 8916-8928. doi.org/10.3168/jds.2018-14890.

15. Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P., Duc, G. (2010.): Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. Field crops research, 115(3): 329-339. doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.016

16. Cutrignelli, M. I., Calabrò, S., Bovera, F., Tudisco, R., D'Urso, S., Marchiello, M., Piccolo, V., Infascelli, F. (2008.a): Effects of two protein sources and energy level of diet on the performance of young Marchigiana bulls. 2. Meat quality. Italian Journal of Animal Science, 7(3): 271-285. doi.org/10.4081/ijas.2008.271

17. Cutrignelli, M. I., Piccolo, G., Bovera, F., Calabrò, S., D'Urso, S., Tudisco, R., Infascelli, F. (2008.b): Effects of two protein sources and energy level of diet on the performance of young Marchigiana bulls. 1. Infra vitam performance and carcass quality. Italian Journal of Animal Science, 7(3): 259-270. doi.org/10.4081/ijas.2008.259

18. COM. Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Development of Plant Proteins in the European Union; 757 Final; European Commission: Brussels, Belgium, 2018; pp. 1–15. Available online: https://ec.europa.eu/.../reportplantproteins-com2018-7 (accessed on 20 November 2022).

19. Delmotte, C., Rampanelli, P. (2006.): Whole or crushed faba bean with barley - mixed or fed separately - for feeding indoor reared grass weaned lambs. Renc. Rech. Ruminants, 13: 77-80.

20. Di Francia, A., Masucci, F., Pizzolongo, F., Proto,V. (2000.): Impiego di differenti fonti proteiche per l'alimentazione della pecora:effetto dell'impiego del favino e della farina di estrazione di soia sulle caratteristiche quantiqualitative del latte. Proc.XIV Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C.,Vietri sul Mare (SA), Italy, 1: 345-347.

21. di Grigoli, A., Tornambé, G., Bonanno, A., di Miceli, G. (2005.): Effects of protein concentrates different from soyabean on growth performances and meat quality of 130 days lambs. Renc Rech Rumin, 12: 392.

22. Dixon, R. M., & Hosking, B. J. (1992.): Nutritional value of grain legumes for ruminants. Nutrition Research Reviews, 5(1): 19-43. doi.org/10.1079/NRR19920005

23. Domaćinović, M. (2006.): Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. str. 447.

24. Facciolongo, A.M., Rubino, G., Zarrilli, A., Vicenti, A., Ragni, M., Toteda, F. (2014.): Alternative protein sources in lamb feeding 1. Effects on productive performances, carcass characteristics and energy and protein metabolism. Progress in Nutrition, 16(2): 105-115.

25. Ferruzzi, G., Pistoia, A., Balestri, G., Casarosa, L., Poli, P. (2009.): Effect of different processing methods on the nutritional characteristics and tannin content of fababean seed (*Vicia faba* minor). Italian Journal of Animal Science, 8: 9–12. doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.298

26. Frutos, P., Hervas, G., Giráldez, F. J., Mantecón, A. R. (2004.): Tannins and ruminant nutrition. Spanish journal of agricultural research, 2(2): 191-202. doi.org/10.3390/molecules27238273

27. Goelema, J. O., Smits, A., Vaessen, L. M., Wemmers, A. (1999.): Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. Animal Feed Science and Technology, 78(1-2): 109-126. doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00266-1

28. Guevara Oquendo, V. (2020.): Molecular structural and nutritional evaluation of Faba bean plants as hay and silage for ruminants: Effect of tannin concentration, cutting stage, and frost-damage (Doctoral dissertation, University of Saskatchewan).

29. Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke, Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo. str. 296.

30. Hansen, N. P., Johansen, M., Wiking, L., Larsen, M., Lund, P., Larsen, T., Weisbjerg, M. R. (2021.): Fava beans can substitute soybean meal and rapeseed meal as protein source in diets for lactating dairy cows. Journal of dairy science, 104(5): 5508-5521. doi.org/10.3168/jds.2020-19577

31. Hejdysz, M., Kaczmarek, S. A., Rutkowski, A. (2016.): Extrusion cooking improves the metabolisable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. Animal Feed Science and Technology, 212: 100-111. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.12.008

32. Heuzé, V., Tran, G., Delagarde, R., Lessire, M., Lebas, F. (2015.): Faba bean (*Vicia faba*). Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. https://www.feedipedia.org/node/4926

33. Holmes, J.H.G., Dixon, R.M., Smith, C., Entonu, S., Chau, H., Sanpote, S., Acharyya, B. (1993.): Resistance of trypsin inhibitors to fermentation by rumen microflora. In A. F. B. van der Poel, J. Huisman, H. S. Saini (Eds.), Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds, 70: 183–186. EAAP Publication.

34. Hou, W., Zhang, X., Yan, Q., Li, P., Sha, W., Tian, Y., Liu, Y. (2018.): Linkage Map of a Gene Controlling Zero Tannins (zt^{-1}) in Faba Bean (*Vicia faba* L.) with SSR and ISSR Markers. Agronomy, 8: 80. doi:10.3390/agronomy8060080

35. Kalogianni, A.I.; Moschovas, M.; Chrysanthakopoulou, F.; Lazou, T.; Theodorou, G.; Politis, I.; Bossis, I.; Gelasakis, A.I. (2022.): The Effects of Replacing Soybean Meal with Rapeseed Meal, Cottonseed Cake, and Fava Beans on the Milk Yield and Quality Traits in Milking Ewes. Animals, 12: 274. doi.org/10.3390/ani12030274

36. Keller, M., Reidy, B., Scheurer, A., Eggerschwiler, L., Morel, I., & Giller, K. (2021.): Soybean meal can be replaced by faba beans, pumpkin seed cake, spirulina or be completely omitted in a forage-based diet for fattening bulls to achieve comparable performance, carcass and meat quality. Animals, 11(6): 1588. https://doi.org/10.3390/ani11061588

37. Khalil, A.H., & Mansour, E.H. (1995.): The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans. Food Chemistry, 54: 177–182. doi.org/10.1016/0308-8146(95)00024-D

38. Khazaei, H., Purves, R. W., Hughes, J., Link, W., O'Sullivan, D. M., Schulman, A. H., Björnsdotter, E., Geu-Flores, F., Nadzieja, M., Andersen, S. U., Stougaard, J., Vandenberg, A., Stoddard, F. L. (2019.a): Eliminating vicine and convicine, the main anti-nutritional factors restricting faba bean usage. Trends in Food Science & Technology, 91: 549–556. doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.051

39. Khazaei, H., Wach, D., Pecio, A., Vandenberg, A., Stoddard, F. L. (2019.b): Genetic analysis of photosynthesis- related traits in faba bean (*Vicia faba*) for crop improvement. Plant Breeding, 138: 761– 769. doi. org/10.1111/pbr.12716

40. Kurrig, M., Kreuzer, M., Reidy, B., Sheurer, A., Giller, K. (2020): Replacing soybean meal by alternative protein sources in forage-based diets for growing bulls. Energy and protein metabolism and nutrition: 171-172. doi.org/10.3920/978-90-8686-891-9_25

41. Lanza, M., Pennisi, P., Priolo, A. (1999.): Faba bean as an alternative protein source in lamb diets: Effects on growth and meat quality. Zootecnica Nutrition Animal, 25: 71– 79.

42. Lestingi, A., Toteda, F., Vicenti, A., De Marzo, D., Facciolongo, A.M. (2015.): The Use of Faba Bean and Sweet Lupin Seeds Alone or in Combination for Growing Lambs. 1. Effects on Growth performance, Carcass Traits, and Blood Parameters. Pakistan Journal of Zoology, 47(4): 989-996.

43. Leterme, P., Monmart, T., Baudart, E. (1990.): Amino Acid Composition of Pea (Pisum sativum) Proteins and Protein Profile of Pea Flour. Journal of Science of Food Agriculture, 53: 107–110.

44. Liponi, G.B., Casini, L., Martini, M., Gatta, D. (2007.): Faba bean (*Vicia faba* minor) and pea seeds (*Pisum sativum*) as protein sources in lactating ewes' diets. Italian Journal of Animal Science, 6(suppl. 1): 309-311. doi:10.4081/ijas.2007.1s.309.

45. Małgorzata, S., Jerzy, K., Ewa, H. (2018.): The Effect of Feeding Native Faba Bean Seeds (*Vicia faba* L.) to Sows and SupplementedWith Enzymes to Piglets and Growing Pigs. Annual of Animal Science, 18: 1007–1027. doi: 10.2478/aoas-2018-0039

46. Martineau-Côté, D., Achouri, A., Karboune, S., L'Hocine, L. (2022.): Faba Bean: An Untapped Source of Quality Plant Proteins and Bioactives. Nutrients, 14: 1541. doi.org/10.3390/nu14081541

47. Mattila, P.H., Pihlava, J.M., Hellström, J., Nurmi, M., Eurola, M., Mäkinen, S., Jalava, T., Pihlanto, A. (2018.): Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products. *Food Quality and Safety*, 2(4): 213–219. doi.org/10.1093/fqsafe/fyy021

48. Meng, Z., Liu, Q., Zhang, Y., Chen, Y., Sun, Z., Ren, C., Zhang, Z., Cheng, X., Huang, Y. (2021): Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition: A review. Food Science and Nutrition, 9: 5244–5262. doi: 10.1002/fsn3.2342

49. Micek, P., Kulig, B., Woźnica, P., Sajdak, A. (2012.): The nutritive value for ruminants of faba bean (*Vicia faba*) seeds and naked oat (*Avena nuda*) grain cultivated in an organic farming system. Journal of Animal and Feed Sciences, 21: 773-786. doi.org/10.2478/aoas-2014-0080

50. Mogensen, L., Vestergaard, J. S., Fretté, X., Lund, P., Weisbjerg, M. R., Kristensen, T. (2010.): Effect of toasting field beans and of grass-clover: Maize silage ratio on milk production, milk composition and sensory quality of milk. Livestock Science, 128(1-3): 123-132. doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.011

51. Mohamaden, W. I., Hegab, I. M., Shang-li, S. (2020.): In situ ruminal degradation kinetics and blood metabolites as affected by feeding different sources of tannin and flavonoids to small-tailed Han rams. Livestock Science, 239: 104029. doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104029

52. Mordenti, A. L., Merendi, F., Fustini, M., Formigoni, A. (2007.): Effects of different protein plants in cows diet on milk for Parmigiano Reggiano production. Italian Journal of Animal Science, 6(sup1): 463-465. doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.463.

53. Obeidat, B.S., Al Shaboul, N.L., Alyahya, L. (2025.): Effect of dietary bean (Vica faba L.) inclusion on carcass characteristics, meat quality, and blood biochemistry in Awassi lambs. Veterinary World, 18(7): 1863-1869. doi:10.14202/vetworld.2025.1863-1869

54. Polidori, P. (2018.): Use of faba bean as a replacer of soybean meal in diet of Fabrianese lambs. SDRP Journal of Food Science & Technology, 3, 3.

55. Pitkänen, O., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Räisänen, S.E., Jaakkola, S., Kokkonen, T., Vanhatalo, A. (2023.): Processed fava bean as a substitute for rapeseed meal with or without rumen-protected methionine supplement in grass silage-based dairy cow diets. Journal of Dairy Science, 106(5): 3217-3232. doi.org/10.3168/jds.2022-22897

56. Ramos-Morales, E., Sanz-Sampelayo, M. R., Molina-Alcaide, E. (2010.): Nutritive evaluation of legume seeds for ruminant feeding. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 94(1): 55-64. doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00881.x

57. Rotger, A., Ferret, A., Calsamiglia, S., Manteca, X. (2006.): In situ degradability of seven plant protein supplements in heifers fed high concentrate diets with different forage to concentrate ratio. Animal Feed Science and Technology, 125(1-2): 73-87. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.017

58. Sembach, L. E., Nielsen, L. R. H., Jensen, M. M., Dhakal, R., Hansen, H. H. (2024.): Effect on calf growth of accounting for early in vitro degradation kinetics when composing a calf starter ration. Livestock Science, 283: 105459. doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105459

59. Sharma, H.R., & Nicholson, J.W.G. (1975.): Effects of treating faba beans with formaldehyde or volatile fatty acids on the performance of dairy calves and fistulated sheep. Canadian Journal of Animal Science, 55(4): 705-713. doi.org/10.4141/cjas75-085

60. Shi, L., Arntfielda, S. D., Nickerson, M. (2018.): Changes in levels of phytic acid, lectins and oxalates during soaking and cooking of Canadian pulses. Food Research International, 107: 660–668. doi: 10.1016/j.foodres.2018.02.056

61. Szerszunowicz, I., & Kozicki, S. (2024.): Plant-Derived Proteins and Peptides as Potential Immunomodulators. Molecules, 29(1): 209. doi: 10.3390/molecules29010209

62. Todini, L., Galbraith, H., Malfatti, A., Acuti, G., Barbato, O., Antonini, M., Beghelli, S., Trabalza-Marinucci, M. (2022.): Responses to dietary supplementation with field bean (*Vicia faba* var. minor) in production indices, mohair growth and hormonal parameters in transition Angora goats. Italian journal of animal science, 21(1): 1315–1325. doi.org/10.1080/1828051X.2022.2109520

63. Tufarelli, V., Khan, R.U., Laudadio, V. (2012.): Evaluating the suitability of field beans as a substitute for soybean meal in early-lactating dairy cow: production and metabolic responses. Animal Science Journal, 83(2): 136-40. doi: 10.1111/j.1740-0929.2011.00934.x

64. Uredba (EU) 2023/1115 Europskog parlamenta i Vijeća od 31. svibnja 2023. o stavljanju na raspolaganje na tržištu Unije i izvozu iz Unije određene robe i određenih proizvoda povezanih s deforestacijom i degradacijom šuma

65. van Loon, M.P., Alimagham, S., Pronk, A., Fodor, N., Ion, V., Kryvoshein, O., Kryvobok, O., Marrou, H., Mihail, R., Mínguez, M.I., Pulina, A., Reckling, M., Rittler, L., Roggero, P.P., Stoddard, F.L., Topp, C.F.E., van der Wela, J., Watsonm, C., van Ittersum, M.K. (2023.): Grain legume production in Europe for food, feed and meat-substitution. Global Food Security, 39: 100723. doi.org/10.1016/j.gfs.2023.10072

66. Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., Priolo, A. (2008.): Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminant. Animal Feed Science and Technology, 147: 223–246. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.09.020

67. Volpelli, L.A., Comellini, M., Masoero, F., Moschini, M., Pietro Lo Fiego, D., Scipioni, R. (2010.): Faba beans (*Vicia faba*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. Italian Journal of Animal Science, 9(1): e27. doi:10.4081/10.4081/ijas.2010.e27

68. Vouraki, S., Papanikolopoulou, V., Irakli, M., Parissi, Z., Abraham, E.M., Arsenos, G. (2023.): Legume Grains as an Alternative to Soybean Meal in the Diet of Intensively Reared Dairy Ewes. Sustainability, 15: 1028. doi.org/10.3390/su15021028

69. Werne, S., Perler, E., Maurer, V., Probst, J. K., Hoste, H., Drewek, A., Heckendorn, F. (2013.): Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) and faba bean (*Vicia faba*) on the periparturient rise in ewes infected with gastrointestinal nematodes. Small Ruminant Research, 113(2–3): 454-460. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.03.022

70. Yaacoub, R. (2022.): The effect of replacing soybean meal with Fava bean seeds in daily ration of Lebanese Baladi goat kids and Awassi sheep lambs: 2-Meat quality. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 7(4): 230-247. doi.org/10.22161/ijeab.74.25

71. Yang, J.C. (2021.): Effect of fibrolytic enzyme on lactational performance, feeding behavior and digestibility in lactating dairy cows fed a whole plant faba bean silage-based diet (Doctoral dissertation, University of Saskatchewan).

72. Yu, P., Goelema, J.O., Leury, B. J., Tamminga, S., Egan, A.R. (2002.): An analysis of the nutritive value of heat processed legume seeds for animal production using the DVE/OEB model: a review. Animal Feed Science and Technology, 99(1-4): 141-176. doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00114-1

SUMMARY

The use of faba bean as a substitute for soybean meals/soybeans in ruminant feeding is gaining increasing importance. The limitations in its use are the content of antinutritive factors in faba bean, which can reduce digestibility and palatability in the studied animals. It should be emphasized that newer faba bean cultivars have a significantly lower content of antinutritive factors and are suitable for ruminants feeding. The aim of this paper is to investigate the possibilities of using faba beans as a substitute for soybean/soybean meal in ruminant feeding by analyzing the available literature. Replacing soybean meals with faba bean in ruminant feeding has significant potential because it does not impair production traits or health and immune status. It also has a positive effect on the meat quality in terms of fatty acid composition.

Keywords: faba bean, soybean proteins, ruminants, production and health effects