

Valorizacija sačme iz semena suncokreta u funkciji održive industrijske proizvodnje suncokretovog ulja

Valorization of sunflower seed meal in the function of sustainable industrial production of sunflower oil

Tamara Premović¹, Zoran Milićević², Aleksandra Gajdobranski^{3}*

^{1,3}Univerzitet Union - Nikola Tesla, Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo, Staro sajmište 29, 11070 Beograd, Srbija /

University Union - Nikola Tesla, Faculty of Information Technologies and Engineering, Staro sajmište 29, 11070 Belgrade, Serbia

²Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Ekonomski fakultet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Ul. Kolašinska 156, Kosovska Mitrovica, Srbija /
University of Priština with temporary headquarters in Kosovska Mitrovica, Faculty of Economics in Priština with temporary headquarters in Kosovska Mitrovica, Ul. Kolašinska 156, Kosovska Mitrovica, Serbia

*Autor za prepisku / Corresponding author

Rad primljen / Received: 20.09.2023, Rad prihvaćen / Accepted: 22.01.2024.

Sažetak: Industrijska prerada semena suncokreta i industrijska proizvodnja suncokretovog ulja počela je uvođenjem i primenom postupka ekstrakcije i rafinacije, a nakon toga je proizvodnja sirovog i rafinisanog ulja i sačme postala sve intenzivnija. Povećanjem broja stanovnika na zemlji i razvojem i unapređenjem industrije permanentno se povećavao obim proizvodnje ulja i sačme, agroindustrijske biomase, koje ima višestruku potencijalnu primenu, između ostalih i u ishranu ljudi, a naročito u ishrani životinja. Potražnja za sačmom za proizvodnju hraniva poslednjih decenija na svetskom nivou ima tendenciju rasta koja je u tolikoj meri izražena da se na osnovu potražnje sačme procenjuje proizvodnja ulja, tj. da potrošnja sačme određuje količine uljarica koje će biti upućene na industrijsku preradu. Sačma iz semena suncokreta se na svetskom nivou tradicionalno svrstava u grupu najznačajnijih sačmi iz semena uljarica. Seme suncokreta i ulje iz semena suncokreta među uljaricama, odnosno među biljnim uljem, zauzimaju posebno mesto po obimu svetske proizvodnje i potrošnje. Stoga je važno, poštujući savremene društveno-ekonomske i tržišne okolnosti, a u cilju opstanka i što boljeg pozicioniranja na tržištu, da se industrijska prerada semena suncokreta u proizvodnji ulja i zaostale sačme iz semena suncokreta sprovede uz poštovanje principa cirkularne „zelene“ ekonomije, tj. da se obezbede potrebni preduslovi za uspostavljanje održive industrijske proizvodnje ulja i sačme iz semena suncokreta, uz maksimalno očuvanje i zaštitu životne sredine. Jedan od preduslova uspostavljanja principa cirkularne „zelene“ ekonomije i održive industrijske prerade semena suncokreta, najznačajnije uljarice na području naše zemlje i među vodećim uljaricama na evropskom i svetskom tržištu, je da se uspostavi održiva proizvodnja osnovnog i najznačajnijeg industrijskog gotovog proizvoda iz semena suncokreta, suncokretovog ulja, koja podrazumeva i proizvodnju osnovnog i najznačajnijeg sporednog proizvoda, sačme iz semena suncokreta, adekvatnog sastava i kvaliteta, čija valorizacija treba biti sprovedena na optimalan način.

Ključne reči: održiva industrijska prerada semena suncokreta, održiva industrijska proizvodnja suncokretovog ulja, sačma iz semena suncokreta, tehnološki proces proizvodnje sačme, nutritivni kvalitet sačme iz semena suncokreta, valorizacija sačme iz semena suncokreta.

¹orcid.org/0000-0001-5664-3644, e-mail: tamara.premovic@gmail.com

²orcid.org/0000-0001-7805-0137, e-mail: zoran.milicevic@pr.ac.rs

³orcid.org/0000-0002-4978-5553, e-mail: aleksandragaj@yahoo.com

Abstract: The industrial processing of sunflower seeds and the industrial production of sunflower oil began with the introduction and application of the extraction and refining process, and after that the production of crude and refined oil and meal became increasingly intensive. With the increase in the number of inhabitants on the earth and the development and improvement of industry, the volume of production of oil and meal, agro-industrial biomass, which has multiple potential applications, among others, in human nutrition, and especially in animal nutrition, has permanently increased. The demand for meal for feed production in recent decades at the world level has a tendency to grow, which is so pronounced that oil production is estimated based on the demand for meal, i.e. that the consumption of meal determines the amount of oilseeds that will be sent to industrial processing. Sunflower seed meal is traditionally classified in the group of the most important oilseed meal worldwide. Sunflower seeds and sunflower seed oil among oilseeds, i.e. among vegetable oils, occupy a special place in terms of world production and consumption. Therefore, it is important, respecting the modern socio-economic and market circumstances, and in order to survive and to be positioned in the best possible way on the market, that the industrial processing of sunflower seeds in the production of oil and leftover meal from sunflower seeds is carried out in compliance with the principles of the circular "green" economy, i.e. to ensure the necessary prerequisites for the establishment of sustainable industrial production of sunflower seed oil and meal, with maximum preservation and protection of the environment. One of the prerequisites for establishing the principle of circular "green" economy and sustainable industrial processing of sunflower seeds, the most important oilseed in our country and among the leading oilseeds on the European and world markets, is to establish sustainable production of the basic and most important industrial finished product from sunflower seeds, sunflower oil, which also includes the production of the main and most important secondary product, sunflower seed meal, of adequate composition and quality, the valorization of which should be carried out in an optimal way.

Keywords: sustainable industrial processing of sunflower seeds, sustainable industrial production of sunflower oil, sunflower seed meal, technological process of meal production, nutritional quality of sunflower seed meal, valorization of sunflower seed meal.

UVOD / INTRODUCTION

Poljoprivredna proizvodnja je veoma zavisna od klimatskih uslova, zbog čega je podložna promena i varijabilnosti, što utiče na bezbednost hrane (Janković i dr., 2022). U savremenom društveno-ekonomskom okruženju i najkvalitetniji proizvodi (kako prehrambene industrije, tako i ostalih grana industrije), neretko ostaju neprimećeni na tržištu sa kojeg se povlače i vremenom i isčeznu ukoliko ne ispunjavaju i ostale tržišne uslove opstanka. Po pitanju prehrambenih proizvoda nastalih preradom uljarica, to je pojava koja se sporadično javlja kod nerafinisanih ulja proizvedenih u pogonima manjeg ili srednjeg kapaciteta. Kako bi opstali u tržišnoj utakmici neophodno je da proizvođači ne samo proizvedu jestivo biljno ulje adekvatnog sastava i kvaliteta, već da ispune i ostale preduslove kako bi proizvodnja jestivog biljnog ulja bila održiva. Ti preduslovi se odnose na ispunjenje ekonomske isplativosti proizvodnje i na poštovanje principa zaštite životne sredine u procesu proizvodnje, skladištenja i distribucije nastalih proizvoda. Potrebno je ispuniti zahteve tzv. zelene ili cirkularne ekonomije koja predstavlja svojevrsnu ekonomiju budućnosti. Sporedni proizvodi, nastali „zelenom proizvodnjom“, uz poštovanje principa ekologije i zaštite životne sredine, predstavljaju otpadnu biomasu agroindustrijskog porekla, čije su mogućnosti primene višestruke (Premović, 2022).

Na području naše zemlje, svake godine fabrike ulja proizvode u proseku 250-300 hiljada tona sirovog ulja. Ukupna proizvodnja rafinisanog ulja na našim prostorima iznosi oko 160-180 hiljada tona godišnje. Naše domaće potrebe za jestivim biljnim

uljem iznose oko 33 litre po domaćinstvu ili oko 84 hiljade tona u zemlji. Ukupne domaće potrebe za proizvodima prerade uljarica iznose oko 115 hiljada tona godišnje (Rabrenović & Vujasinović, 2021). Najznačajnije sirovine za industrijsku proizvodnju jestivih biljnih ulja u našoj zemlji su suncokret, soja i uljana repica (Premović, 2014, 2022). Suncokret kao uljarska kultura je do sada tradicionalno dominantan na našim poljima, po zasejanim površinama, po ostvarenoj proizvodnji, kao i po industrijskoj preradi semena u ulje. Budući da suncokretovo ulje čini oko 80% ukupno proizvedenog ulja u domaćim uljarama, stoga i količine zaostale sačme iz semena suncokreta su značajne.

Početak industrijske prerade semena suncokreta i proizvodnje suncokretovog ulja ostvaren je 1923. godine, a sopstvenu rafinaciju fabrika ulja „Domaća“ u Vrbasu (osnovana 1855. godine kao uslužno-prerađivački pogon pod imenom „Vojvodina“), uvela je tridesetih godina 20. veka (Razvoj tehnologije ulja, 2004; <https://vital.rs/>). Od tada do danas površine zasejane pod suncokretom, ostvareni prinosi, kao i količine proizvedenog ulja iz semena suncokreta su varirali pretežno ispoljavajući tendenciju rasta, a suncokret je sve vreme bio najzastupljenija uljarica, a ulje iz semena suncokreta najzastupljenije jestivo biljno ulje, za kojim potražnja i čija potrošnja permanentno beleže porast. Jestivo ulje iz semena suncokreta je i najvažniji industrijski proizvod industrijske prerade semena suncokreta. Visok kvalitet i pristupačna cena, doprineli su da ulje iz semena suncokreta i dalje bude najviše korišćeno ulje u domaćinstvima u našoj zemlji i u okruženju (Krizmanić i dr., 2012) i da se po tradiciji ubraja u najvažnija

jestiva biljna ulja na evropskom i na svetskom tržištu (Premović, 2022).

Industrijskom preradom semena suncokreta, pored jestivog ulja suncokreta, osnovnog i najvažnijeg proizvoda industrijske prerade semena suncokreta, izdvajaju se i sporedni proizvodi (zaostale organske primese, ljuska semena suncokreta, zaostala sačma). Od toga je osnovni i najvažniji sporedni proizvod (i u kvalitativom i u kvantitativnom smislu) sačma iz semena suncokreta, koja zaostaje nakon izdvajanja ulja iz semena (Razvoj tehnologije ulja, 1997, 2004). Mogućnosti naknadne primene izdvojene-zaostale sačme iz semena suncokreta su višestruke, primarno su određene sastavom i kvalitetom izdvojene sačme, koji su determinirani prvenstveno sastavom i kvalitetom polaznog semena uljarica i načinom sprovođenja tehnološkog procesa proizvodnje biljnog ulja i sačme. Ovaj vredan sporedni produkt proizvodnje jestivog biljnog ulja se može koristiti u različite svrhe, na primer kao sirovina u industriji ili za proizvodnju hrane za životinje, međutim, pretežno se sačma tretira kao agroindustrijska biomasa i primenjuje se kao veštačko đubrivo i za proizvodnju biogoriva (Premović, 2022a). U poslednje vreme je sve veća potražnja sačme za ishranu životinja. Potražnja za sačmom za potrebe ishrane životinja je na evropskom i svetskom nivou u tolikoj meri porasla, da se na bazi potražnje sačme procenjuje i proizvodnja ulja, odnosno da potrošnja sačme određuje količine uljarica koje će biti upućene na industrijsku preradu. Sačma iz semena suncokreta je tradicionalno u grupi osam najznačajnijih sačmi na svetu (u koje se ubrajaju: sačma iz semena soje, sačma iz semena uljane repice, sačma iz semena suncokreta, sačma iz semena pamuka, sačma iz koštica uljane palme, sačma iz ploda kikirikija (arašida), sačma iz riblje brašna) i sačma iz kobre kokos palme) i njena proizvodnja i potrošnja i zastupljenost na evropskom i na svetskom tržištu sačme ima tendenciju rasta (www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade).

1. MATERIJALI I METODE / MATERIALS AND METHODS

Zadatak istraživanja je zahtevao primenu metodoloških postupaka, gde se istraživanje najvećim delom zasnivalo na tzv. „istraživanju za stolom“, kao i na prikupljanju primarnih i sekundarnih podataka. Pored naučnih metoda koje će se u radu koristiti, biće korišćene i tabele u kojima će se prezentovati sažeti podaci (Gajdobranski i dr., 2016). Primenom naučnih metoda izvršeno je istraživanje mogućnosti uspostavljanja principa cirkularne „zelene“ ekonomije pri održivoj industrijskoj preradi semena suncokreta u održivoj industrijskoj proizvodnji ulja sun-

cokreta, kroz ostvarivanje ekonomski održive i ekološki opravdane valorizacije sačme, sa posebnim akcentom na primeni zaostale sačme iz semena suncokreta kao hrane za životinje, a čiji su rezultati prikazani u ovom radu (Premović, 2014).

U radu su kao predmet istraživanja sprovedena multidisciplinarna istraživanja o mogućnostima primene modela cirkularne ekonomije i održive industrijske prerade semena suncokreta u održivoj industrijskoj proizvodnji suncokretovog ulja, valorizacijom osnovnog i najvažnijeg sporednog proizvoda industrijske proizvodnje jestivog suncokretovog ulja, sačme iz semena suncokreta, čiji su rezultati prikazani u ovom originalnom naučnom radu. Istraživanja su sprovedena primenom savremenih naučnih metoda sa ekološkog, tehnološkog, nutritivnog i ekonomskog aspekta. U fokusu sprovedenih istraživanja je analiza mogućnosti valorizacije zaostale sačme iz semena suncokreta kao hraniva, koja se daju pre svega putem tabelarnih prikaza.

2. REZULTATI I DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION

2.1. Proizvodnja sačme / Production of shot

Kod industrijske prerade semena semena suncokreta, zaostaju značajne količine ljuske semena suncokreta, koja se uglavnom tretira kao otpadna biomasa industrije ulja. Industrijska prerade semena suncokreta se u uljarama na području naše zemlje sprovodi u cilju proizvodnje sirovog i rafinisanog ulja iz semena suncokreta, uz izdvajanje zaostale sačme. U tehnološkom procesu proizvodnje sirovog i rafinisanog ulja se, ceđenjem ulja iz semena suncokreta izdvojena pogača, dalje tretira u cilju izdvajanja u pogači zaostalog suncokretovog ulja. Stoga se iz zaostale pogače izdvaja ulje i zaostaje sačma (Premović i dr., 2023).

Tehnološki proces izdvajanja ulja iz pogače uz stvaranje sačme obuhvata sledeće operacije: mlevenje pogače - kondicioniranje pogače - flekčenje, lističenje pogače - ekstrakciju ulja iz pogače primenom rastvarača.

Nakon ekstrakcije ulja primenom rastvarača zaostaju:

1. sačma sa rastvaračem, iz koje se uparava rastvarač, a nastala sačma se upućuje na hlađenje, a potom na pakovanje, i

2. miscela, koja se podvrgava destilaciji, na taj način se i iz nje izdvaja sirovo ekstrahovano suncokretovo ulje, koje se upućuje na hlađenje i skladištenje.

Količina rastvarača treba biti adekvatno proračunata i primenjena, što podrazumeva i adekvatnu

rekuperaciju rastvarača, čijom se optimalnom primenom daje doprinos ekonomski održivoj i ekološki opravdanoj industrijskoj preradi semena suncokreta u industrijskoj proizvodnji suncokretovog ulja.

2.2. Sačma iz semena suncokreta / *Sunflower seed shot*

Prerada semena uljarica je po tradiciji umerena na dobijanje jestivog ulja visokog kvaliteta. Nakon izdvajanja ulja delovi semena uljarice zaostaju i u sačmi, kao sporednom proizvodu, kojem se najčešće ne posvećuje dovoljna pažnja u toku procesa proizvodnje. Ovaj vredan sporedni proizvod proizvodnje biljnog ulja može se koristiti u različite svrhe, međutim, pretežno se sačma tretira kao agroindustrijska biomasa i primenjuje se kao veštačko đubrivo ili se prerađuje u biogoriva (Premović, 2022a).

U suncokretovoj sačmi zaostaju delovi polazne sirovine, koji budući da sadrže određene količine zaostalog ulja i značajne količine proteina i ugljenih hidrata, predstavljaju potencijalno veoma vrednu sirovinu za prehrambenu industriju i za hranu za životinje. Valorizacijom zaostale sačme iz semena suncokreta kao biološki vrednog hraniva, postižuju se višestruki benefiti, naročito posmatrano sa ekološkog i sa ekonomskog aspekta.

Industrija hrane za životinje ima veliki ekonomski, kao i ekološki značaj. Ona je važan činilac u lancu ishrane i ima presudnu ulogu za racionalno korišćenje prirodnih resursa. Globalni zahtevi za animalnim proizvodima (meso, mleko, jaja) se povećavaju usled povećanja broja ljudi na planeti, kao i usled rasta nacionalnog dohotka. Usled toga raste i potražnja za hranom za životinje, koja pored sve većih zahteva u pogledu sastava i kvaliteta, mora da ispunjava i zahteva održive proizvodnje i zaštite životne sredine (Lević & Sredanović, 2012). Proizvodnja hrane za životinje u Republici Srbiji je ispod nivoa raspoloživih potencijala, te treba težiti njenom povećanju. Takođe je potrebno i veće učešće stočarstva u strukturi poljoprivredne proizvodnje, što će dodatno stvoriti potrebu za povećanjem proizvodnje hrane za životinje. Zadatak savremene stočarske proizvodnje je i obezbeđivanje kompletne hrane, u kojoj proteinske komponente imaju dominantan značaj. Suncokretova sačma je, u svetu, a naročito na prostoru naše zemlje, jedan od najvažnijih izvora bioloških vrednih proteina, čiji sastav može biti uporediv sa sačmom iz semena soje (Lević & Sredanović, 2012). Rezultatima brojnih istraživanja utvrđen je pozitivan uticaj obroka sa sačmom iz semena suncokreta na povećanje prinosa mesa, udela mesa grudi i bataka, smanjenje udela abdominalne masti, kao i pozitivan uticaj obroka sa sačmom iz semena suncokreta na boju kože pilića, kao i na ukus i miris pilećeg mesa (Lević et al., 2006, 2009).

2.3. Nutritivni kvalitet sačme iz semena suncokreta / *Nutritional quality of sunflower seed meal*

Hemijski i nutritivni sastav i kvalitet, a time i mogućnosti upotrebe i valorizacije zaostale sačme suncokreta, kao hraniva, prvenstveno zavise od sastava i kvaliteta semena suncokreta i od primenjenog tehnološkog procesa industrijske proizvodnje ulja i sačme, čiji procesni parametri mogu varirati u širokim opsezima. Stepem ljuštenja semena suncokreta je odlučujući faktor za sadržaj proteina i celuloze dobijene sačme kao hraniva, dok primenjeni tehnološki postupci za izdvajanje ulja utiču na sadržaj masti u proizvedenoj sačmi. Ljuštenje semena suncokreta pre izdvajanja ulja doprinosi povećanju metaboličke energije i smanjenju sadržaja sirove celuloze u proizvedenoj sačmi kao hranivu (Lević & Sredanović, 2012).

Proizvođači ulja se trude da pri industrijskoj preradi semena suncokreta izdvoje što veće količine ulja i da u izdvojenoj sačmi, kao sporednom proizvodu, zaostane što manje suncokretovog ulja. Na taj način proizvođači suncokretovog ulja postižu veću efikasnost primarne proizvodnje. Sadržaj ulja u sačmi iz semena suncokreta se uglavnom kreće oko 1,5%, odnosno ne prelazi 3% (Senkoylu & Dale, 1999). Sadržaj sirovih proteina u suncokretovoj sačmi, u nekim regionima je neretko ispod 29%, dok je sadržaj sirove celuloze iznad 32%. Na teritoriji naše zemlje sadržaj sirovih proteina u suncokretovoj sačmi varira u intervalu od 33% do 37%, dok se sadržaj sirove celuloze nalazi u opsegu od 18% do 23% (Lević & Sredanović, 2012).

Ispitivanje uticaja sadržaja ljuske semena suncokreta na kvalitet proizvedene sačme iz semena suncokreta započeta su 1990-tih godina u Evropi, usled povećane potražnje za biljnim proteinskim hranivima (Evrard et al., 1996). Cilj je bio da se ljuštenjem semena suncokreta pre prerade proizvede sačma iz semena suncokreta sa povećanim sadržajem proteina, a sa smanjenim sadržajem sirove celuloze.

U tabeli 1, prikazan je osnovni hemijski i nutritivni sastav sačme iz semena suncokreta (Senkoylu & Dale, 1999), dok je u tabeli 2, dat sadržaj esencijalnih aminokiselina u suncokretovoj sačmi (Lević & Sredanović, 2012), koja se primenjuje u ishrani životinja. Po biološkoj vrednosti i po kvalitetu proteina sačma iz semena suncokreta, izraženo ukupnim sadržajem esencijalnih aminokiselina, ne zaostaje za sačmom iz semena soje, koja se upravo zbog visokokvalitetnih proteina i koristi kao „zlatni standard“. Postoji komplementarnost u sastavu proteina iz suncokretove sačme i iz sojine sačme (Salab, 1999), čijom kombinacijom se proizvode visokoenergetske i visokoproteinske smese za ishranu životinja (Lević & Sredanović, 2012).

Tabela 1 - Osnovni hemijski i nutritivni sastav sačme iz semena suncokreta kao hraniva
Table 1 - Basic chemical and nutritional composition of sunflower seed meal as a nutrient

| Hranivo | Metabolička energija (MJ/kg) | Suva masa (%) | Sirovi proteini (%) | Sirova celuloza (%) | Sirova mast (%) |
|----------------------------|------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Sačma iz semena suncokreta | 4,94 | 90 | 29 | 25 | 1,5 |

Izvor / Source: (Senkoylu & Dale, 1999)

Tabela 2 - Sadržaj esencijalnih aminokiselina u sačmi iz semena suncokreta
Table 2 - Content of essential amino acids in sunflower seed meal

| Redni broj | Esencijalna amino kiselina | Sačma iz semena suncokreta | | |
|------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | sa 34% sirovih proteina | sa 37% sirovih proteina | sa 44% sirovih proteina |
| 1. | Lizin | 1,18 | 1,28 | 1,70 |
| 2. | Metionin | 0,72 | 0,79 | 1,00 |
| 3. | Cistin | 0,55 | 0,60 | 0,80 |
| 4. | Treonin | 1,21 | 1,32 | 1,65 |
| 5. | Triptofan | 0,45 | 0,47 | 0,58 |
| 6. | Arginin | 2,68 | 2,97 | 4,10 |
| 7. | Histidin | 0,82 | 0,89 | 1,30 |
| 8. | Izoleucin | 1,47 | 1,60 | 2,00 |
| 9. | Leucin | 2,12 | 2,33 | 3,10 |
| 10. | Feninalanin | 1,50 | 1,64 | 2,15 |
| 11. | Tirozin | 0,81 | 0,88 | 1,35 |
| 12. | Valin | 1,78 | 1,93 | 2,30 |

Izvor / Source: (Lević & Sredanović, 2012)

Svarljivost aminokiselina sačme iz semena suncokreta ima vrednost od 86% do 91%. Lizin ima najmanju svarljivost od svih esencijalnih aminokiselina. Na svarljivost aminokiselina sačme iz semena suncokreta uticaj ispoljavaju temperatura i vreme trajanja procesa prerade (Dale, 1996; Lević & Sredanović, 2012). Utvrđeno je da dejstvo visokih temperatura tokom prerade može oštetiti proteine i smanjiti usvojivost aminokiselina, naročito lizina. Tako su, na primer, Zhang & Parsons (1994) utvrdili da se stvarna svarljivost lizina sačme iz semena suncokreta značajno smanjuje već nakon deset minuta zagrevanja na 121°C. Zagrevanjem sačme iz semena suncokreta u trajanju od pola sata na temperaturi od 121°C stvarna svarljivost lizina smanjuje se sa 86% na 54%.

Sačma iz semena suncokreta se primenjuje u ishrani životinja prvenstveno zbog proteina, ali pored proteina ona takođe sadrži i značajne količine ugljenih hidrata. U tabeli 3, prikazan je sadržaj ugljenohidratnih komponenata sačme iz semena suncokreta sa 34% sirovih proteina (Chost, 1997).

Sačmu iz semena suncokreta karakteriše nizak sadržaj skroba, koji je veoma svarljiv (> 90%).

Sadržaj metaboličke energije sačme iz semena suncokreta može biti veoma različit, što je uslovljeno

prvenstveno sastavom i svojstvima semena suncokreta i načinom industrijske prerade semena suncokreta. Višestruko je potvrđena i zavisnost energetske vrednosti sačme iz semena suncokreta od njenog hemijskog sastava (Lević & Sredanović, 2012). Janssen & Care (1985), su ustanovili da sadržaj prehrambenih vlakana može dati značajan doprinos nutritivnoj vrednosti hrane za životinje proizvedene od sačme iz semena suncokreta. Na osnovu rezultata ovih istraživanja postavljene su različite formule na osnovu kojih se korišćenjem hemijskih formula može utvrditi energetska vrednost sačme iz semena suncokreta.

Janssen (1989), je kreirao formulu na osnovu sadržaja sirovih proteina, sirove celuloze, sirove masti i pepela, dok su Villiamde & San Juan (1998), bazirali svoja istraživanja na celuloznim frakcijama nekoliko tipova sačme iz semena suncokreta sa različitim sadržajem sirovih proteina (32-42%) i sirove celuloze (19-29%).

Sadržaj metaboličke energije sačme iz semena suncokreta ima vrednosti 4,94-9,39 MJ/kg, pri čemu su niže vrednosti metaboličke energije sačme povezane sa višim sadržajem hemiceluloze, odnosno sirove celuloze (Senkoylu & Dale, 1999).

Tabela 3 - Sadržaj ugljenih hidrata u sačmi iz semena suncokreta (% SM)

Table 3 - Carbohydrate content in sunflower seed meal (% SM)

| Komponenta | Rastvorljivi | Nerastvorljivi | Ukupno |
|-------------------------------------|--------------|----------------|--------|
| Skrob | | | 1,4 |
| Neskrobni polisaharidi (NPS) | | | |
| Celuloza | - | 8,7 | 8,7 |
| Necelulozni polisaharidi | | | |
| Ramnoza | 0,2 | 0,3 | 0,5 |
| Fruktoza | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Arabinoza | 0,6 | 3,0 | 3,6 |
| Ksiloza | - | 5,3 | 5,3 |
| Manoza | 0,1 | 1,1 | 1,2 |
| Galaktoza | 0,3 | 0,9 | 1,2 |
| Glukoza | - | 0,4 | 0,4 |
| Uronska kiselina | 3,2 | 3,4 | 6,6 |
| Ukupni neskrobni polisaharidi (NPS) | 4,5 | 23,2 | 27,7 |
| Lignin | | 8,0 | |

Izvor / Source: (Chost, 1997)

Delić i dr. (1988), su utvrdili da metabolička energija sačme iz semena suncokreta sa 44% sirovih proteina ima vrednost 7,95 MJ i da dodatnom rafinacionih masnih kiselina ili ulja ista može povećati vrednost do vrednosti karakteristične za sačmu iz semena soje, koja iznosi 9,21 MJ.

Dodavanje masti, ulja ili rafinacionih masnih kiselina u sačmu iz semena suncokreta ili u obroke koji sadrže veliki udeo sačme iz semena suncokreta, ekonomski i ekološki je opravdano, budući da su one jeftiniji izvor energije od proteina, a uz to se takođe postiže i smanjenje opterećenja životne sredine azotom. To je naročito značajno kada se uzima u obzir činjenica da npr. omnivori koriste energiju isključivo iz proteina i masti (Đorđević & Dinić, 2011).

Sadržaj vitamina u sačmi iz semena suncokreta sa 44% sirovih proteina dat je u tabeli 4, sačma iz semena suncokreta, u odnosu na sve ostale uljane sačme, sadrži najviše vitamina B grupe (Lević & Sredanović, 2012), pri čemu se posebno ističe visok sadržaj holina (2900,0 mg/kg) (Delić i dr., 1988).

U tabeli 5, prikazan je sastav mineralnih materija u sačmi iz semena suncokreta koja sadrži 44% sirovih proteina.

O značaju hemijskog i nutritivnog sastava sačme iz semena suncokreta za njen kvalitet i upotrebnu vrednost, svedoči i podatak da se klasifikacija suncokretove sačme vrši upravo na osnovu njenog osnovnog hemijskog i nutritivnog sastava. Suncokretova sačma se klasifikuje u tri kategorije: I, II i III, čiji je osnovni hemijski i nutritivni sastav prikazan u tabeli 6.

Tabela 4 - Sadržaj vitamina u sačmi iz semena suncokreta (mg/kg)

Table 4 - Vitamin content in sunflower seed meal (mg/kg)

| Vitamini | Sadržaj u sačmi iz semena suncokreta |
|--|--------------------------------------|
| Tamin (B ₁) | 33,0 |
| Riboflavin (B ₂) | 3,0 |
| Niacin (B ₃ , PP) | 240,0 |
| Holin (B ₄) | 2900,0 |
| Pantotenska kiselina (B ₅) | 20,0 |
| Piridoksin (B ₆) | 13,0 |
| Folna kiselina (B ₉) | 1,5 |
| Biotin (H) | 1,00 |
| Vitamin E | 11,0 |

Izvor / Source: (Delić i dr., 1988)

Tabela 5 - Sadržaj mineralnih materija u sačmi iz semena suncokreta
Table 5 - Content of mineral substances in sunflower seed meal

| Mineralne materije | Sadržaj u sačmi iz semena suncokreta |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Makroelementi (%) | |
| Kalcijum | 0,35 |
| Fosfor | 1,10 |
| Kalijum | 1,10 |
| Natrijum | u tragovima |
| Hlor | u tragovima |
| Sumpor | 0,38 |
| Magnezijum | 0,58 |
| Mikroelementi (mg/kg) | |
| Gvožđe | 100,00 |
| Mangan | 31,00 |
| Cink | 80,00 |
| Bakar | 30,00 |
| Kobalt | u tragovima |
| Jod | 70,00 |
| Selen | 70,00 |

Izvor / Source: (Delić i dr., 1988)

Tabela 6 - Kategorizacija sačme iz semena suncokreta
Table 6 - Categorization of sunflower seed meal

| Hemijski i nutritivni sastav (%) | Sačma iz semena suncokreta | | |
|----------------------------------|----------------------------|---------------|----------------|
| | I kategorija | II kategorija | III kategorija |
| Proteini (minimalno) | 42 | 37 | 33 |
| Vlaga (maksimalno) | 12 | 12 | 12 |
| Masti (maksimalno) | 3 | 3 | 3 |
| Celuloza (maksimalno) | 12 | 18 | 21 |
| Pepeo (maksimalno) | 8 | 8 | 8 |

Izvor / Source: (Kellens & Krishnamurthy, 1996)

Optimalna valorizacija izdvojene suncokretove sačme, kao hraniva, daje doprinos u realizaciji principa cirkularne ekonomije i održave „zelene“ industrijske prerade semena suncokreta u održivoj industrijskoj proizvodnji ulja iz semena suncokreta, što dobija dodatno na značaju kada se sagledaju podaci o obimu proizvodnje sačme u svetu u proteklom periodu. U tabeli 7, prikazana je proizvodnja sačme

iz semena suncokreta, kao i sačme iz ostalih uljarica, najzastupljenijih i najznačajnijih sirovina za proizvodnju sačme na svetskom tržištu (www.fas.usda.gov/commodities/other). U posmatranom periodu 2000/2001, 2010/2011 i 2020/2021 godine, uočava se značajan porast proizvodnje sačme iz semena suncokreta u svetu, kao i sačme iz ostalih uljarica, a takođe i ukupna svetska proizvodnja sačme iz svih uljarica zajedno beleži značajan porast.

Tabela 7 - Proizvodnja sačme u svetu 2000/2001, 2010/2011 i 2020/2021 godine
Table 7 - Production of shot in the world in 2000/2001, 2010/2011 and 2020/2021 years

| Uljarica | 2000/2001 | 2010/2011 | 2020/2021 |
|-----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| | Proizvodnja sačme (u milionima tona) | | |
| Soja | 116,1 | 174,4 | 252,9 |
| Arašid | 5,5 | 6,2 | 7,5 |
| Suncokret | 9,3 | 13,0 | 20,7 |
| Repica | 21,2 | 34,8 | 39,0 |
| Palmine koštice | 3,6 | 6,7 | 10,3 |
| Ukupno | 174,7 | 256,7 | 347,1 |

Izvor / Source: (<https://www.fas.usda.gov/commodities/>)

ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Sačma iz semena suncokreta, agroindustrijska biomasa industrijske proizvodnje suncokretovog ulja, je osnovni i najvažniji sporedni proizvod industrijske prerade semena suncokreta. Održiva industrijska proizvodnja jestivog ulja suncokret mora biti sprovedena uz poštovanje principa cirkularne ekonomije i zaštite životne sredine. Kako bi se održiva industrijska proizvodnja jestivog ulja suncokreta u praksi realizovala neophodno je ispuniti preduslove od kojih u najznačajnije spada i optimalna valorizacija sporednih proizvoda, prvenstveno osnovnog sporednog proizvoda industrijske proizvodnje ulja iz semena suncokreta, sačme.

Sačma iz semena suncokreta zaostala industrijskom preradom semena suncokreta u ulje može imati višestruku primenu, koja je u mnogome uslovljena njenim sastavom i kvalitetom, odnosno, kvalitetom polazne sirovine, semena suncokreta, primenjenim tehnološkim procesom proizvodnje ulja i sačme, kao i daljom manipulacijom sa nastalom sačmom. Na našim prostorima i u okruženju poznata je primena sačme iz semena suncokreta kao veštačkog đubriva i u proizvodnji biogoriva. S obzirom na izuzetan nutritivan sastav i kvalitet sačma iz semena suncokreta se može primenjivati i u proizvodnji namirnica za ishranu ljudi. Najznačajnija i najbolja valorizacija sačme iz semena suncokreta postiže se njenom primenom kao hraniva. Na međunarodnom nivou ovaj vid valorizacije sačme iz semena suncokreta apsolutno dominira i daje veliki doprinos u održivoj industrijskoj proizvodnji ulja iz semena suncokreta. Sačma iz semena suncokreta na svetskom tržištu osam vodećih sačmi zauzima treće mesto, posle vodeće sačme iz semena soje i drugoplasirane sačme iz semena uljane repice. U svetu se i količine zasejanih uljarica i obim proizvodnje ulja u savremenim uslovima definišu na osnovu potreba i potrošnje za sačmom kao hranivom.

Na području naše zemlje suncokret je vodeća uljarica, a ulje iz semena suncokreta čini 80% ukupno proizvedenog ulja. Stoga dominiraju i količine zaostale sačme iz semena suncokreta, koja se primenjuje kako na području naše zemlje, tako i u međunarodnoj razmeni, tj. izvozu, koji je u najvećoj meri usmeren na zemlje članice Evropske Unije, a delom i na zemlje članice CEFTE (www.minpolj.gov.rs/dokumenti/izvestaji-sa-trzista/). Međutim i pored savremenih saznanja o biološki i energetski izuzetno vrednim komponentama sačme iz semena suncokreta i njene odlične mogućnosti primene kao hraniva, može se zaključiti da se na području naše

zemlje sačmi iz semena suncokreta ne pridaje dovoljno prostora i pažnje i da se ona ne primenjuje na adekvatan način. Potrebno je posvetiti posebnu pažnju pri tehnološkom procesu proizvodnje sačme, a potom i na sve dalje radnje koje se preduzimaju u toku skladištenja i transporta sačme, kako bi biološki i energetski vredne materije iz sačme ostale u najvećoj meri očuvane i kako bi nutritivna vrednost sačme iz semena suncokreta bila adekvatna, što bi omogućilo njenu primenu u ishrani životinja. Na taj način bi se optimalnom valorizacijom osnovnog i najvažnijeg sporednog proizvoda industrijske prerade semena suncokreta u suncokretovo ulje, zaostale sačme iz semena suncokreta, kao nutritivno izuzetno vrednog hraniva, dao doprinos u uspostavljanju održive industrijske proizvodnje suncokretovog ulja, značajnom industrijskom proizvodu prehrambene industrije, za kojima kako na domaćem tako i na međunarodnom tržištu potražnja i potrošnja permanentno rastu. Bilo bi potrebno i permanentno sprovoditi istraživanja u cilju unapređenja tehnologije proizvodnje ulja i sačme, unapređenja procesnih parametara, primenjenog pribora i opreme, stvaranje novih i unapređenih tehničko-tehnoloških rešenja i dr., koji bi omogućili da sastav i kvalitet sačme bude dodatno očuvan i unapređen. Takođe je potrebno sprovoditi i kontinuirana naučna istraživanja u cilju postizanja optimizacije primene sačme kao hraniva. Neophodno je sprovoditi i stalne edukacije o značaju suncokretove sačme kao hrane za životinje, u cilju njene intenzivnije primene kao hraniva na području naše zemlje i u okruženju. Optimalnom valorizacijom sačme iz semena suncokreta kao hraniva daje se doprinos u uspostavljanju principa cirkularne ekonomije pri industrijskoj preradi semena suncokreta u industrijskoj proizvodnji suncokretovog ulja uz očuvanje i zaštitu životne sredine, što sve više diktira savremeno tržište, kao i zakonska regulativa koja je u ovoj oblasti svakim danom sve stroža.

Zahvalnost / Acknowledgement

Rad je nastao u okviru Projekta „Održiva proizvodnja i nutritivno-zdravstveni značaj namirnica u savremenoj ishrani“, Obrazovno-poslovnog centra za razvoj ljudskih resursa, upravljanje i održivi razvoj Novi Sad

The paper was created within the Project “Sustainable production and the nutritional and health importance of foods in the modern diet” of the Educational and Business Center for Human Resources Development, Management and Sustainable Development Novi Sad.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Chost, M. (1997). Feed Non-Starch Polysaccharides Chemical Structures and Nutritional Significance, *Feed Milling International*, 6, 13-26.
- [2] Dale, N. (1996). Variation in Feed Ingredient Quality: Oilseed Meals, *Animal Feed Science and Technology*, 59, 129-135.
- [3] Delić, I., Lević, Lj., Ivić, M. (1988). Elaborat po projektu „Industrijsko rešenje za proizvodnju nove suncokretove sačme visoke hranljive vrednosti u ishrani živine i svinja“, Interni materijal, 1-143.
- [4] Đorđević, N., Dinić, B. (2011). *Proizvodnja smeša koncentrata za životinje*, Monografija, Institut za krmno bilje Kruševac.
- [5] Evrard, J., Burghart, P., Carre, P., Lenarie, J., Messean, A., Champolivier, L., Merrien, A., Vear, F. (1996). Improvement of Sunflower Dehulling Ability an Interdisciplinary Approach, 14th International Sunflower Conference, Beijing-Shenyang, P.R. China, 12-16 June 1996, Proceedings 2, 890-895
- [6] <https://vital.rs/>
- [7] Gajdobranski, A., Bordoški, V., Miletaški, M., Gvozdenović, T. (2016). Komparativna analiza proizvodnje uljarica i jestivih ulja u Svetu, Evropskoj uniji i Srbiji. Univerzitet „Union - Nikola Tesla“, Beograd, str. 10.
- [8] Janković, M., Bogdanović-Jović, A., Gajdobranski, A., Miljković, Lj. (2022). Organska poljoprivreda i klimatske promene, *Ecologica*, 29(106), 193-200.
- [9] Kellens, M., Krishnamurthy, R. (1996). Fractionation and Winterization. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 5th edn., edited by Y. H. Hui, John Wiley and Sons, New York, vol. 4, pp. 301-338.
- [10] Krizmanić, M., Liović, I., Mijić, A., Krizmanić, G., Šimić, B., Duvnjak, T., Bilandžić, M., Marinković, R., Gadžo, D., Markulj, A. (2012). Ujecaj okoline na kvantitativna svojstva novih OS-hibrida suncokreta. *Sjemenarstvo*, 29 (3-4): 121-135.
- [11] Lević, J. Đuragić, O., Sredanović, S. (2006). Phytase as a factor of improving broilers growth performance and environmental protection, *Archiva Zootechnica*, 9, 95-100.
- [12] Lević, J., Sredanović, S., Đuragić, O., Džinić, N. (2009). Formulation of New Diets for Sustainable Poultry farming, First, International Conference, „Sustainable Postharvest and Food Technologies“ INOPTEP 2009, 21.04-26.04.2009, *PTEP*, 13 (3), 244-246.
- [13] Lević, J., Sredanović, S. (2012). *Suncokretova sačma*, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad.
- [14] Premović, T. (2014). *Uticaj vremena skladištenja, sadržaja nečistoće i ljuske semena na senzorni kvalitet, bioaktivne komponente i oksidativnu stabilnost hladno presovanog ulja suncokreta*, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- [15] Premović, T. (2022). *Nerafinisana ulja suncokreta - ekološki, tehnološki, nutritivni i ekonomski aspekti*, Ekonomski institut a.d. Beograd.
- [16] Premović, T. (2022a). Ekološki menadžment u proizvodnji uljarica i jestivih biljnih ulja, *Primena novih tehnologija u menadžmentu i ekonomiji*, Osmo međunarodna konferencija, Zbornik radova, Univerzitet „Union - Nikola Tesla“, Beograd.
- [17] Rabrenović, B., Vujasinović, V. (2021). *Tehnologija biljnih ulja i masti*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [18] *Razvoj tehnologije ulja*, Studija, AD „Vital“, 1997, Vrbas.
- [19] *Razvoj tehnologije ulja*, Studija, AD „Vital“, 2004, Vrbas.
- [20] Salab, H. M. E. (1999). Feeding Sunflower Meal, *Poultry International*, 11, 48-50.
- [21] Senkoylu, N., Dale, N. (1999). Sunflower Meal in Poultry Diets: A Review. *World Poultry Science Journal*, 56 (6), 153-174.
- [22] Villiamde, M. J., San Juan, L. D. (1998). Effects of Chemical Composition of Sunflower Meal on its True Metabolizable Energy and Amini Acid Digestibility, *Poultry Science*, 77, 1884-1892.
- [23] Zhang, Y., Parsons, C. M. (1994). Effects of over-processing on the nutritional quality of sunflower meal, *Poultry Science*, 73, 436-442.
- [24] www.fas.usda.gov/commodities/other
- [25] www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade
- [26] www.minpolj.gov.rs/dokumenti/izvestaji-sa-trzista/