

Vodič za

Od agroindustrijskih ostataka do energije



**Promoviranje korištenja poljoprivredne
biomase u europskim ruralnim područjima**

2022



Ovaj je projekt financiran iz programa istraživanja i inovacija Europske unije Horizon 2020 u okviru Ugovora o dodjeli bespovratnih sredstava br. 818369.

O DOKUMENTU

Publikacija *“Od agroindustrijskih ostataka do energije”*, izrađena od strane španjolskog udruženja za bioenergiju (AVEBIOM) i Centra za istraživanje i tehnologiju Hellas (CERTH), dio je serije vodiča pripremljenih u okviru projekta AgroBioHeat, čiji je cilj pružanje sustavnog znanja o korištenju različitih vrsta poljoprivredne biomase.

Dokument se posebno fokusira na nekoliko različitih vrsta biomase proizvedenih iz ostataka poljoprivredne industrije koja prerađuje poljoprivredne proizvode. Biomasa poput koštica masline, komina masline, suhe ljuske oraha, ljuske sjemenki suncokreta i mnoge druge imaju vrlo visoku kalorijsku vrijednost, a istovremeno dovoljno nisku cijenu da bi mogli postati vrlo korisna goriva za široki raspon primjena - od grijanja kućanstava sve do proizvodnje toplinske ili električne energije u velikim industrijskim postrojenjima.

Projekt AgroBioHeat ima za cilj pokrenuti masovnu implementaciju poboljšanih i tržišno spremnih rješenja upotrebe poljoprivredne (agrarne) biomase za grijanje u Europi. Poljoprivredna biomasa značajan je, nedovoljno istražen i lokalno dostupan energent, koji može doprinijeti postizanju europskih energetske i klimatske ciljeve, a u isto vrijeme promicati ruralni razvoj i kružnu ekonomiju. Projektu su dodijeljena sredstva iz EU programa Obzor 2020 za istraživanje i inovacije u okviru sporazuma o dodjeli bespovratnih sredstava br. 818369

Za više informacije posjetite:

www.agrobioheat.eu

Ovaj dokument predstavlja isključivo stavove autora. Europska Agencija za klimu, infrastrukturu i okoliš (CINEA) ne odgovara za informacije sadržane u ovome dokumentu.

Lead Beneficiary
Main authors



Contributions

LEGAL Deposit

AVEBIOM

Pablo Rodero Masdemont

AVEBIOM

Daniel García Galindo

AVEBIOM

Alicia Mira Uguina

AVEBIOM

Manolis Karampinis

CERTH

Semeon Drahnev (UABIO)

Tetiana Zheliezna (UABIO)

DL VA 211-2022



Sadržaj

UVOD: AGROINDUSTRIJSKI OSTACI	9	KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTE?	38
OSTACI, NUSPROIZVODI ILI OTPAD?	11	PRIMJERI UPOTREBE	40
KOŠTICE MASLINE	12	Korištenje ljski badema u proizvodnji paprike	40
OPIS	12	Korištenje ljski badema u stakleniku za ukrasno cvijeće	41
POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI	14	KLJUČNI KORACI ZA UPOTREBU LJUSAKA	42
PRIMJERI UPOTREBE	18	LJUSKE SJEMENKI SUNCOKRETA	43
Koštica masline za grijanje škole u Granadi Prvi hotel u Jaén-u, Španjolska, koji koristi koštice masline kao gorivo	18 19	OPIS	43
ISCRPLJENA KOMINA MASLINE	21	POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI	44
OPIS	21	KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTI?	47
POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI	23	PRIMJERI UPOTREBE	49
KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTI?	24	Korištenje ljski sjemenki suncokreta za ekstrakciju suncokretovog ulja i proizvodnju energije u Ukrajini	49
PRIMJERI UPOTREBE	25	Upotreba peleta od ljski suncokreta u kućnim kotlovima na biomasu	50
Gasifikacija sušene komine masline u Aceites Guadalentín-u	25	Grijanje staklenika peletima od ljski sjemenki suncokreta	50
VIOPAR S.A. – Najveće i najnovije postrojenje na biomasu u Grčkoj	25	Trgovački centar koji se grije peletima od ljske sjemenki suncokreta	50
KLJUČNI KORACI ZA UPOTREBU ISCRPLJENE KOMINE MASLINE	28	KLJUČNI KORACI ZA UPOTREBU LJUSKI	51
LJUSKE SUHIH ORAŠASTIH PLODOVA	29	OSTALI OSTACI	52
OPIS	29	Prah sjemenki grožđa	52
Ljuske badema	30	Ostaci kave	54
Ljuske pinjola	30	Koštica voća	55
Ljuske lješnjaka	32	Rižine ljske	56
Ljuske pistacija	32	Ostaci prečišćavanja pamuka	56
Ljuske oraha	32	Klipovi kukuruza	57
POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI	33	Uvezeni agroindustrijski ostaci	57
Ljuske badema	33	AGROBIOHEAT KONZORCIJ	58
Pinjoli i sjeckane šišarke	34		
Ljuske lješnjaka	36		
Ljuske pistacija	36		
Ljuske oraha	36		



KRATICE

Kratika

a.r.

CHP

CTN

d.b.

EU

FAO

H2020

ha

ICNF

kWe

kWh

Mha

MITECO

mm

MW

MWt

NCV

PM

RD

SCG

t

UNE

UNI

Opis

Kako je primljeno (eng. As received)

Kombinirana toplina i snaga (Kogeneracija)

Tehnički odbor za normalizaciju

Suha osnova

Europska unija

Organizacija za prehranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda

Obzor 2020 program financiranja

Hektar

Institut za zaštitu prirode i šuma (Portugal)

Električni kilovat

Kilovat sat

Milijun hektara

Ministarstvo za ekološku tranziciju Španjolske

Milimetar

Megavat

Toplinski megavat

Neto kalorijska vrijednost (eng. Net Calorific Value)

Čvrste čestice (eng. Particulate Matter)

Kraljevske uredbe (eng. Royal Decree)

Talog kave (eng. Spent Coffee Grounds)

Tona

Španjolsko udruženje za normalizaciju

Talijanska udruga za normalizaciju



LISTA TABLICA

Tablica 1. Granične vrijednosti glavnih parametara koštica masline prema BIOmasud® sustavu certifikacije.....	16
Tablica 2. Tipične vrijednosti za iscrpljenu kominu masline.	24
Tablica 3. Proizvodnja ljuski badema po zemljama u tonama godišnje.	33
Tablica 4. Godišnji teoretski potencijal ljuski pinjola (u tonama) po zemljama.....	35
Tablica 5. Godišnji teoretski potencijal proizvodnje sjeckanih šišarki po zemlji u tonama.....	35
Tablica 6. Godišnji teoretski potencijal proizvodnje ljuski lješnjaka po zemlji u tonama.....	36
Tablica 7. Godišnji teoretski potencijal proizvodnje ljuski pistacija po zemljama u tonama.....	36
Tablica 8. Godišnji teoretski potencijal proizvodnje ljuski oraha po zemljama u tonama.....	36
Tablica 9. Limiti glavnih parametara za ljuske orašastih plodova prema BIOmasud®certifikacijskom sustavu.....	38
Tablica 10. Top-10 zemalja proizvođača suncokreta u svijetu.....	44
Tablica 11. Top-10 zemalja proizvođača suncokreta u EU.	45
Tablica 12. Indikativne vrijednosti sastava goriva – peleti od ljuskica sjemenki suncokreta.....	47
Tablica 13. Standardne vrijednosti za prah sjemenki grožđa.	53
Tablica 15. Tipične vrijednosti za koštice breskve	55



LISTA SLIKA

Slika 1. Dijelovi ploda masline.....	12
Slika 2. Očišćene i osušene koštice masline.....	13
Slika 3. Bilanca mase u dvofaznom postupku dobivanja maslinovog ulja.....	13
Slika 4. Raspodjela teoretskog potencijala za koštice masline u EU + Turska + Albanija (2019).....	14
Slika 5. Godišnji teoretski potencijal za koštice masline po zemljama.	15
Slika 6. Koštice masline.	17
Slike 7 i 8. (Lijevo) Zgrada CES Ramón y Cajal i (desno) Kotlovnica.....	18
Slika 9. Hotel Spa Sierra de Cazorla.....	19
Slika 10. Alternative dobivanju krutih biogoriva u postrojenjima za proizvodnju ulja i proizvoda iz komine masline... ..	22
Slika 11. Proizvodnja iscrpljene komine masline po zemljama u tonama po godini (2019).....	23
Slika 12. Iscrpljena komina masline	24
Slika 13. Alpeorujo bazen.	26
Slika 14. Gasifikacija iscrpljene komine masline (4 MWt i 1 MWe)..	26
Slika 15. Zračna fotografija elektrane na biomasu VIOPAR S.A. jačine MWe u Volosu, Grčka.	27
Slika 16. Skladišni prostor za iscrpljenu kominu masline (lijevo) i peč u VIOPAR-u	27
Slike 17. Ljuske badema dobivene ekstrakcijom badema.....	30
Slike 18. Drobljene ljuske badema.....	30
Slika 19. Ljuske pinjola.....	30
Slika 20. Maseni udjeli ljusaka pinjola i šišarki.	31
Slike 21. Sjeckane šišarke: čitave šišarke	31
Slike 22. Sjeckane šišarke: listići šišarke.....	31
Slika 23. Sjeckane šišarke pomiješane s ljuskama pinjola.....	32
Slika 24. Ljuske lješnjaka.....	32
Slika 25. Ljuske pistacija.....	32
Slika 26. Ljuske oraha.....	33
Slika 27. Proizvodnja ljuski badema po zemljama u tonama godišnje.....	34
Slika 28. Proizvodnja ljuski pinjola po zemlji u tonama godišnje.....	34
Slika 29. Proizvodnja sjeckanih šišarki po zemljama u tonama godišnje.	35
Slike 33. Fotografija u sušari zadruga Francisco Palao: Upravitelj zadruga i predstavnici tvrtke Natura Fire.....	40



Slika 34. Sušena paprika.....	40
Slika 35. Staklenički kotao s plamenikom na biomasu snage 1 MW (sprijeda) i drugi snage 2.5 MW (straga)	41
Slika 36. Cvijeće u stakleniku	41
Slika 37. Anatomija sjemenke suncokreta	43
Slika 38. Područja proizvodnje suncokreta u Europi	44
Slika 39. Peleti od ljuske sjemenki suncokret.....	45
Slika 40. Razvoj prinosa suncokretovih sjemenki od 1961. do 2019.	46
Slika 41. Kogeneracijsko postrojenje na biomasu u jednoj ukrajinskoj uljari.	49
Slika 42. Maseni udjeli praha groždanih koštica.	52
Slika 43. Peletiziran prah sjemenki grožđa.	53
Slika 44. Prah sjemenki grožđa.....	53
Slika 45. Ostaci kave.	54
Slika 46. Čitave koštice breskve.	55
Slika 47. Drobljene koštice breskve.....	55
Slika 48. Neobrađeni pamuk u pogonu za prečišćavanje..	57
Slika 49. Ostaci prečišćavanja pamuka koriste se u kogeneracijskom postrojenju snage 1 MW.	57





Uvod: agroindustrijski ostaci

Agroindustrijska kruta biogoriva dobivaju se kao ostatak prerade poljoprivrednih proizvoda agroindustrijskog sektora (industrija biljnog ulja, pogoni za preradu orašastih plodova i drugi). Unatoč povremenoj lokaliziranoj primjeni u tradicionalnim pećima, mnoga od tih goriva smatrala su se donedavno velikim zagađivačima okoliša, primarno jer su se stvarale ogromne količine bez odgovarajućih načina skladištenja i obrade. Na primjer, prije 20 - 30 godina komina masline odlagala se u jezerima, te je tako znala prodrijeti u vodoopskrbne kanale. Osim lokalne upotrebe u tradicionalnim pećima, nije bilo druge upotrebe za te ostatke. Drugi ostaci poput ljuski badema također su se koristili lokalno u tradicionalnim pećima, ali količine koje su postrojenja za preradu mogla proizvesti u vrlo kratkom vremenskom roku bile su prevelike za takav oblik upotrebe.

Različite poljoprivredne industrije proizvode mnogo različitih ostataka, a gotovo svi se mogu iskoristiti za proizvodnju bioenergije ili za neku drugu primjenu. Međutim, kada je riječ o upotrebi ostataka kao krutih biogoriva, postoje određene smjernice koje ograničavaju njihovu upotrebu:

Udio vlage: Mnogi agroindustrijski ostaci imaju visok udio vlage (bagasa, ljuske itd.). Iako je moguće sagorijevanje takvih ostataka u specijaliziranim postrojenjima, češće ih se koristi kao sirovine za proizvodnju bioplina, za proizvodnju ugljena ili za hranidbu životinja. Vrste biomase poput ljuski,

koštica i ostalih koje imaju relativno nizak udio vlage nakon sušenja mogu se lakše vrednovati kao kruta biogoriva. Osim toga, njihov nizak udio vlage povećava njihovu gustoću energije, što olakšava skladištenje i prijevoz.

Količina: jedna od glavnih prednosti agroindustrijskih krutih biogoriva je što se proizvode u velikim količinama. Ovaj faktor utječe na upotrebu na dvije razine:

Makro razina (npr. država, regija). Tržišta za ostatke koji se najviše koriste u današnje vrijeme razvila su se jer je postojala velika proizvodnja u određenoj regiji. Na primjer, koštice masline redovito se koriste kao izvor energije u Španjolskoj jer je proizvodnja maslinovog ulja ogromna, te je bilo nužno pronaći rješenje za ostatke njegove proizvodnje. Međutim, postoje i druge zemlje koje proizvode maslinovo ulje, ali tržište za upotrebu koštica maslina još uvijek nije u potpunosti razvijeno. U regijama ili zemljama s velikom proizvodnjom, prije nekoliko godina ti su ostaci predstavljali problem, no sada se odgovarajućim vrednovanjem i tehnologijom (prilagođenim uređajima), ti ostaci pretvaraju u isplativ obnovljivi izvor energije.

Razina postrojenja. Važno je spomenuti da proizvodna postrojenja stvaraju određenu razinu nusproizvoda. Ako su te količine male, nije vjerojatno da će postrojenje ulagati u



izmjene ili poboljšanja za iskorištavanje ostatka ili nusproizvoda te će isto tako biti teško potaknuti potrošnju tih ostataka u neposrednoj blizini zbog istog razloga.

Ne postoji drugi načini uporabe: Ako se ostaci koriste kao kruta biogoriva, to je obično zato što za njih nema drugih načina uporabe ili se drugim načinima ne može iskoristiti sve proizvedene količine. Na primjer, mnogi ostaci imaju nizak udio bjelančevina i nutritivnu vrijednost te stoga nisu pogodni za uporabu kao hrana za životinje. Kozmetička industrija može koristiti koštice masline za proizvodnju određenih tipova krema, ali to je iznimno malo tržište s malih udjelom iskorištavanja tog ostatka. Ako se za neke ostatke razvije tržište koje nije za iskorištavanje energije, proizvođači tih ostataka mogu ostvariti više prodajne cijene, te će stoga takvom obliku iskorištavanja ostataka dati prednost u odnosu na energetske namjene.

Europa ima značajan potencijal agroindustrijskih ostataka koji se mogu upotrebljavati kao kruta biogoriva zbog svoje raznolikosti u poljoprivrednim kulturama i industrijama koje ih prerađuju. Zemlje poput Španjolske, Italije i Grčke s maslinovim uljem, Rusijom i Ukrajinom sa suncokretovim uljem, te Turska sa suhim orašastim plodovima svjetski su predvodnici u proizvodnji tih usjeva i samim time u iskorištavanju ostataka prerade.

Ovisno o procesima iz kojih nastaju, dobivena kruta biogoriva imaju različite kvalitete. Ostaci koji su bili podvrgnuti samo mehaničkoj obradi (u

većini slučajeva odvajanje) smatraju se kvalitetnim krutim biogorivima i prikladni su čak i za uporabu u kućanstvu u malim kotlovima i pećima. Tu spadaju koštice masline, ljuske orašastih plodova, koštice breskve itd. Kojima samo treba prilagoditi razinu vlage (ili samo zaštititi od kiše) i prilagoditi veličinu čestica kako bi ih se homogeniziralo (razbijanje velikih čestica itd.). Biomasi koja nastaje iz postupaka ekstrakcije ulja (maslinovo ulje, prah od koštica grožđa) i koja je pretrpjela kemijsku ekstrakciju heksanom i koji se prvenstveno sastoje od mesa ploda, obično imaju više pepela i drugih spojeva (npr. klor) koji ih čine neprikladnima za manje sustave izgaranja. Za njihovo se iskorištavanje stoga preferira industrijska upotreba.

Neki od agroindustrijskih ostataka već imaju prilično razvijena tržišta za industrijske ili kućanske uređaje za bioenergetske svrhe. To je slučaj za kominu i koštice masline u Španjolskoj. Za druge ostatke ili druge zemlje situacija nije ista. Cilj je ovog dokumenta podijeliti dio znanja i najsuvremenije postupke u vrednovanju tih ostataka na temelju iskustava zemalja s razvijenijim tržištem.

Potencijal agroindustrijskih ostataka prikazan u ovom vodiču iznimno je velik, te bi agroindustrijska kruta biogoriva mogla potpomognuti energetske tranziciju i pomoći Europskoj uniji u učinkovitom postizanju svojih ciljeva dekarbonizacije za 2030. i 2050. Međutim, od ključne je važnosti upotrijebiti ih s odgovarajućim modernim tehnologijama, prilagođenim specifičnostima svakog goriva kako bi se izbjegle neispravne ili prekomjerne emisije štetnih plinova.



Ostaci, nusproizvodi ili otpad?

U svakodnevnom govoru, na tržištima i u znanstvenoj literaturi se pojmovi kao što su “ostaci”, “otpad” ili “nusproizvodi” često koriste za opisivanje tipova biomase koje proizvodi poljoprivredna industrija. Problem je u tome što, barem u europskom pravnom kontekstu definiranom u Okvirnoj direktivi o otpadu (eng. Waste Framework Directive), ti pojmovi imaju različite implikacije.

Proizvod je sadržaj koji je u proizvodnom procesu stvoren s namjerom.

Proizvodni ostatak je sadržaj koji u proizvodnom procesu nije stvoren s namjerom. Može, ali i ne mora biti otpad.

Otpad je bilo koja tvar ili predmet koju proizvođač odbacuje ili planira ili je primoran odbaciti. Vlasnik otpada mora postupiti u skladu s posebnim zakonskim obvezama.

Nusproizvod je ostatak proizvodnje koji se ne smatra otpadom, pod uvjetom da su zadovoljeni sljedeći kriteriji:

- daljnja upotreba tvari ili predmeta je moguća;
- tvar ili predmet se može koristiti direktno bez daljnje prerade koja je izvan standardne industrijske prakse;
- tvar ili predmet su proizvedeni kao sastavni dio proizvodnog procesa; i
- daljnja upotreba je zakonski dozvoljena, tj. tvar ili predmet zadovoljava sve relevantne proizvodne, okolišne i zdravstvene propise za upotrebu i neće dovesti do ikakvih štetnih utjecaja na okoliš ili zdravlje ljudi.

Definicija kriterija za karakterizaciju ostatka proizvodnje kao nusproizvoda može se provesti bilo na europskoj razini (putem provedbenih akata Europske komisije) ili na razini države članice (kroz postupak obavješćavanja).

U nedostatku takvih akata na razini EU-a ili na razini država članica, zakonski status ostataka poljoprivredne industrije često je složen. U trenutku pisanja ovog dokumenta u Španjolskoj se provodi postupak u kojem se komina masline pokušava okarakterizirati kao nusproizvod¹, ali obvezujući nacionalni pravni okvir još nije na snazi.

Autori ovog vodiča smatraju da ovdje obrađeni tipovi biomase načelno ispunjavaju kriterije za karakterizaciju kao nusproizvodi, barem u državama članicama u kojima se vrši njihova proizvodnja. Međutim, kako bi se izbjegli nesporazumi, u vodiču se primjenjuje neutralniji izraz “ostatak”.

¹ Nacrt ministarske odredbe kojom se utvrđuje kada se koštica masline iz uljara i namijenjena za ekstrakciju sirovog ulja komete masline smatra nusproizvodom, u skladu sa Zakonom 22/2011, otpadom i konaminirano tlo. Izvor: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/PP-Residuos-2020-Proyecto-Orden-determina-cuando-orujos-grasos-extraccion-aceite-orujo-subproductos.aspx> (kraj razdoblja 30.11.2020.).



Koštice masline

OPIS

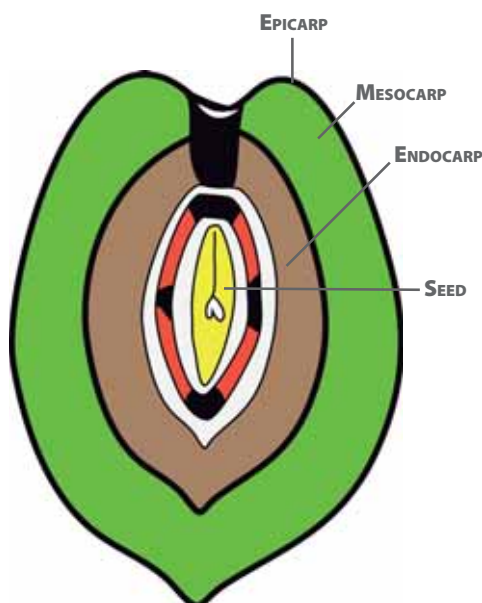
Koštice masline kruti su ostatak biomase koji potječe od maslina koje se upotrebljavaju u proizvodnji maslinovog ulja. Koštice se nalaze u gnječnim dijelovima, budući da se masline prethodno usitnjavaju kako bi se mehaničkom obradom poboljšao postupak ekstrakcije maslinova ulja. Meso i koža ploda masline zajedno s košticama čine kominu masline. Stoga se koštice masline proizvode kao zasebna sirovina proizvodnih pogona koji koriste mehanički postupak za odvajanje koštica od ostatka, obično nakon čega obično nastupa faza sušenja kako bi se smanjio udio vlage.

Osim toga, koštice masline dobivaju se također ekstrakcijom ulja iz komine maslina. U takvim se slučajevima koštica obično dobiva iz pulpe maslina prije kemijske ekstrakcije ulja komine maslina, te tada koštice masline ne dolaze u kontakt s kemikalijama čime se zadržava njihova kvaliteta. U Španjolskoj je postalo uobičajeno odvajati koštice maslina prije kemijske ekstrakcije ulja, zbog čega se sadržaj koštica sadržan

u komini maslina snižavao posljednjih godina što je utjecalo na masu i kvalitetu komine. U Grčkoj odvajanje koštica od komine još uvijek nije široko rasprostranjena praksa.

Druga je mogućnost da se koštice dobivaju iz komine masline nakon kemijske ekstrakcije ulja. Takvo se odvajanje sastoji od procesa mehaničkog odvajanja – tada više nije potrebno dodatno sušenje koštica, budući da one same već imaju nizak udio vlage. Sažetak postupaka iz kojih se dobivaju koštice masline u industriji maslinovog ulja i ulja komine maslina prikazan je na **slici 10**.

Udio vlage u košticama masline, dobivenim bilo u tvornici maslinovog ulja ili u ekstrakcijskim postrojenjima komine maslinove, prilično je visok, te obično iznosi između 22 i 25% težine. Osim toga, mogućnost odvajanja koštica iz komine je ograničen, te se manji fragmenti i dalje mogu pronaći u komini.



SLIKA 1

Dijelovi ploda masline.

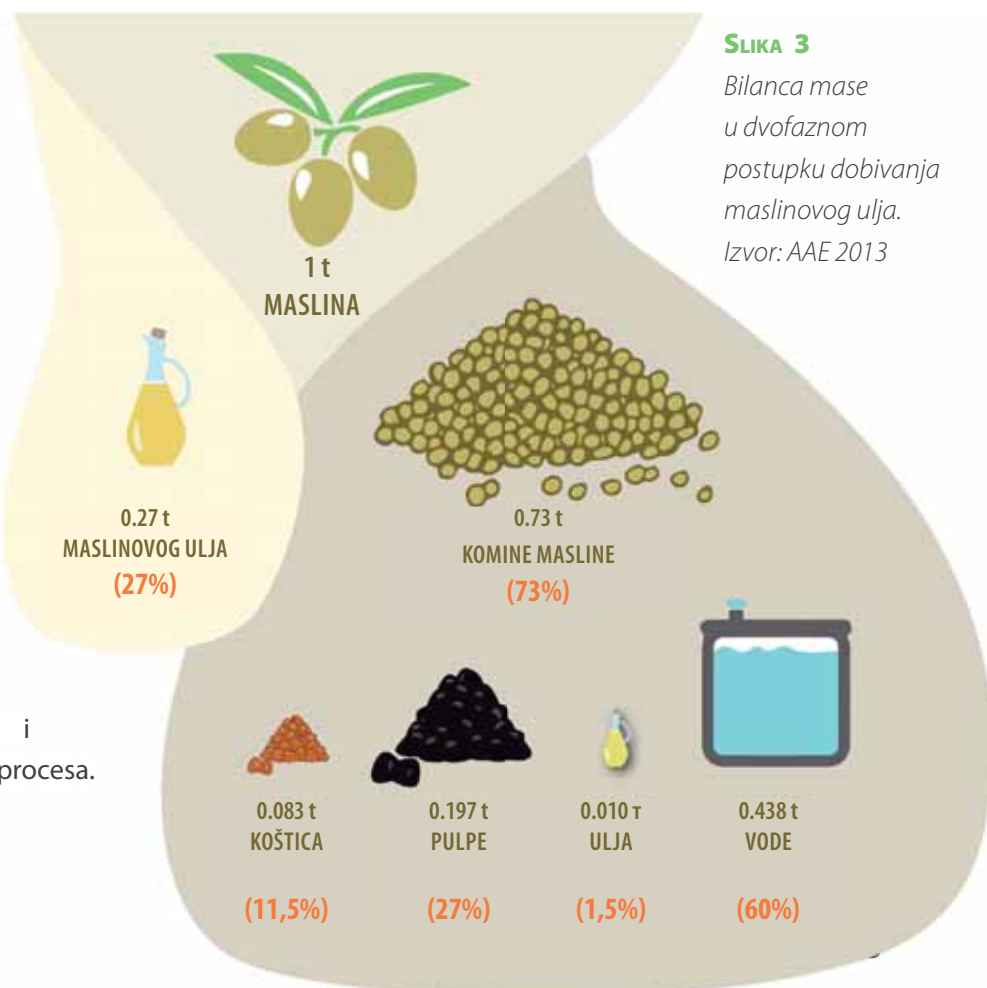
Izvor: AVEBIOM



SLIKA 2

Očišćene i osušene koštice masline. Izvor: AVEBIOM

Ekstrakcija maslinovog ulja provodi se različitim procesima, no diljem Europe se najčešće provodi u dvo- i trofaznim procesima centrifuge maslinovog ulja. Dvofazni proces smatra se modernijim i učinkovitijim i predstavlja najveći dio ulja dostupnih na tržištu. Prikaz raspodjele mase dvofaznog postupka prikazana je na **slici 3**. Kako je prikazano, od svake se tone maslina dobiva otprilike 8.3 % koštica masline od zaprimljene težine maslina za preradu. Stvarni prinos može varirati ovisno o sorti masline i tehničkim aspektima proizvodnog procesa.



SLIKA 3

Bilanca mase u dvofaznom postupku dobivanja maslinovog ulja. Izvor: AAE 2013



POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI

Dostupnost koštica masline izravno je povezana s uzgojem maslina i stoga je njihova dostupnost u Europi pretežito u mediteranskim zemljama. Ukupna površina zemlje posvećena uzgoju maslina prema podacima FAO-a (<http://faostat.fao.org>) iznosi oko 10.5 milijuna hektara (2019).

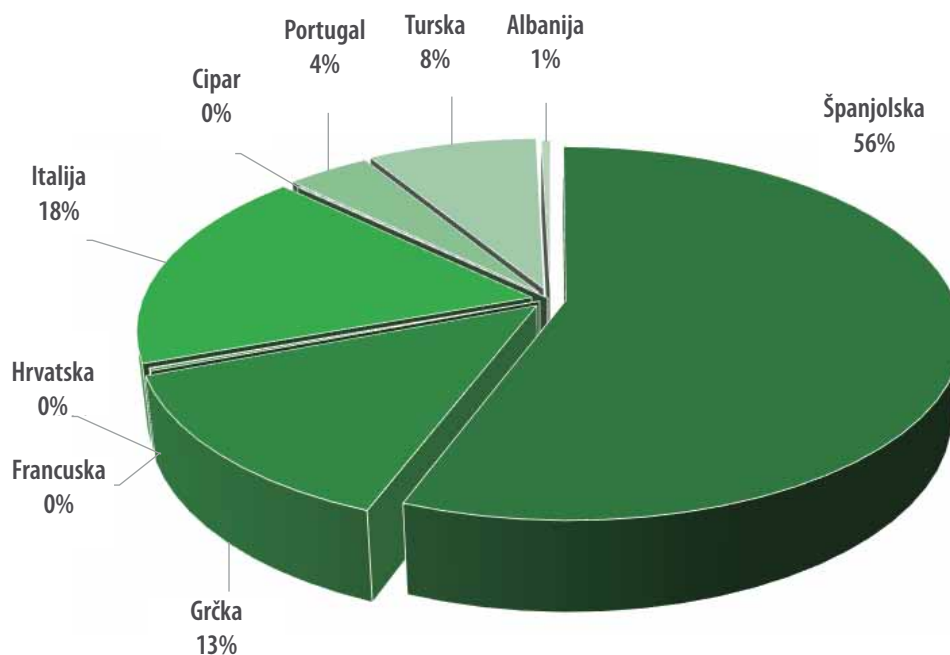
Španjolska je najveći svjetski proizvođač maslinovog ulja i u skladu s time najveći svjetski proizvođač koštica masline. U Španjolskoj se uzgoj maslina proteže na oko 2,6 milijuna hektara (2019.). Drugo najveće područje za uzgoj maslina nalazi se u Tunisu, te zauzima oko 1,6 milijuna hektara (2019.). Međutim, zanimljivo je da je u Španjolskoj prosječni prinos maslina više od 5 puta veći nego u Tunisu (2,8

t po hektaru naspram 0.5 t po hektaru). Europska proizvodnja maslinovog ulja predstavlja preko 70% svjetske proizvodnje.

Ostale EU zemlje sa značajnom proizvodnjom maslinovog ulja su Italija, Portugal i Grčka. Ostale zemlje izvan EU koje proizvode maslinovo ulje su većinom na Mediteranu i to su Tunis, Turska, Maroko, Egipat, Alžir i Sirija.

Proizvodnja maslina znatno varira od godine do godine jer iznimno ovisi o meteorološkim prilikama, s obzirom na to da se većina uzgoja odvija bez navodnjavanja, a količina oborina zna znatno odstupati u mediteranskoj klimatskoj zoni. Nadalje,

PROCJENA UDJELA PROIZVODNJE KOŠTICA MASLINE PO ZEMLJAMA (prosjeak 2010- 2019)



SLIKA 4

Raspodjela teoretskog potencijala za koštice masline u EU + Turska + Albanija (2019).

Izvor: AVEBIOM na osnovi FAOstat podataka



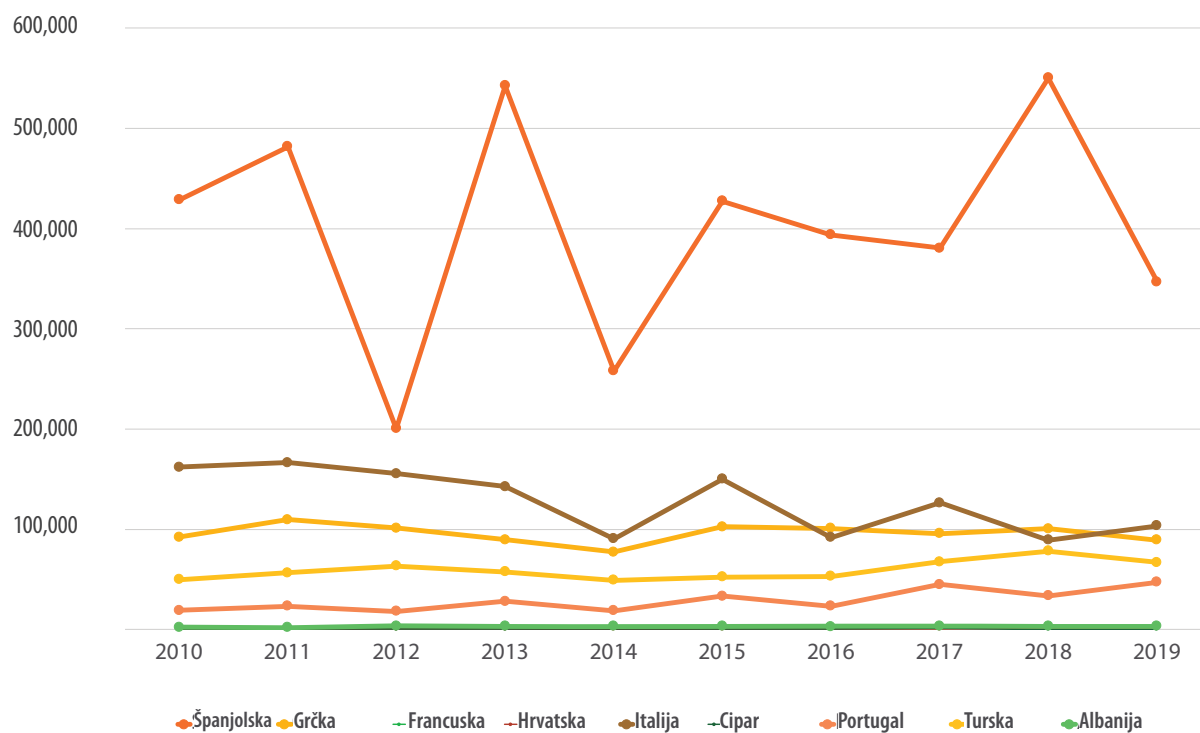
rodnost različitih vrsta maslina dodatno utječe na prinose, te posljedično i na proizvodnju maslinovog ulja i dostupnost koštica masline.

Slika 4 i Slika 5 prikazuju procjenu proizvodnje koštica maslina u Europi. Dana procjena bazirana je na godišnjim količinama maslina namijenjenih proizvodnji maslinovog ulja. Količine predstavljaju teoretski potencijal s obzirom na to da stvarni potencijal ovisi o: a) količini pulpe masline koja se obradi kako bi se uklonile koštice; b) učinkovitosti sustava obrade (znatna količina koštica ostat će u komini ako se koriste neučinkoviti sustavi odvajanja).

Prema tome, procjena dostupnosti koštica masline po zemljama ili regijama trebala bi se bazirati na stvarnim mogućnostima gospodarenja kominom.

S obzirom na potencijale dobivanja koštica maslina, očekuje se rast u njihovoj dostupnosti na tržištu zbog dva glavna razloga: **1)** da se praksa odvajanja koštica iz pulpe (prije kemijske ekstrakcije) počinje sve više koristiti, te u skladu s time pulpa sadrži manje koštica; i **2)** površina maslinika širi se, modernizira i počinje uključivati sustave navodnjavanja, tako da proizvodnja teži povećanju

PROCJENA PROIZVODNJE KOŠTICA MASLINE (t/god)



SLIKA 5

Godišnji teoretski potencijal za koštice masline po zemljama.
Izvor: AVEBIOM na osnovi FAOstat podataka



KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTE?

Masline se gnječe u mlinovima za ekstrakciju ulja kako bi se poboljšala učinkovitosti postupka, te kroz taj proces i koštice bivaju zgnječene. Zdrobljeni ostaci koštica su zrnati i veličine između 2 - 4 mm. Standardizacijskim procesima projekta Biomassud (SUDOE - Interreg) i projekta Biomassud Plus (H2020), u Španjolskoj se uveo standard kvalitete UNE 164003: 2014 kojim se utvrđuju glavna fizikalna i kemijska svojstva koštica kao krutih biogoriva. Ovaj standard ažurira se od strane španjolskog odbora (CTN-164) s određenim manjim promjenama pragova i očekuje se da će se odobriti kroz 2022. Osim toga, u postupku je potrebno definirati i potencijalne razlike od strane istovjetnog odbora u Italiji (standard će biti imenovan UNI 1609270).

Nakon odvajanja, koštice masline imaju udio vlage od 20 % do 22 % i visok sadržaj sitnih čestica koje pogoršavaju njihovu kvalitetu kao biogoriva. Može se provesti postupak obrade koji se u osnovi sastoji od dva koraka: smanjenje udjela vlage i uklanjanje sitnih čestica prosijavanjem. Postupak se može lako implementirati u mlinovima za masline ili ekstraktore komine maslina, pa čak i u odvojenim postrojenjima trećih strana.

Koštice masline imaju nizak udio pepela i stoga se mogu koristiti u svim vrstama uređaja - od najmanjih (peći i kućnih kotlova) do industrijskih kotlova. Danas je korištenje koštica maslina bez ikakve obrade (sušenje i odvajanje sitnih čestica) još uvijek vrlo uobičajeno (tj. oko 70 - 80 % koštica se ne obrađuje u Španjolskoj). Većinom se takve koštice koriste u

PARAMETER	KLASA KVALITETE			JEDINICA
	A1	A2	B	
VLAGA	≤ 12	≤ 12	≤ 16	w-% a.r.
PEPEO	≤ 0.7	≤ 1.0*	≤ 1.3*	w-% d.b.
UDIO ULJA	≤ 0.6	≤ 1.0	≤ 1.5	w-% d.b.
FINES (F<2MM)	< 15	< 15	< 25	w-% a.r.
KAL. VRIJEDNOST	≥ 15.7	≥ 15.7	≥ 14.9	MJ/kg (a.r.)
DUŠIK	≤ 0.3	≤ 0.4	≤ 0.6	w-% d.b.
SUMPOR	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05	w-% d.b.
KLOR	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05	w-% d.b.

TABLICA 1

Granične vrijednosti
glavnih parametara koštica
masline prema BIOmasud®
sustavu certifikacije

*Vrijednosti udjela pepela španjolskog standarda (UNE 164003) dorađene su od strane odbora CTN-164 početkom 2022., te će se vrijednosti izmijeniti na 1,2% za A2 i 2,0 za B. Talijanski standard (UNI 1609270) će također biti objavljen u prvoj polovici 2022., te će vrijednosti biti izmijenjene isto tako na 1,2% za A2 i 2.0% za B



industrijskim postrojenjima koja ih mogu koristiti bez problema s izgaranjem ili utjecajem na okoliš ako su opremljena naprednim tehnologijama za izgaranje i pročišćavanje plinova. Problemi nastaju kada to nije slučaj, primjerice kod upotrebe neobrađenih (neočišćenih) koštica u zastarjelim pećima ili kotlovima u gradovima, stvarajući emisije plinova, dim i neugodne mirise, što nije u skladu s propisanim normama za kvalitetu zraka.

Kada se obrade, koštice masline postaju visokokvalitetno kruto gorivo s obilježjima vrlo blizu kvalitetnih drvenih peleta i stoga su prikladne za uporabu u domaćinstvima i tercijarnom sektoru. U tablici 1, mogu se pronaći glavne specifikacije obrađenih koštica masline (u skladu s certifikacijskim sustavom BIOmasud[®]).

Nekoliko proizvođača kotlova za biomasu već proizvodi modele kotlova koji su prilagođeni tom gorivu i postižu izvrsne rezultate na testovima učinkovitosti i ograničenja štetnih emisija u zraku. Osim toga, mnogi uređaji na drvene pelete mogu koristiti i koštice masline uz malo prilagodbi koje su potrebne s obzirom na različitu veličinu drvenih peleta i drobljenih koštica masline (sustav punjenja, kotao za izgaranje, rešetka, zračni propisi koje treba prilagoditi).

Kao i ostale vrste poljoprivredne biomase, koštice masline obuhvaćene su Uredbom Komisije 2015/1189 o utvrđivanju ekoloških zahtjeva za kotlove na kruta goriva. U okviru projekta AgroBioHeat, rezultati izgaranja koštica masline istraženi su nizom testova zajedno s nekoliko drugih vrsta goriva iz poljoprivredne biomase. Ispitivanja su provedena u laboratorijskim uvjetima, upotrebom najsuvremenijih kotlova na biomasu i postupka ispitivanja prema normi EN 303-5.

Konkretno, koštice maslina paljene su u kotlu od 49 kW koji sadržava pokretnu rešetku, u kombinaciji s ESP sustavom za kontrolu emisija čestica. Utvrđeno je da su emisije CO, OGC-a, NOx i PMS-a bile ispod granica Uredbe o ekološkim zahtjevima za kruta goriva iz biomase. Time se potvrđuje kako se takva vrsta biomase može koristiti i u modernim sustavima kotlova, pri čemu se postižu emisije istovjetne s drvnom biomasom.

Više informacija:

Brunner, T., Nowak, P., Mandl, C., Obernberger, I. (2021) *Assessment of Agrobiomass Combustion in State-of-the-Art Residential Boilers. Proceedings of the 29th European Biomass Conference and Exhibition, pages 379 – 388. DOI: 10.5071/29thEUBCE2021-2AO.5.1.* *Mogućnost snimanja dokumenta po registraciji:* <http://www.etaflorence.it/proceedings/>





PRIMJERI UPOTREBE

KOŠTICE MASLINE ZA GRIJANJE ŠKOLE U GRANADI

Sekundarni edukacijski centar CES Santiago Ramón u zapadnom dijelu grada Granada u Španjolskoj, obrazovna je ustanova koja uključuje srednju školu, prvostupničke programe, te stručna usavršavanja. Nalazi se u blizini jednog od glavnih puteva prema središtu grada i pored kampusa Sveučilišta Fuentenueva na kojem se nalazi većina znanstvenih i inženjerskih sveučilišnih smjerova u gradu Granada.

Ugradnja sustava na biomasu u CES Ramón y Cajal de Granada napravljena je 2018. Dio je to projekta energetske obnove uz potporu IDAE (Institut za diverzifikaciju energije i učinkovitost) u sklopu PAREER-CRECE programa¹. Zgrada CES Ramón y Cajal izgrađena je 1983. s ukupnom površinom od 7,602 m². U trenutku energetske obnove, zgrada je imala energetski certifikat kategorije C. Prije ugradnje novog kotla na biomasu, zgrada se grijala uljnim kotlom nominalne snage 476 kW i sezonskom učinkovitosti od 52%. Godišnji je utrošak lož. ulja za grijanje iznosio približno 13,767 litara.

Novougrađeni uređaj na biomasu proizvođača ITB, model INV-9245050, sadrži kotao za više tipova proizvođača ITB, model INV-9245050, snage 450 kW, uz dodatni međuspremnik od 4,000 litara (sustav je nešto manje snage od prijašnjeg zbog dodatnih mjera učinkovitosti poput nove stolarije i učinkovitijeg klimatizacijskog sustava) i sezonske učinkovitosti od 82,80 %. Sustav se puni iz vertikalnog spremnika veličine 38 m³ koji je vizualno uklopljen tako da ne djeluje negativno na estetiku zgrade. Sustav je spojen na IDAE PRETEL sustav daljinskog praćenja.

Promjena goriva s lož. ulja na biomasu imala je za posljedicu smanjenje godišnjih sredstava za gorivo od preko 48 % (prema cijenama iz 2019.). S trenutnim bi cijenama, uzevši u obzir stabilnost koštica masline kao goriva koje se najviše koristi, uštede bile još i veće. Dodatno, prelaskom s loživog ulja smanjile su se emisije CO₂ za više od 180 tona godišnje.



¹ PAREER CRECE je program potpore za energetske obnovu postojećih zgrada osnovan s ERDF sredstvima. Više informacija: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-rehabilitacion-de-edificios-programa-pareer/programa-de-ayudas-para-la>

SLIKA 718

(Lijevo) Zgrada CES Ramón y Cajal i (desno) Kotlovnica. Izvor: Intecbio S.L.



PRVI HOTEL U JAÉN-U, ŠPANJOLSKA, KOJI KORISTI KOŠTICE MASLINE KAO GORIVO

Već 2006. godine, Hotel Spa de Cazorla smješten u La Irueli, Jaén, Španjolska, odlučio je odstupiti od fosilnih goriva i postati jedan od prvih energetske održivih hotela u Španjolskoj i prvi koji se koristio koštice masline kao gorivo. Iako bi se to danas moglo smatrati logičnim rješenjem, budući da je regija Jaén svjetski lider u proizvodnji maslinovog ulja - a time i dobivenim ostacima - sve do tada su se koštice masline koristile samo u tradicionalnim i zastarjelim uređajima za grijanje. Korištenje koštica u modernom kotlu predstavljalo je izazov jer nije bilo standarda, te su se uvjeti dobavljača ponekad razlikovali. Sada, nakon mnogo godina uspješnog rada, možemo utvrditi da je ovaj pothvat prošao test vremena i da se može smatrati primjerom dobre prakse.

Postrojenje ima ukupni kapacitet od 800 kW koji uključuje dva Herz Biomatic kotla od 400 kW, a

implementirani su od strane španjolske partner tvrtke Termosun Energías S.L. Ovi kotlovi i nakon 15 godina rada i dalje postižu učinkovitost veću od 95%. Imaju višestruke procesne jedinice za automatsku kontrolu temperature, čišćenje dimnih plinova i kontrolu čestica, te mogućnošću moduliranja topline. Isto tako, kotlovi imaju automatizirane sigurnosne procese u slučaju požara i automatsko prikupljanje pepela. Koštice masline pune se u sustav iz dvaju spremnika, od kojih svaki ima kapacitet od 45 t. Toplina proizvedena u kotlu upotrebljava se za potrošnu toplu vodu, grijanje prostora, spa i teretanu. U zimskim danima, kada kotlovi rade punom snagom potroši se približno 1,300 kg koštica masline po danu, a prosječna dnevna potrošnja kroz godinu iznosi oko 730 kg (u prvom redu za spa i proizvodnju potrošne tople vode).



SLIKA 9

*Hotel Spa Sierra de Cazorla.
Izvor: Termosun Energías S.L*



KLJUČNI KORACI ZA KORIŠTENJE KOŠTICA MASLINE

Korištenje koštica masline moguće je za grijanje u malim i srednjim sustavima. Kako bi se osigurao učinkovit i ekološki prihvatljiv rad, ključni su sljedeći elementi:

OBRADA. Da bismo raspolagali košticama masline visoke kvalitete, ključni je korak povećanje kvalitete goriva. Proces obrade uključuje sušenje i uklanjanje finih čestica. Ovim se procesom dobiva kruto biogorivo dobre kvalitete koje se može koristiti i u najmanjim kućnim uređajima.

Korištenjem koštica masline ne podrazumijevaju se poteškoće u pogledu rukovanja i opskrbe gorivom. Međutim, s obzirom na **VELIČINU ČESTICA DROBLJENIH KOŠTICA** u usporedbi s npr. peletima, potrebne su posebno oblikovane rešetke kako bi se spriječilo da koštice klize kroz njih ravno u posudu s pepelom¹.

CERTIFIKACIJA KVALITETE OD STRANE NEZAVISNIH TIJELA metodologijom poput BIOmasud® je i više nego potrebno.

Kvalitetnom obradom koštica masline osiguravaju se konstantna i primjerena svojstva goriva unutar granica standarda, a s time i bolje performanse peći i kotlova već podešenih za rad s ovim tipom goriva.

Certificirane koštice masline pružaju povjerenje. S jedne strane kupcima koji ovise o gorivima i dobavljačima. S druge strane donosiocima odluka i pravnih okvira koji shvaćaju da certificirana goriva garantiraju ispravan rad kotlova, u skladu s time i niske emisije štetnih plinova i kvalitetu zraka. U skladu s time sve je više javnih natječaja koji zahtijevaju ili daju dodatne bodove za korištenje certificirane biomase ili pak podvrgavaju nabavljena goriva procesu certifikacije (npr. Španjolski zakon RD 477).

VRIJEME SAGORIJEVANJA NA REŠETKI

(u slučaju pokretnih rešetki s neprekidnim čišćenjem pepela) ili kraćim intervalima čišćenja (kada nema neprekidnog čišćenja) moraju se prilagoditi vremenu pougljenjivanja koštica kako bi se postigla visoka konverzija ugljika i nizak sadržaj ugljika u posudi s pepelom.¹

¹ Izvor: Biomass Plus project - deliverable 5.5 "Guidelines for assessment of appropriate performance conditions of small domestic heating appliances with relevant Mediterranean solid biofuels"



Iscrpljena komina masline

OPIS

Iscrpljena komina masline (eng. *Olive cake*) ostatak je dobiven iz komine masline dobivene iz postupka ekstrakcije maslinova ulja. Maslinovo ulje sastoji se od preostalog endokarpa (koštice), mezokarpa (pulpa) i epikarpa (koža) masline nakon mehaničke ekstrakcije ulja.

Komina masline zadržava nezanemarljivu količinu zaostalog ulja koje se može izvući dodatnom preradom. U nekim je zemljama uobičajeno koristiti dodatnu mehaničku ekstrakciju pod nazivom "repaso" (ponovni prolaz/postupak) kako bi se smanjio sadržaj ulja preostalog u komini sa 6 – 7 % na otprilike 1,5 % kroz proces centrifuge za ekstrakciju maslinovog ulja (mehanička metoda ekstrakcije) u tzv. "dekanteru". Preostali udio ulja u komini može se dodatno smanjiti kemijskim metodama ekstrakcije koje se koriste u postrojenjima za preradu komine masline. U zemljama koje ne primjenjuju repaso proces, postrojenja za preradu obrađuju kominu s većim količinama preostalog ulja. Kao sirovina se u tim postrojenjima može biti neprerađena i mokra komina maslina ili mokra komina maslina s manjim udjelom drobljenih koštica, ako je prethodno napravljeno odvajanje.

Postrojenja za preradu komine provode sušenje komine masline (sirovine) kako bi se smanjio sadržaj vode, a zatim primjenjuju kemijsku ekstrakciju. Glavni je proizvod neobrađeno ulje komine masline koje se za tržište može dalje rafinirati u ulje komine masline. Glavni je ostatak iscrpljena komina masline koja je vrlo suh i zrnast materijal. Danas mnoga postrojenja za ekstrakciju - pogotovo u Španjolskoj - odvajaju preostale koštice iz komine masline prije kemijske ekstrakcije zbog njihove vrijednosti. Međutim, nije moguće napraviti potpuno odvajanje svih dijelova koštice, te manji komadići ostaju u maslinovoj pulpi za preradu, a time i u iskorištenoj komini masline.

Slika 10. prikazuje alternativne putove za dobivanje različitih čvrstih biogoriva u ciklusu gospodarenja kominom maslina. Dijagram je pojednostavljeni, te uključuje isključivo osnovne mogućnosti. Nisu predložene pojedinosti o internim postupcima (različite faze za dodavanje i obnavljanje vode, centrifuga i dekantiranje). Ostaci tekućine i dijelovi otpada također nisu prikazani.



Alternativni načini dobivanja krutih biogoriva (komina masline, iscrpljena komina i koštice masline) u postrojenjima za proizvodnju ulja i proizvoda iz komine masline. Izvor: AVEBIOM.



POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI

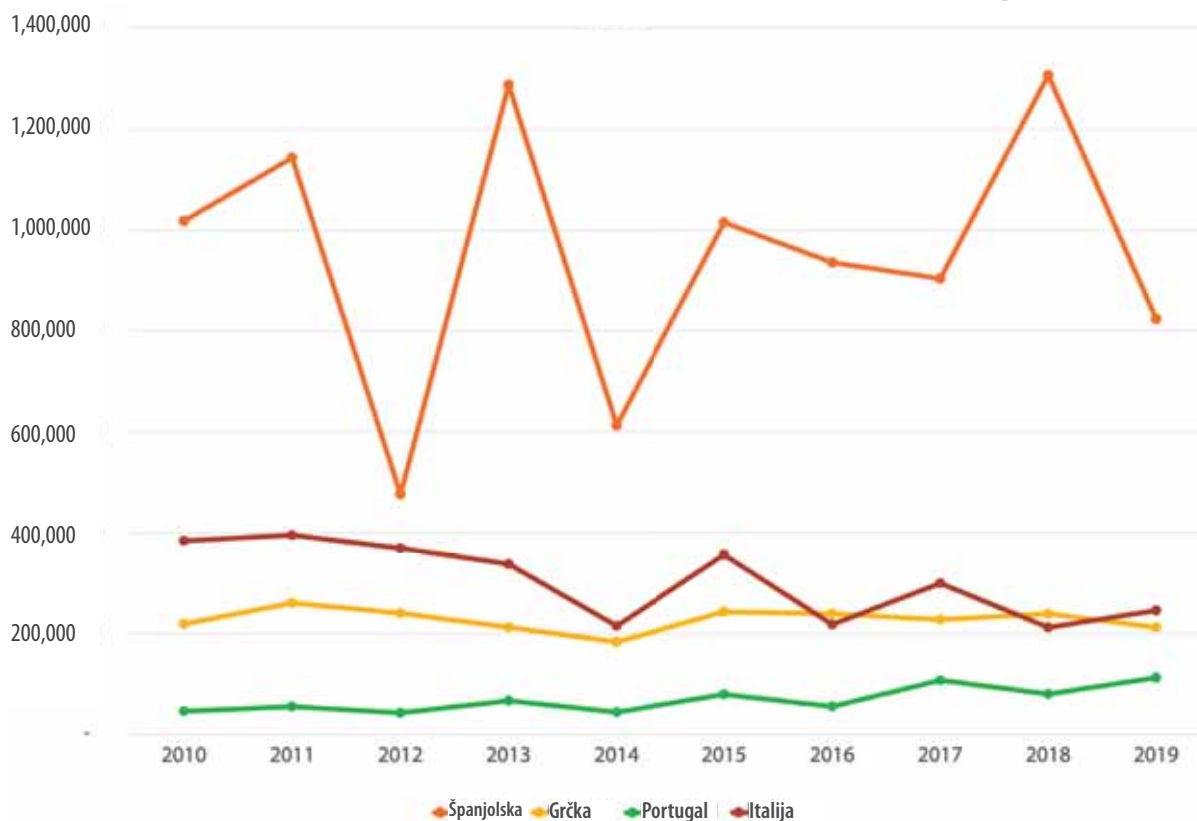
Slično kao i s košticama masline, iscrpljena komina masline usko je povezana s uzgojem drva masline. Iscrpljena komina se većinom može pronaći u neobrađenom obliku u uljarama u zemljama i regijama koje imaju manji uzgoj, te postrojenja za kemijsku ekstrakciju obično nisu dostupna. U područjima gdje se maslinovo ulje više proizvodi uobičajeno je da se neobrađena komina podvrgava kemijskoj ekstrakciji iz čega onda proizlazi iscrpljena komina masline. Glavni proizvođači u Europi su Španjolska, Grčka, Italija i Portugal.

Procjena proizvodnje iscrpljene komine masline s masenim udjelima prikazanim na **Slici 3.** napravljena

je procjena proizvodnje po zemljama u tonama na godini na **Slici 11.** U prosjeku se generira oko 197 kg maslinove pulpe od svake tone prerađenih maslina za proizvodnju maslinovog ulja (cca 20 %).

Određeni udio iscrpljene komine iskorišten je kroz proces proizvodnje ulja komine koju je nužno zagrijavati radi sušenja i paritiradi kemijske ekstrakcije. U nekim se zemljama toplinska energija pak dobiva iz postrojenja na prirodni plin ili kogeneracije. **Slika 11.** predstavlja teoretski potencijal iscrpljene komine masline. Kako bi se odredio dostupan tržišni potencijal nužno je izuzeti udio iscrpljene komine koji se iskorištava u postrojenjima za preradu.

PROCJENA PROIZVODNJE ISCRPLJENE KOMINE MASLINE (t/god)



SLIKA 11

Proizvodnja iscrpljene komine masline po zemljama u tonama po godini (2019). Izvor: AVEBIOM na osnovu FAOstat podataka.



KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTI?

Ne postoji posebni standard za iscrpljenu kominu kao kruto biogorivo. Međutim, indikativne vrijednosti prikazane su u normi ISO 17225-1. Sirovina je granulirana i lako se može pretvoriti u pelete. Velike je gustoće (600 – 650 kg/m³) tako da peletiranje, umjesto smanjivanja troškova prijevoza, može biti opcija za korištenje u kotlovima ili smanjenje gubitaka.

Vlaga iscrpljene komine iznosi oko 20 % nakon postupka ekstrakcije, ali se zatim prirodno suši i obično sadrži nešto manje količine vlage (oko 15 %).

Gledano kao gorivo, glavne kemijske karakteristike iscrpljene komine koje treba uzeti u obzir su visoki udio pepela – čak više od 10 puta veći udio od drvenih peleta ili maslinovih koštica – dušik, sumpor i klor. Tablica 2 prikazuje tipična svojstva iscrpljene komine maslina kao čvrstog biogoriva. EU je odredio maksimalno 3 % udjela ulja iscrpljenoj komini koja se prodaje za bioenergetske svrhe. Veći sadržaj podrazumijeva plaćanje dodatnog poreza jer se smatra da će njegova upotreba biti kao hrana za životinje. Nacionalni zakoni mogu odrediti maksimalni sadržaj ostatka ulja u iscrpljenoj komini maslina.

Zbog ovih karakteristika, iscrpljena komina masline čvrsto je biogorivo pogodnije za industrijske svrhe. Zbog toga zahtijeva posebnu opremu

PARAMETER	TIPIČAN RASPON	TIPIČNA VRIJEDNOST	JEDINICA
VLAGA	12 – 18	15	w-% a.r.
PEPEO	5 – 10	7.2	w-% d.b.
KAL. VRIJEDNOST	15.0 – 16.2	15.7	MJ/kg (a.r.)
UDIO ULJA	< 2	1.3	w-% a.r.
GUSTOĆA	600 – 650		kg/m ³
DUŠIK	1.0 – 2.0	1.2	w-% d.b.
SUMPOR	0.07 – 0.15	0.08	w-% d.b.
KLOR	0.12 – 0.40	0.2	w-% d.b.

TABLICA 2

Tipične vrijednosti za iscrpljenu kominu masline. Izvor: AVEBIOM

koja može baratati velikim udjelom pepela. Kod jednostavnih kućnih sustava grijanja može uzrokovati komplikacije ako korisnik ne vodi brigu o čestom čišćenju u malim uređajima bez automatiziranog sustava čišćenja.

Nadalje, drugi parametri poput sitnih čestica, dušika ili klora otežavaju upotrebu iscrpljene komine u kućanskim uređajima zbog emisija, korozije metalnih komponenti uređaja itd. Većina iscrpljene komine maslina koristi se u industrijskim djelatnostima (vlastita potrošnja u mlinovima komine masline, tvornica opeke, cementne peći, pomoćno gorivo za loženje u elektranama na ugljen ili kao namjensko gorivo za elektrane na biomasu itd.). Međutim, još uvijek se neke količine spaljuju u zastarjelim kućnim uređajima u određenim regijama, budući da iscrpljena komina ima vrlo konkurentnu cijenu u usporedbi s većinom fosilnih goriva ili alternativa od biomase.

SLIKA 12

Iscrpljena komina masline.

Izvor: AVEBIOM





PRIMJERI UPOTREBE

GASIFIKACIJA SUŠENE KOMINE MASLINE U ACEITES GUADALENTÍN-U

Glavni izazov koji zahtijeva ekološki održivo i ekonomski izvedivo upravljanje je rukovanje velikim količinama komine maslina koje uljare proizvode kao ostatke. U područjima sa značajnim količinama proizvodnje maslinovog ulja, komina maslina se obično isporučuje u mlinove komine masline u kojima se odvija kemijska ekstrakcija sirovog ulja komine masline. Međutim, pogoni u područjima bez mlinova namijenjenih komini masline moraju pronaći alternativne metode zbrinjavanja i/ili obrade.

U mnogim regijama odnosi između uljara i mlinova komine masline doživjeli su promjene tijekom posljednjih godina. Prelazak na dvofaznu proizvodnju maslinovog ulja rezultira proizvodnjom znatno vlažnije komine masline, s udjelom vlage često većim od 70 % (u usporedbi s oko 55 % u trofaznom sustavu). Nekoliko uljara vrši odvajanje koštica masline kao zasebnog dijela, a drugi provode sekundarnu mehaničku ekstrakciju maslinovog ulja (procesom "repasso"). Mlinovi komine maslina stoga se mijenjaju i vrše nova ulaganja u skladištenje. Time se povećavaju njihovi troškovi, posebice za energiju, što u vremenima niskih cijena ulja od komine masline kao glavnog i iscrpljene komine maslina kao sporednog proizvoda stvara značajne ekonomske probleme. Ova situacija dovela je do nestabilnih i teških situacija za ekstraktore čime se stvara sve više napetosti između dviju različitih industrija, usprkos tome što obje na kraju dijele temeljne vrijednosti i trebali bi se razumjeti kao dio istog lanca unutar jednog ekosustava.

Točno ovo je slučaj u projektu koji promovira obiteljska tvrtka Aceites Guadalentín S.L., a nalazi se u Pozo Alcónu (pokrajina Jaén). Ovaj proizvođač maslinovog ulja upravlja bazenom za skladištenje

komine masline kapaciteta oko 65.000 tona. Skladište kako kominu vlastite proizvodnje, tako i onu koju proizvode susjedni proizvodni pogoni. Upravljanje bazenom predstavlja značajan trošak, između ostalog i zbog njegove lokacije koja je udaljena od svih industrija ta preradu komine maslina. Tvrtka koja je prerađivala mokru kominu masline za ekstrakciju ulja (procesom "repaso") imala je veliku potrošnju električne energije, a proizvodila je sušenu kominu masline (vlage < 15 %, sadržaj ostatka ulja oko 1,5 %), koja nije bila primjenjiva za daljnju kemijsku ekstrakciju.

Sve je počelo od namjere Aceitesa Guadalentína da preokrene dosadašnju praksu, transformira trenutnu linearnu praksu u kružnu ekonomiju i promijeni trenutne probleme u priliku za nove prihode i uštede, a s mnogo većim ekološkim učinkom.

Glavni dio projekta je novi gasifikator za iscrpljenu kominu maslina ili sušenu kominu maslina. Rasplinjač troši oko 970 kg sušene komine masline po satu, proizvodeći 2.615 kg/h sintetskog plina (s NCV od oko 5,6 MJ/Nm³) i 146 kg/h biougljena (s udjelom ugljika od oko 66,58 %). Sintetski plin sagorijeva se u motorima s kombiniranim električnim kapacitetom od 1 MWe (2 x 500 kWe), dok je dostupno 1,88 MWt toplinske energije (iz rashladnih i ispušnih plinova) – ukupna učinkovitost sustava iznosi oko 62,5 %. Električna energija se koristi za vlastitu potrošnju, zamjenjujući onu koju daje generator na lož. ulje, dok se toplina koristi za sušenje i druge interne potrebe.

Radovi su započeli u prosincu 2021. Ukupna investicija iznosi 3 milijuna eura, uključujući građevinske radove, od čega je 40% financirano od strane Andaluzijske energetske agencija. Sustav ostvaruje uštede od



oko 200.000 litara lož ulja godišnje, koje se prije koristilo za proizvodnju električne energije. Dodatni prihodi ostvaruju se tako da se koštice masline odvojene od komine masline sada mogu prodavati na tržištu (toplina iz rasplinjača zamjenjuje toplinu iz kotla na koštice maslina koji se koristi u procesu repaso); Aceites Guadalentín će implementirati sustav čišćenja i sušenja za proizvodnju čistih koštica maslina u tu svrhu. Dodatni prihodi mogu se ostvariti od valorizacije biougljena (npr. kao sredstvo za obogaćivanje tla), dok bi se u budućnosti



mogla implementirati i jedinica za proizvodnju vodika. Sustav rasplinjavanja rezultira drastičnim smanjenjem emisije CO₂, ali i smanjenjem količine prašine koja bi nastala izgaranjem iscrpljene komine maslina.

Sustav koji koristi Aceites Guadalentín mogao bi se replicirati u drugim uljarama, te je skalabilan budući da procesi i motori rasplinjavanja mogu biti različitih veličina ili primjenjivati se u modulima. Model se također može prenijeti u mlinove komine masline koji bi potom mogli koristiti vlastitu iscrpljenu kominu maslina u gasifikaciji. Ova vrsta sustava mogla bi donijeti velike promjene u industriji maslinovog ulja i pridonijeti drastičnom smanjenju njezinih emisija. Očekivanja su velika i mnoge uprave, zakonodavci i uljari s nestrpljenjem očekuju razvoj i stabilan učinak ovog jedinstvenog postrojenja



SLIKA 13 i 14

Desno – Alpeorujo bazen. Gasifikacija iscrpljene komine masline (4 MWt i 1 MWe). Izvor: AVEBIOM



VIOPAR S.A. – NAJVEĆE I NAJNOVIJE POSTROJENJE NA BIOMASU U GRČKOJ

Elektrana na biomasu VIOPAR S.A. je s kapacitetom od 5 MWe trenutno najveće i najmodernije takvo postrojenje u pogonu u Grčkoj. Značajni događaji u povijesti tvrtke bili su završetak postupka licenciranja 2016. godine, spajanje s Ravago Grupom 2017. godine, te početak izgradnje postrojenja 2018. godine. Izgradnja je završena 2019. godine, a elektrana je s radom započela 2020. godine.

Elektrana je locirana u drugoj industrijskoj zoni Volos, u neposrednoj blizini luke (17 km) i poljoprivrednih zona pokrajine Thessaly (oko 30 km), čime dobiva na fleksibilnosti u iskorištavanju domaćih i uvezenih goriva na biomasu. Elektrana je licencirana za rad s iscrpljenom kominom masline, peletima od ljsaka sjemenki suncokreta i ostacima češljanja pamuka kao gorivima. Godišnja potrošnja goriva iznosi oko 38,000 tona.

Trenutačno se u tvornici prvenstveno koristi iscrpljena komina maslina od dvije glavne sorte: „običan“, koji ima standardniju distribuciju veličine, i „prah“, koji je finiji materijal s kojim je teže rukovati konvencionalnim sustavima za izgaranje. VIOPAR

koristi peć s pokretnom rešetkom zajedno s zasebnim pneumatskim sustavom ubrizgavanja goriva u prahu. Tvornica koristi tehnologiju Organski Rankineov sustav (eng. Organic Rankine Cycle, ORC) koja pruža višestruke prednosti (minimiziranje potrošnje vode, izbjegavanje smetnji), te je u potpunosti opremljena mjerama protiv onečišćenja (elektrostatski taložnik, anti-SO_x i anti-NO_x mjere) čime su emisije u granicama utvrđenim direktivama EU.

Tvornica također pruža višestruke pogodnosti za lokalno gospodarstvo: 7 stalnih radnih mjesta u tvornici, 120 zaposlenih tijekom izgradnje, 200.000 € godišnjih doprinosa lokalnoj općini, više od 230.000 € godišnjih prihoda za luku u Volosu i najmanje 200.000 € prihoda godišnje lokalnim dobavljačima (prijevoznicima, timovima za održavanje, dobavljačima potrošnog materijala itd.). VIOPAR je također aktivno uključen u tehnološke razvojno-istraživačke aktivnosti, tražeći načine za opskrbu otpadnom toplinom iz vlastite proizvodnje u lokalne mreže daljinskog grijanja ili za valorizaciju ostataka pepela od izgaranja.



SLIKA 15 I 16. Zračna fotografija elektrane na biomasu VIOPAR S.A. jačine MWe u Volosu, Grčka i peć u VIOPAR-u. Izvor: VIOPAR



KLJUČNI KORACI ZA UPOTREBU ISCRPLJENE KOMINE MASLINE

Iskorištavanje iscrpljene komine masline za grijanje je moguće, posebice za industrijsku primjenu. Radi se o složenom gorivu, te je za njegovo ispravno korištenje kao krutog biogoriva ključno sljedeće:

KVALITETA. Iako je iscrpljena komina masline industrijsko gorivo, postoje određeni parametri koji se moraju pratiti poput:

VLAGE: odmah nakon ekstrakcije može imati veći sadržaj vlage koji s vremenom, transportom i kretanjem opada do svojih prosječnih tipičnih 15%, ali se obično skladišti u skladišnim dvorištima bez ikakve krovne zaštite. Vlaga može biti problematična u kotlovima, ali i u logistici i skladištu. Visok sadržaj vlage može dovesti do problema sa samosagorijevanjem.

TEMPERATURE: važno je pratiti temperaturu jer može doći do samozapaljenja u skladištu ako je udio vlage dovoljno visok i dodatno povećan uslijed visokih vanjskih temperatura. Skladištene hrpe treba nadzirati i poduzeti mjere u slučaju porasta temperature (okolne i same hrpe). Potrebno je izvršiti ispravan pregled otvaranjem hrpe; vizualni pregled površine nije dovoljan jer samoizgaranje obično počinje iznutra.

KLOR: iscrpljena komina masline već prirodno ima prilično visok sadržaj klora. Neke slične biomase poput ostataka proizvodnje maslina ponekad se miješaju i zbog procesa koje prolaze (npr. dodavanje soli i drugih aditiva) jer se tako udio klora može još više povećati. To ima posljedice na sustav izgaranja (korozija) i emisije (HCl). Materijali kotla moraju biti dovoljno otporni da podrže sadržaj ove biomase i izbjegnu koroziju.

PEPEO: sadržaj pepela u iscrpljenoj komini maslina je sam po sebi prilično visok. Iscrpljena komina može biti pomiješana s dijelovima biomase još lošijih parametara kvalitete ili kontaminirana egzogenim inertnim materijalom (pijesak, tlo, kamenje), što dodatno povećava udio pepela. Uzimajući u obzir i sastav pepela (npr. povećanu koncentraciju lužina), postoji nekoliko implikacija na rad bilo kojeg sustava izgaranja: povećana učestalost čišćenja, troska, veće emisije čestica itd. Prilikom korištenja iscrpljene komine maslina kao goriva, potrebno je obratiti pozornost na ovaj parametar.

Zbog navedenog i relativno visokog sadržaja dušika, klora, pepela itd., moraju se postaviti **ODGOVARAJUĆE TEHNOLOGIJE** (filteri, ubrizgavanje uree,...) za optimalno izgaranje kako bi se izbjeglo prekoračenje zakonskih pragova emisija (HCl, čestice, NOx).



Ljuske suhih orašastih plodova

OPIS

Postoje određena stabla orašastih plodova čije se ljuske mogu iskorištavati kao biomasa u svrhu proizvodnje energije. Orašasti plodovi prevoze se u agro-industrijske pogone gdje se sam plod odvaja od ljusaka. Ljuske se obično skladište i prodaju lokalno kao energent. Vremenski period za obradu orašastih plodova je iznimno kratak, te se stoga i velike količine ljusaka proizvode u relativno kratkom roku. Za njih je zato potreban veliki skladišni prostor.

Drobljenje je glavni proces kojim se srž orašastih plodova odvaja od ljuske. Dobivene ljuske sastoje se od komadića koji nisu ujednačene veličine. Kako bi se poboljšalo punjenje sustava i izgaranje u uređajima, preporučeno je ljuske pretvoriti u standardizirana kruta biogoriva. Određene valorizacije se predlažu, kao što je drobljenje u manje fragmente i prosijavanje radi uklanjanja sitnih čestica (< 2 mm) kako bi se dobila homogenija veličina komadića.

Prirodni sadržaj vlage u ljuskama nakon drobljenja je odgovarajuć za sagorijevanje. No, kako se ljuske često skladište na otvorenom i bez krova, ponekad udio vlage u njima zna biti viši.

U Španjolskoj postoji standard kvalitete za ljuske suhih orašastih plodova (UNE 164004:2014) koji uključuje ljuske pinjola, ljuske badema, ljuske lješnjaka i sjeckane šišarke (eng. chopped pine cones). Ovaj standard razvio je španjolski odbor CTN-164 prvenstveno koristeći podatke iz EU projekta BIOmasud. Ovaj standard je u procesu revizije, te je osim par manjih promjena u pragovima glavna razlika dodavanje ljuske pistacija i oraha. Očekuje se da će revidirani dokument biti objavljen kroz 2022. godinu.

Postoje mnoge vrste suhih orašastih plodova, ali neke se sorte češće koriste kao kruta biogoriva zbog tradicije i lakoće korištenja. To su ljuske badema, ljuske pinjola, sjeckane šišarke, ljuske lješnjaka, ljuske pistacija, ljuske oraha.



LJUSKE BADEMA

Jedne su od najčešće korištenih kao energent. Obuhvaćene su španjolskim standardom UNE 164004 kao i BIOmasud® certifikacijskom metodom. Ljuske badema mogu iznositi od 62 do 78 % težine čitavog ploda badema, ovisno o vrsti. Prosječna vrijednost od 70 % uzeta je kao referentna za procjene na **Slici 26.**



SLIKA 17

Ljuske badema dobivene ekstrakcijom badema.
Izvor: AVEBIOM



SLIKA 18

Drobljene ljuske badema.
Izvor: AVEBIOM

LJUSKE PINJOLA

Također su jedno od najčešće korištenih biogoriva za energiju. Obuhvaćene su španjolskim standardom UNE 164004 kao i BIOmasud® certifikacijskom metodom.

Vezano uz maseni udio, udio vlage u šišarkama je visok (32 – 38 %) i stoga se one suše prilikom procesa dobivanja pinjola. 100 kg šišarki sadrži otprilike 5 – 20 kg pinjola s ljuskom. Od ovih 5 – 20 kg, otprilike 25 % otpada na same pinjole dok su ostatak ljuske.

Nažalost, proizvodnja pinjola drastično se smanjila od 2013. godine, uglavnom u Španjolskoj, ali i u Portugalu. Obje zemlje su bile ozbiljno pogođene pošasti kukca *Leptoglossus occidentalis* koji zahvaća šišarke tako što ih isije i one se posljedično osuše. Od ove pošasti prije 2013. od 1 t češera (ne sušenih) dobiveno je oko 200 kg pinjola s ljuskom, dok



SLIKA 19

Pine nut shell.
Source: AVEBIOM

se od 2014. dobiva samo oko 80 kg. Kao rezultat toga, španjolske tvrtke posljednjih godina kupuju i prerađuju većinu portugalskih borova (80-90 %) i stoga sve te ljuske ostaju u Španjolsko.



SLIKE 21 I 22

Sjeckane šišarke. Gore: čitave šišarke. Desno: listići šišarke. Izvor: AVEBIOM

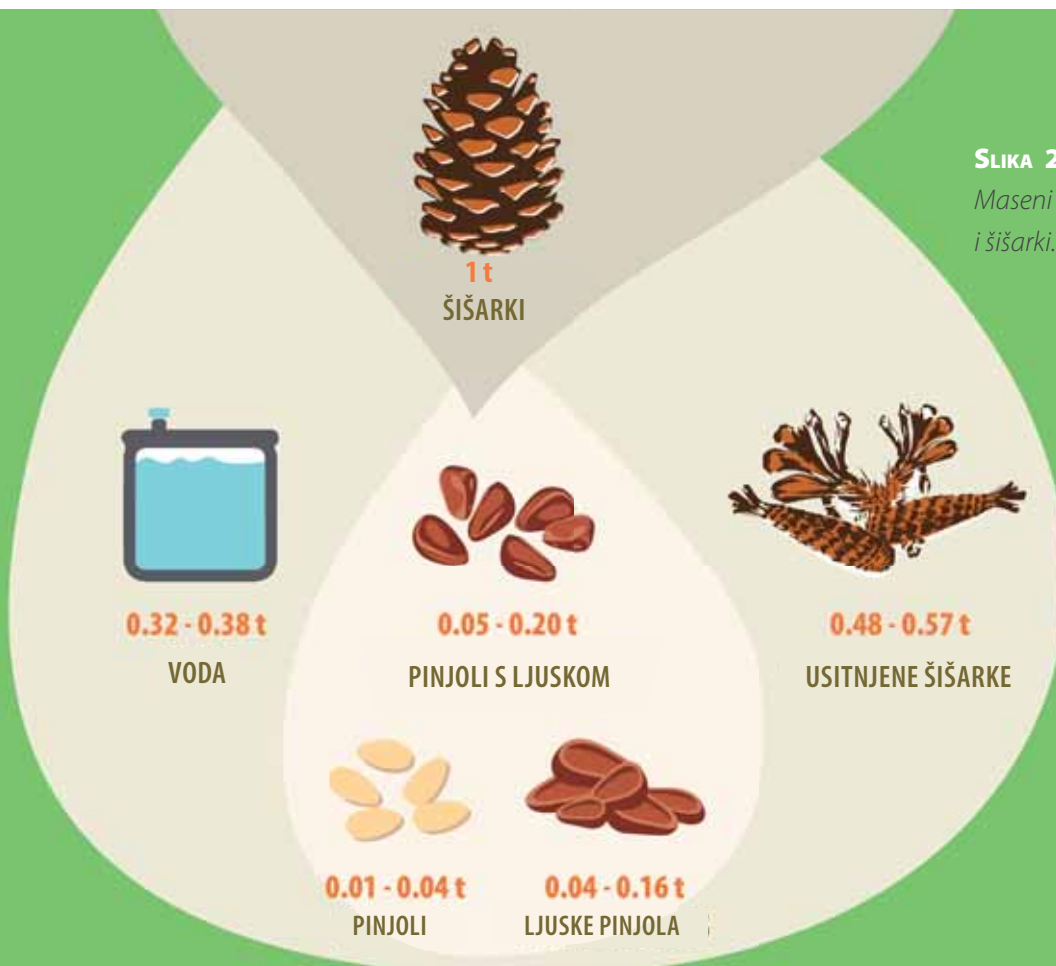
SJECKANE ŠIŠARKE

Same po sebi nisu orašasti plod, već plod koji sadrži sami orašasti plod. Od 100 kg šišarki, nakon sušenja dobiva se od 48 do 57 kg sjeckanog materijala. Obično se sjeckaju i ponekad miješaju s pinjolima kako bi se poboljšala svojstva izgaranja. Katkada se središnji dio šišarke uklanja i samo se koriste njeni "listovi" (eng. bracts). Ovaj tip krutog biogoriva obuhvaćen je španjolskim standardom UNE 164004 kao i BIOMasud® certifikacijskom metodom.



SLIKA 20

Maseni udjeli ljusaka pinjola i šišarki. Izvor: AVEBIOM





LJUSKE LJEŠNJAKA

Obuhvaćene su španjolskim standardom UNE 164004 i certifikacijskom shemom BIOmasud®. Ljuske lješnjaka mogu iznositi od 53 do 55 % težine cijelog ploda lješnjaka, ovisno o sorti. Prosječno 54 % uzeto je u obzir za procjene u **tablici 6**.

LJUSKE PISTACIJA

Nisu obuhvaćene španjolskim standardom UNE 164004, ali su se proučavale u sklopu projekta Biomassud Plus i trenutno je u procesu njihovo uključivanje u standard (odobrenje ažuriranog standarda predviđeno je kroz 2022). No, ljuske pistacija već su obuhvaćene BIOmasud® certifikacijskom shemom. Pistacija bez ljuske predstavlja 50 – 60 % težine cijelog ploda, pa je udio ljuske stoga u rasponu od 40 – 50%.



SLIKA 23

Ljuske lješnjaka. Izvor: AVEBIOM

SLIKA 24

Ljuske pistacija. Izvor: CIEMAT

SLIKA 25

Ljuske oraha. Izvor: CIEMAT

LJUSKE ORAHA

Nisu obuhvaćene španjolskim standardom UNE 164004, ali su se proučavale u sklopu projekta Biomassud Plus i trenutno je u procesu njihovo uključivanje u standard (odobrenje ažuriranog standarda predviđeno je kroz 2022.). No, ljuske oraha već su obuhvaćene BIOmasud® certifikacijskom shemom. Orah bez ljuske predstavlja oko 45 – 55% čitavog ploda. Za procjene na grafu niže uzeta je prosječna vrijednost od 50% (vidi **tablicu 8**).



POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI

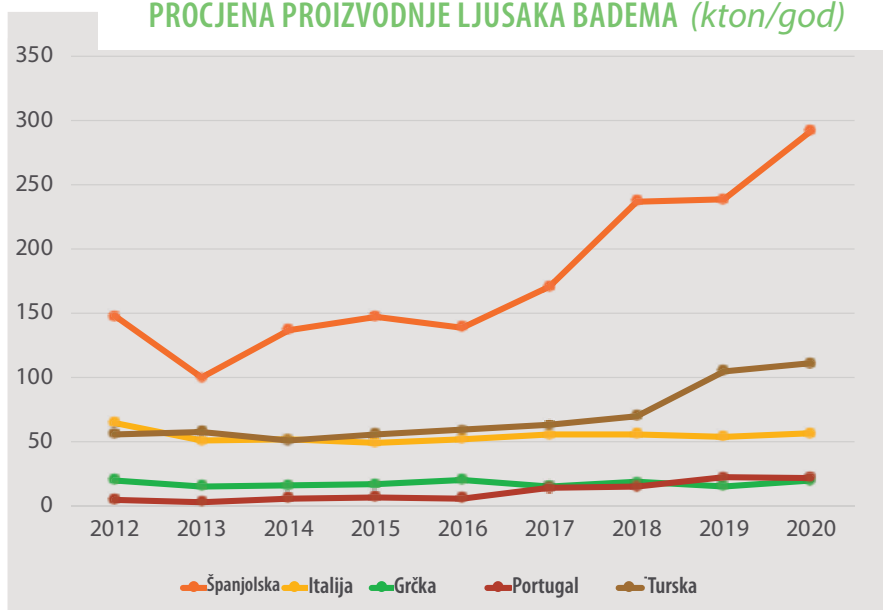
Logično je da je proizvodnja ljuski orašastih plodova povezana s njihovim podrijetlom njihovog uzgoja koje varira od vrste do vrste. Uz to, statistički podaci obično se odnose na usjeve, a ne na ljuske, pa se za procjenu proizvodnje ljusaka koristi omjer težine

plodova s i bez ljusaka. Ovaj omjer ovisi o godišnjim uvjetima kao i o sorti. Na sljedećim stranicama prikazan je kratki pregled proizvodnje i distribucije u Europi za glavne vrste orašastih plodova koje se koriste za bioenergiju:

LJUSKE BADEMA

Španjolska je vodeći europski proizvođač badema, te drugi na svijetu daleko iza SAD-a (Španjolska proizvodi otprilike 10 puta manje od SAD-a). U Europi, drugi je najveći proizvođač Turska iza koje se nalazi još nekoliko mediteranskih zemalja.

PROCJENA PROIZVODNJE LJUSAKA BADEMA (kton/god)



SLIKA 26

Proizvodnja **ljuske badema** po zemljama u tonama godišnje.

Izvor: AVEBIOM korištenjem Eurostat podataka.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ŠPANJOLSKA	148,218	100,156	136,990	147,756	139,139	170,716	237,321	238,294	291,865
ITALIJA	64,785	50,806	51,814	49,280	52,206	55,720	55,860	54,110	56,364
GRČKA	20,293	15,414	15,946	17,157	20,426	15,498	18,697	15,365	19,768
PORTUGAL	5,026	3,115	6,321	7,063	6,097	14,098	15,148	22,610	22,127
TURSKA	56,000	58,100	51,100	56,000	59,500	63,000	70,000	105,000	111,300

TABLICA 3

Proizvodnja **ljuske badema** po zemljama u tonama godišnje. Izvor: AVEBIOM korištenjem Eurostat podataka.



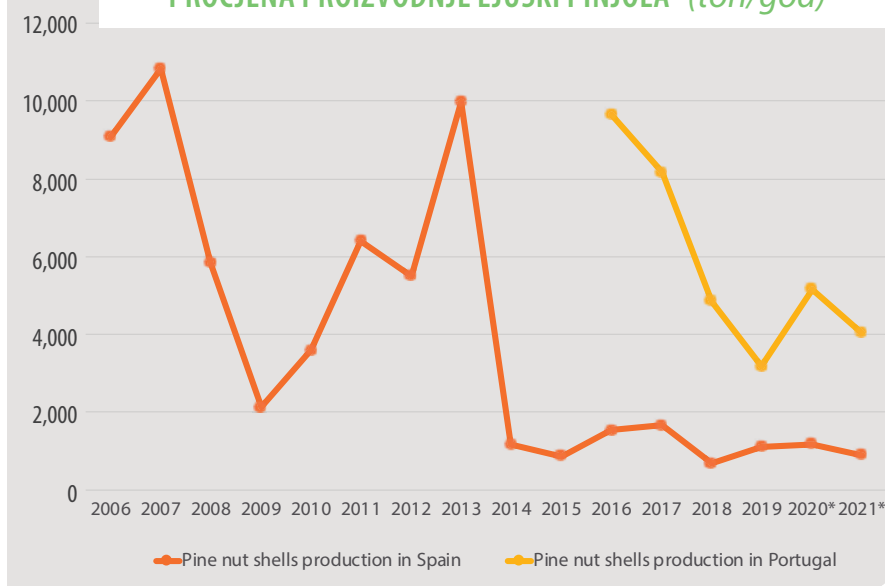
PINJOLI I SJECKANE ŠIŠARKE

Postoje mnoge vrste bora s jestivim orašastim plodovima, ali u Europi ih ima vrlo malo. Od njih je najvažniji *Pinus Pinea* zbog svoje primjene u kulinarstvu, a raste uglavnom u mediteranskim zemljama. Portugal i Španjolska imaju oko 500.000 hektara šuma *Pinus Pinea*, što predstavlja 75% svjetske rasprostranjenosti ove vrste koja je prisutna i u drugim mediteranskim zemljama. Godišnja proizvodnja pinjola i šišarki znatno varira jer je vrsta naizmjeničnog roda i vrlo osjetljiva na utjecaj klimatskih čimbenika, prvenstveno na snažnu i dugotrajnu sušu. Također, kao što je već spomenuto, od 2013. proizvodnja u Španjolskoj i Portugalu ozbiljno je pogođena zbog kukca *Leptoglossus occidentalis*.

SLIKA 28

Proizvodnja **sjeckanih šišarki** po zemljama u tonama godišnje. Izvor: AVEBIOM na osnovu podataka od MITECO (Španjolska) i ICNF (Portugal). (* procjena)

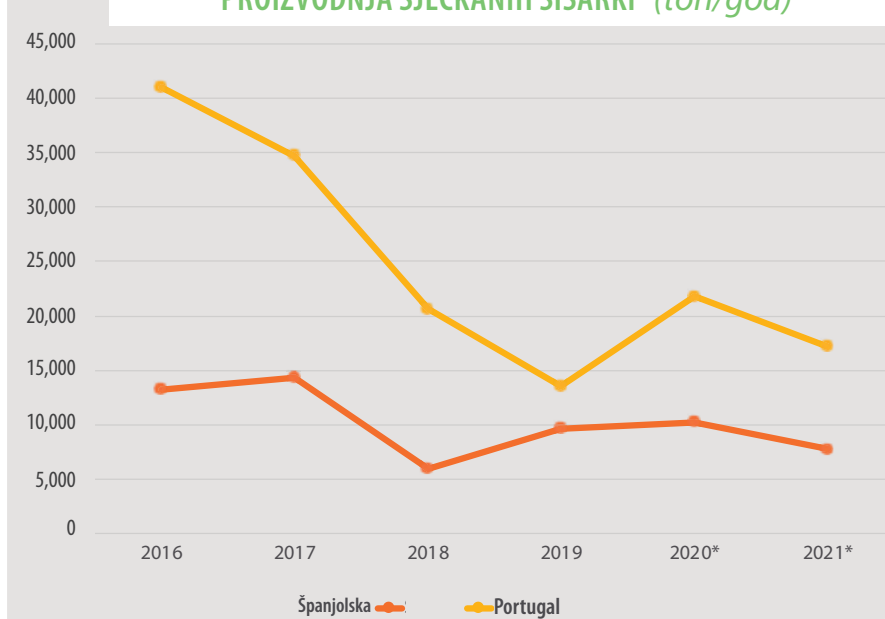
PROCJENA PROIZVODNJE LJUSKI PINJOLA (ton/god)



SLIKA 27

Proizvodnja **ljuski pinjola** po zemlji u tonama godišnje. Izvor: AVEBIOM na osnovu podataka od MITECO (Španjolska) i ICNF (Portugal). (* procjena)

PROIZVODNJA SJECKANIH ŠIŠARKI (ton/god)





GODINA	ŠPANJOLSKA	PORTUGAL
2006	9,076	
2007	10,828	
2008	5,843	
2009	2,126	
2010	3,588	
2011	6,407	
2012	5,502	
2013	9,985	
2014	1,163	
2015	864	
2016	1,537	9,648
2017	1,660	8,170
2018	689	4,855
2019	1,121	3,186
2020*	1,184	5,157
2021*	896	4,043

TABLICA 4

Godišnji teoretski potencijal **ljuski pinjola** (u tonama) po zemljama. Izvor: AVEBIOM na osnovu podataka od MITECO (Španjolska) i ICNF (Portugal). (* procjena)

YEAR	ŠPANJOLSKA	PORTUGAL
2016	13,255	41,002
2017	14,318	34,723
2018	5,941	20,635
2019	9,667	13,539
2020*	10,212	21,791
2021*	7,728	17,182

TABLICA 5

Godišnji teoretski potencijal proizvodnje **sjeckanih šišarki** po zemlji u tonama. Izvor: AVEBIOM na osnovu podataka od MITECO (Španjolska) i ICNF (Portugal). (* procjena)



SLIKA 29

Ljuske pinjola. Izvor: Biomosas Herrero



LJUSKE LJEŠNJAKA

Turska je vodeći proizvođač u Europi i u svijetu. Drugi najveći svjetski proizvođač je Italija. U EU postoji još zemalja s malom proizvodnjom između 3,000 i 10,000 tona poput Španjolske, Francuske i Poljske.

TABLICA 6

Godišnji teoretski potencijal proizvodnje **ljuski lješnjaka** po zemlji u tonama. Izvor: AVEBIOM na osnovu Eurostat podataka.

GODINA	ŠPANJOLSKA	FRANCUSKA	ITALIJA	POLJSKA	TURSKA
2012	7,906	5,416	58,671	2,268	356,400
2013	8,262	4,374	60,831	2,754	296,460
2014	7,312	5,967	40,748	2,970	222,480
2015	6,167	4,806	54,886	2,916	348,840
2016	5,135	6,907	65,108	2,986	226,800
2017	5,665	6,512	70,891	2,500	364,500
2018	4,336	8,456	71,658	3,586	278,100
2019	6,680	6,296	53,206	2,938	419,040
2020	2,943	5,233	75,902	4,104	359,100

LJUSKE PISTACIJA

U Europi, najveća proizvodnja pistacija odvija se u mediteranskim zemljama. Ova biljka nije uzalud bila poznata već u doba Rimskog Carstva. Područje uzgoja ostalo je manje-više stabilno do prvog desetljeća 2000. godine. Od tada se proizvodnja pistacija postupno povećava zbog modernizacije i intenziviranog uzgoja. Glavne zemlje koje proizvode pistacije su Turska, Grčka, Italija i od prije par godina Španjolska. SAD je svjetski lider u proizvodnji pistacija, a slijede ga Kina i Iran.

GODINA	ŠPANJOLSKA	GRČKA	ITALIJA	TURSKA
2012	1,206	3,598	424	67,500
2013	1,120	3,205	1,452	39,870
2014	1,182	3,855	1,600	36,000
2015	1,170	4,385	1,741	64,800
2016	2,528	5,069	1,642	76,500
2017	3,395	5,326	1,743	35,100
2018	n.a.	n.a.	n.a.	108,000
2019	n.a.	n.a.	n.a.	38,250

TABLICA 7

Godišnji teoretski potencijal proizvodnje **ljuski pistacija** po zemljama u tonama. Izvor: AVEBIOM na osnovu Eurostat podataka.

LJUSKE ORAHA

Turska je najveći proizvođač u Europi i četvrti u svijetu iza Kine, SAD-a i Irana. U Europi se orah dosta skromno proizvodi, primarno u Rumunjskoj, Francuskoj, Grčkoj, Španjolskoj i Italiji.

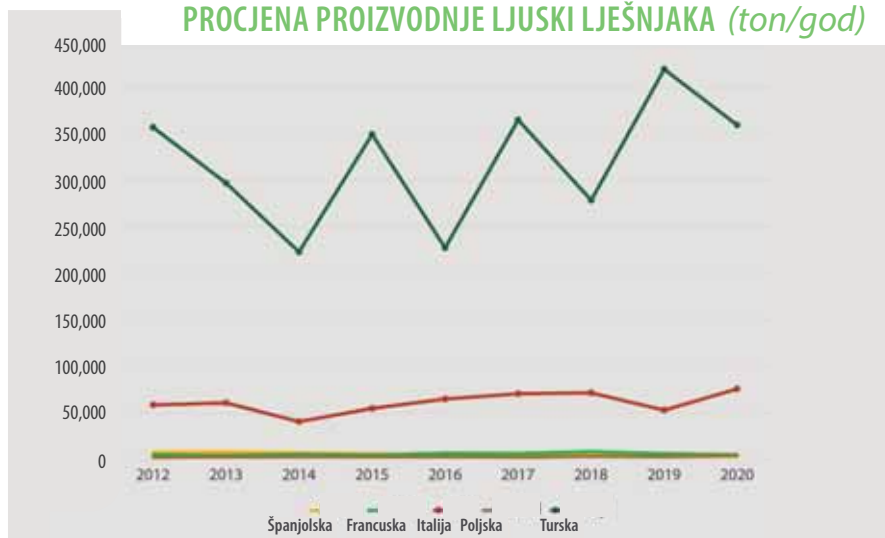
GODINA	GRČKA	ŠPANJOLSKA	FRANCUSKA	ITALIJA	RUMUNJSKA	TURSKA
2012	12,105	6,820	18,040	n.a.	14,195	101,500
2013	12,615	7,125	17,755	n.a.	14,785	106,000
2014	11,205	7,795	17,385	n.a.	14,685	90,500
2015	12,610	7,160	21,140	n.a.	15,660	95,000
2016	14,025	7,460	20,235	6,080	15,970	97,500
2017	13,960	7,870	16,520	6,075	21,860	105,000
2018	15,930	7,590	18,845	6,225	27,000	107,500
2019	15,520	8,770	17,475	5,400	24,790	112,500
2020	18,200	8,555	17,850	7,745	24,175	143,500

TABLICA 8

Godišnji teoretski potencijal proizvodnje **ljuska oraha** po zemljama u tonama. Izvor: AVEBIOM na osnovu Eurostat podataka.



PROCJENA PROIZVODNJE LJUSKI LJEŠNJAKA (ton/god)



SLIKA 30

Proizvodnja **ljuske lješnjaka** po zemlji u tonama godišnje.
Izvor: AVEBIOM elaborat s podacima Eurostata..

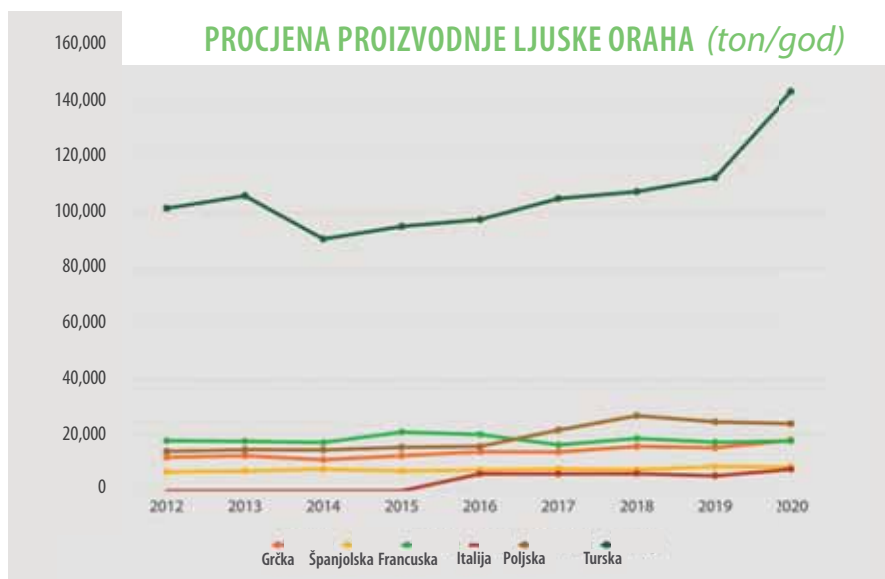
PROCJENA PROIZVODNJE LJUSKI PISTACIJA (ton/god)



SLIKA 31

Proizvodnja **ljuski pistacija** po zemlji u tonama godišnje.
Izvor: AVEBIOM elaborat s podacima FAO-a..

PROCJENA PROIZVODNJE LJUSKE ORAHA (ton/god)



SLIKA 32

Proizvodnja **ljuske oraha** po zemlji u tonama godišnje.
Izvor: AVEBIOM elaborat s podacima Eurostata.



KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTE?

Obično se ljuske orašastih plodova koriste lokalno na farmama, u staklenicima i drugim sličnim mjestima i to izravno bez ikakvog procesa valorizacije. No, kao što je već spomenuto, ako se ljuske minimalno obrađuje kako bi se homogenizirala njihova veličina čestica prosijavanjem sitnih čestica i drobljenjem kako bi se uklonili veći dijelovi, može se dobiti kvalitetno kruto biogorivo koje je prikladno čak i za male uređaje. Sadržaj vlage ne bi trebao biti visok ako se skladišti u dobrim uvjetima, ali često ih agroindustrije u kojima nastaju nusproizvodi ne mogu kvalitetno skladištiti jer se velika količina stvara u relativno kratkom vremenskom roku. Stoga se ljuske obično skladištiti vani bez krova što je razlog zašto često nisu dovoljno suhe kada dopiju na tržište.

U nekim područjima tradicionalno se koriste zbog obilja svog obilja u tim regijama (npr. ljuske pinjola/nasjeckane šišarke u području Valladolida/Segovia (Španjolska) gdje je velika koncentracija proizvodnje pinjola i posljedično nusproizvoda, odnosno ljusti. Nažalost, kotlovi i peći nisu uvijek tehnološki najnapredniji i treba poticati njihovu obnovu/zamjenu kako bi se poboljšale performanse i smanjile emisije. S druge strane, zbog tradicije korištenja ljudi dobro poznaju mogućnosti goriva pa ga i sami tradicionalno koriste miješano (ljuske pinjola i nasjeckane šišarke miješaju se što poboljšava ponašanje u izgaranju).

TABLICA 9

Limiti glavnih parametara za ljuske orašastih plodova prema BIOmasud®certifikacijskom sustavu

PARAMETAR	MATERIJAL	RAZRED KVALITETE			JEDINICA
		A1	A2	B	
VLAGA		≤ 12	≤ 12	≤ 16	w-% a.r.
PEPEO					
	Ljuske badema	≤ 0.7	≤ 1.6	≤ 2.0	w-% d.b
	Ljuske lješnjaka	≤ 0.7	≤ 1.6	≤ 2.0	w-% d.b
	Ljuske pinjola	≤ 0.7	≤ 1.5	≤ 2.0	w-% d.b
	Ljuske pistacija	≤ 0.7	≤ 1.6	≤ 2.0	w-% d.b
	Ljuske oraha	≤ 0.7	≤ 1.6	≤ 2.0	w-% d.b
	Sjeckane šišarke	≤ 0.8	≤ 1.1	≤ 1.5	w-% d.b
UDIO ULJA		≤ 0.6*	≤ 1.0*	≤ 1.5*	w-% d.b.
FINE ČESTICE (<2 MM)		< 2.0	< 2.0	< 4.0	w-% a.r.
KALORIJSKA VRIJEDNOST					
	Ljuske badema	≥ 15.0	≥ 15.0	≥ 14.0	MJ/kg (a.r.)
	Ljuske lješnjaka	≥ 15.0**	≥ 15.0**	≥ 14.0**	MJ/kg (a.r.)
	Ljuske pinjola	≥ 16.0	≥ 16.0	≥ 15.0	MJ/kg (a.r.)
	Ljuske pistacija	≥ 15.0	≥ 15.0	≥ 14.0	MJ/kg (a.r.)
	Ljuske oraha	≥ 16.0	≥ 16.0	≥ 15.0	MJ/kg (a.r.)
	Sjeckane šišarke	≥ 15.8	≥ 15.8	≥ 14.9	MJ/kg (a.r.)



PARAMETAR	MATERIJAL	RAZRED KVALITETE			JEDINICA
		A1	A2	B	
GUSTOĆA					
	Ljuske badema	≥ 450	≥ 300	≥ 270	kg/m ³ (a.r.)
	Ljuske lješnjaka	≥ 300	≥ 300	≥ 270	kg/m ³ (a.r.)
	Ljuske pinjola	≥ 470	≥ 470	≥ 450	kg/m ³ (a.r.)
	Ljuske pistacija	≥ 300	≥ 300	≥ 270	kg/m ³ (a.r.)
	Ljuske oraha	≥ 250	≥ 200	≥ 200	kg/m ³ (a.r.)
	Sjeckane šišarke	≥ 400	≥ 350	≥ 300	kg/m ³ (a.r.)
DUŠIK					
	Ljuske badema	≤ 0.4	≤ 0.6	≤ 0.8	w-% d.b.
	Ljuske lješnjaka	≤ 0.4	≤ 0.6	≤ 0.8	w-% d.b.
	Ljuske pinjola	≤ 0.4	≤ 0.6	≤ 0.8	w-% d.b.
	Ljuske pistacija	≤ 0.4	≤ 0.6	≤ 0.8	w-% d.b.
	Ljuske oraha	≤ 0.4	≤ 0.6	≤ 0.8	w-% d.b.
	Sjeckane šišarke	≤ 0.3	≤ 0.4	≤ 0.6	w-% d.b.
SUMPOR					
	Ljuske badema	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.05	w-% d.b.
	Ljuske lješnjaka	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.05	w-% d.b.
	Ljuske pinjola	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.05	w-% d.b.
	Ljuske pistacija	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.05	w-% d.b.
	Ljuske oraha	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.05	w-% d.b.
	Sjeckane šišarke	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.04	w-% d.b.
KLOR					
	Ljuske badema	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	w-% d.b.
	Ljuske lješnjaka	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	w-% d.b.
	Ljuske pinjola	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.5	w-% d.b.
	Ljuske pistacija	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	w-% d.b.
	Ljuske oraha	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	w-% d.b.
	Sjeckane šišarke	≤ 0.05	≤ 0.07	≤ 0.10	w-% d.b.

BILJEŠKA: Španjolski standard UNE 164004 bit će objavljen početkom 2022., a neke vrijednosti mogu se malo razlikovati

*Ne odnosi se na sjeckane šišarke.

Kao što se može vidjeti u **tablici 9**, mnoge ljuske orašastih plodova imaju prilično slične fizikalno-kemijske karakteristike i to je i bio povod za normalizaciju španjolskih krutih biogoriva kroz projekt Biomassud Plus kako bi se uspostavio standard

(UNE 164004). Nakon revizije 2022., ažurirani standard također će grupirati mnoge zajedničke parametre osim nekih poput kalorijske vrijednosti i gustoće koji su manje slični



PRIMJERI UPOTREBE

KORIŠTENJE LJUSKI BADEMA U PROIZVODNJI PAPRIKE

Regija Murcia jedno je od glavnih područja na kojima se proizvodi paprika u Španjolskoj. Tamo se u dolini Guadalentín proizvodi čak 4 milijuna kilograma godišnje. Zadruga Francisco Palao nalazi se u gradu Totana, te upravlja jednom od najvećih sušara crvene paprike u Španjolskoj – u sezoni 2020. prerađeno je oko 1200 tona – uglavnom sorti „Bola“ i „Americano“ – od kojih se dobiva poznata paprika „Pimentón de Murcia“ koja ima zaštićenu oznaku porijekla. Kako se paprika obrađuje sezonski, većina posla traje od 25. kolovoza do 31. prosinca. To znači da se sve paprike moraju osušiti u roku od 4 mjeseca, te je taj period radno intenzivan i energetska zahtjevnost, a na njega otpada i većina ukupnih troškova proizvodnje. Sušara zadruga uključuje pet tračnih sušara, a toplinu dobiva izgaranjem biomase.

Nedavno je zadruga zamijenila svoje stare kotlove na biomasu novim sustavom horizontalnog izgaranja jačine 1,5 MW od španjolskog proizvođača Natural Fire. Zadruga procjenjuje da je energetska učinkovitost poboljšana za 20-30% zahvaljujući novom sustavu. Zrak se zagrijava do 90 °C izgaranjem ljuske badema. Paprika dolazi s udjelom vlage od oko 80 %, a nakon pet sati boravka u sušari izlazi sa svega 9-10 %. Godišnja je potrošnja sušare oko 1500 tona ljuski badema. Plamenike i komoru za izgaranje potrebno je očistiti jednom tjedno.

SLIKA 33 I 34

Sušena paprika (ispod) i fotografija u sušari zadruga Francisco Palao: Upravitelj zadruga i predstavnici tvrtke Natural Fire. Izvor: AVEBIOM





KORIŠTENJE LJUSKI BADEMA U STAKLENIKU ZA UKRASNO CVIJEĆE

U stakleniku za ukrasno cvijeće Besgastriflor u Cehegín-u, Španjolska, proizvodi se 10,000 pakiranja od po 5 stabljiki svježih tratinčica tjedno na prostoru od jednog hektara.

Kako bi se postigla temperatura od 20°C u stakleniku, cijev s vodom temperature 85°C obješena u zraku provedena je kroz čitav staklenik. Energija za zagrijavanje vode dobiva se iz obnovljenog kotla, trenutno opremljenog s plamenikom na biomasu španjolske tvrtke Natural Fire.

Plamenik se puni ljuskama badema, krutim biogorivom koji je vrlo obilno i pristupačno u tom području. Za pokrivanje trenutnih energetske potrebe kotao dnevno troši između 1.200 i 1.400 kg ljuski badema. Upravitelj staklenika

tvrdi da bi alternative dizelu ili prirodnom plinu učinile isplativost staklenika neizvedivom ili vrlo neizvjesnom. Uz cijenu od 110 – 150 €/t (uključena dostava do staklenika), ljuskama badema postižu uštede od oko 250 € na dan u odnosu na lož ulje (cijena 0,8 € po litri).

Tvrtka planira udvostručiti površinu staklenika, a kasnije ju povećati za dodatnih 17,000 kvadratnih metara. Za potrebe povećanog prostora, bit će postavljen novi kotao i opremljen s plamenikom na biomasu snage 2.5 MW.

Kotao i tri pumpe kojima su opremljeni različiti dijelovi staklenika regulirani su automatski i njima se može upravljati daljinski. Čišćenje kotla i plamenika obavlja se ručno svakih 4 do 7 dana. Proizvođač opreme napominje da je redovito održavanje opreme ključno kako bi se produžio njezin radni vijek.

Trošak postavljanja ovakvog sustava - postojeći kotao na biodizel pojačan s novim plamenikom na biomasu - može biti izrazito cjenovno isplativa opcija u usporedbi s postavljanjem novog kotla na biomasu.



SLIKA 35 I 36

Staklenički kotao s plamenikom na biomasu snage 1 MW (srijeda) i drugi snage 2.5 MW (straga) i cvijeće u stakleniku (desno). Izvor: AVEBIOM





KLJUČNI KORACI ZA UPOTREBU LJUSAKA

Iznimno je važno zadržati **VLAGU** ovog goriva niskom kako bi se osiguralo ispravno izgaranje u pećima i kotlovima. Stoga, ispravno skladištenje je ključno kako kiša ne bi povećala udio vlage.

HOMOGENIZACIJA je također ključna za dobro izgaranje, prvenstveno zbog finih čestica i zbog izbjegavanja neispravnog rada i začepljenja sustava punjenja



Ljuske sjemenki suncokreta

OPIS

Suncokreti se uzgajaju na nekoliko mjesta u svijetu i mogu se podijeliti u dvije glavne sorte. Sjemenke za proizvodnju ulja razlog su za veliku većinu svjetske proizvodnje suncokreta. U prosjeku sadrže oko 50 % ulja i 20 % proteina i prvenstveno se koriste za proizvodnju biljnog ulja. Ostaci sjemenaka nakon ekstrakcije ulja poznati su kao suncokretova sačma (eng. sunflower meal), a zbog visokog udjela preostalih proteina služe za stočnu hranu. Sjemenke s manjom količinom ulja, poznate i kao konditorski suncokret, prvenstveno se koriste kao hrana za ljude i ptice.

Kod obje sorte zrno sjemenaka suncokreta obavijeno je ljuskom. Ljuska je općenito tamne boje za sorte uljarica (kod nekih posebnih vrsta je sivkasta) i čvršće je pričvršćena za samu jezgru sjemenke. Sorte sjemenki s manje ulja imaju ljuske bijelje boje i slabije su pričvršćene za jezgru. Ljuske čine oko 20 – 30 % ukupne težine sjemenki¹. i sastoje se uglavnom od vlakana s vrlo niskim sadržajem proteina.

Prisutnost ljuski u procesu ekstrakcije suncokretovog ulja negativno utječe na kvalitetu ulja i sačme, jer povećava koncentraciju voska u ulju, te smanjuje sadržaj proteina u sačmi. Zbog toga se proces ljuštenja često provodi kao jedan od prvih koraka u mnogim postrojenjima za preradu suncokreta. Prije ljuštenja se sjemenke prvi suše, a taj proces olakšava samo uklanjanje ljuske od ostatka sjemenke kasnije.

Ljuske suncokreta su stoga čvrsti ostatak procesa ljuštenja u postrojenjima za preradu suncokreta. Ljuske suncokreta sadrže puno energije, imaju srednji udio pepela i relativno nisku cijenu. To ih čini prilično popularnim kao kruto biogorivo za razne primjene. Kada se ne koriste na licu mjesta u postrojenjima za preradu suncokreta, ljuske suncokreta obično se peletiziraju prije nego što se prodaju na tržištu (vidi **Sliku 38**).

¹ Seiler, G. J., & Gulya, T. J. (2016). Sunflower: Overview. Reference Module in Food Science. <https://doi.org/10.1515/agri-ceng-2017-0008>



SLIKA 37

Anatomija sjemenke suncokreta. Izvor: AVEBIOM



POTENCIJAL I RAŠIRENOST U EUROPI

U usporedbi s ostalim usjevima uljarica, sjemenke suncokreta imaju nisku gustoću što limitira udaljenosti na koje se mogu isplativo prevoziti na daljnju obradu. Iz tog su razloga postrojenja za proizvodnju ljuski suncokreta većinom blisko povezane s površinama gdje se suncokret uzgaja.

Rusija i Ukrajina imaju gotovo jednak udio u svjetskoj proizvodnji, no bolji su prinosi u Ukrajini. EU je treći najveći proizvođač suncokreta u svijetu, s oko 15,9 % obradivih površina i 18,3 % proizvodnje. Značajna proizvodnja bilježi se također u Argentini, Kini, Turskoj, SAD-u, Kazahstanu, Moldaviji i Srbiji (**Tablica 10**).



SLIKA 38

Područja proizvodnje suncokreta u Europi. Izvor: US Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, International Production Assessment Division)

TABLICA 10

Top-10 zemalja proizvođača suncokreta u svijetu. Izvor: FAOSTAT, 2019).

ZEMLJA	POVRŠINA (HA)	GLOBALNI UDIO (%)	PROIZVODNJA (T)	GLOBALNI UDIO (%)
RUSIJA	8,414,731	30.75	15,379,287	27.43
UKRAJINA	5,958,900	21.77	15,254,120	27.20
EU	4,338,740	15.85	10,281,250	18.34
ARGENTINA	1,875,938	6.85	3,825,750	6.82
KINA	850,000	3.11	2,420,000	4.32
TURSKA	751,693	2.75	2,100,000	3.75
SAD	503,640	1.84	881,530	1.57
KAZAKHSTAN	815,288	2.98	838,710	1.50
MOLDAVIJA	357,082	1.30	811,442	1.45
SRBIJA	219,404	0.80	729,079	1.30
OŠTATAK SVIJETA	3,283,350	12.00	3,551,578	6.32
UKUPNO	27,368,766	100.00	56,072,746	100.00



U sklopu EU oko 90.4 % proizvodnje smješteno je u svega pet zemalja: Rumunjska, Bugarska, Mađarska, Francuska i Španjolska. Još četiri zemlje - Grčka, Italija, Slovačka i Hrvatska – zajedno imaju oko 8 % EU proizvodnje, dok ostatak ima marginalnu ulogu u proizvodnji (**Tablica 11**).

Generalno, suncokret dobiva na popularnosti zbog svoje svestranosti, te preferencije potrošača i tržišta. Proizvodnja i prinosi također su u porastu, prvenstveno u istočnoj Europi.

ZEMLJA	POVRŠINA (HA)	GLOBALNI UDIO (%)	UDIO U EU (%)	PROIZVODNJA (T)	GLOBALNI UDIO (%)	UDIO U EU (%)
RUMUNJSKA	1,282,700	4.69	29.56	3,569,150	6.37	34.72
BUGARSKA	815,560	2.98	18.80	1,937,210	3.45	18.84
MAĐARSKA	564,110	2.06	13.00	1,706,850	3.04	16.60
FRANCUSKA	603,920	2.21	13.92	1,298,140	2.32	12.63
ŠPANJOLSKA	701,770	2.56	16.17	782,290	1.40	7.61
GRČKA	100,720	0.37	2.32	298,960	0.53	2.91
ITALIJA	118,520	0.43	2.73	294,730	0.53	2.87
SLOVAČKA	48,550	0.18	1.12	129,670	0.23	1.26
HRVATSKA	35,980	0.13	0.83	106,560	0.19	1.04
AUSTRIJA	21,250	0.08	0.49	64,540	0.12	0.63
OSTATAK EU-27	45,660	0.17	1.05	93,150	0.17	0.91
UKUPNO EU-27	4,338,740	15.85	100.00	10,281,250	18.34	100.00

TABLICA 11

Top-10 zemalja proizvođača suncokreta u EU. Izvor: FAOSTAT, 2019

SLIKA 39

Peleti od ljuske sjemenki
suncokreta Izvor: CERTH.





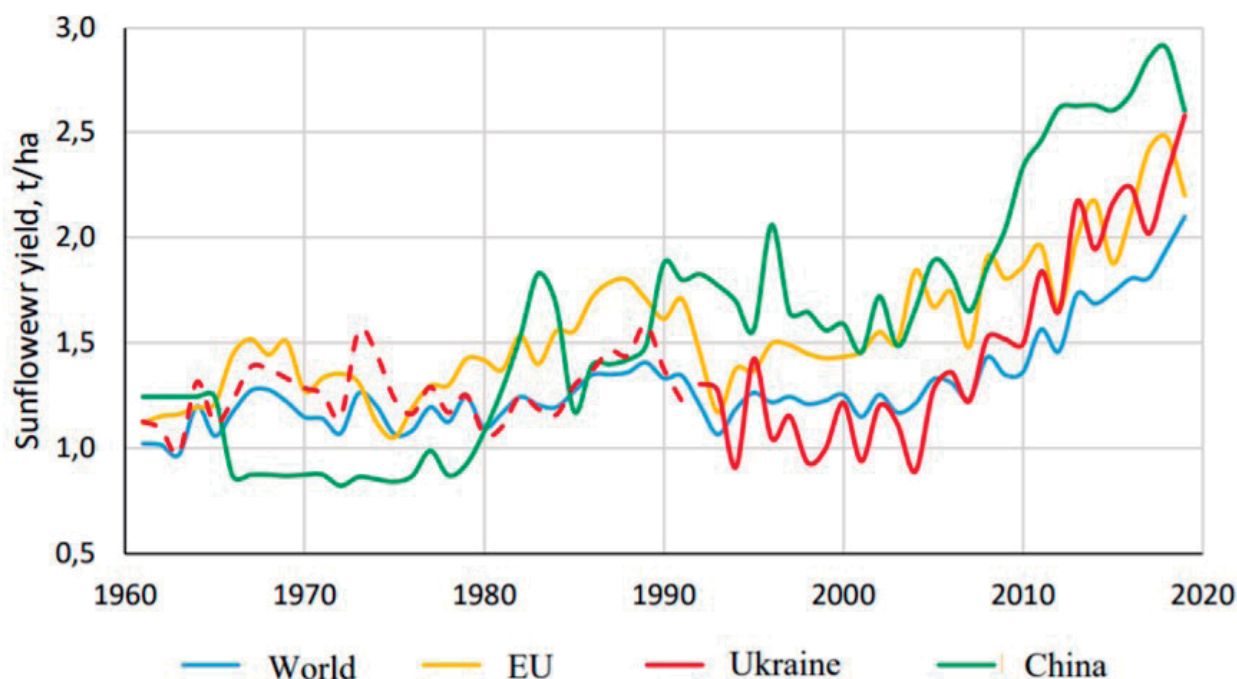
Teoretski potencijal biomase ljski sjemenki suncokreta može se izračunati iz gornjih vrijednosti, s obzirom na to da ljske čine otprilike 20 – 30 % mase sjemeni, te uzimajući u obzir da je uobičajeni udio vlage u sjemenu 9 %. Teoretski je potencijal stoga u svijetu između 10,21 - 15,31 milijuna tona (suhe tvari), dok je potencijal EU oko 1,87 - 2,81 milijuna tona (suhe tvari).

Tehnički potencijal ljski suncokreta manji je od teoretskog zbog dva razloga. Kao prvo, svi pogoni za preradu suncokreta ne primjenjuju postupak ljuštenja. Kao drugo, potpuno ljuštenje se ne odvija na industrijskoj razini iz tehničkih i ekonomskih razloga. Na tehničkoj razini, potpuno oljušteno sjeme teško je prešati – dobivena masa slabo se cijedi tijekom kemijske ekstrakcije. Iz ekonomske perspektive, veća brzina uklanjanja ljski također rezultira gubicima ulja. Dodatno, težina ljuštenja varira ovisno o sorti suncokreta. Različiti izvori navode da na ljske koje ostaje u sjemenu otpada između 8 i 15 % mase prerađenih sjemenki.

Dostupnost ljski suncokreta na tržištu također ovisi o razini vlastite potrošnje u prerađivačkim pogonima. Većina postrojenja za preradu suncokreta koristi značajan udio ovog ostatka za pokrivanje vlastitih toplinskih potreba. U posljednje je vrijeme nekoliko većih postrojenja uložilo u kogeneracijske sustave na biomasu kako bi djelomično pokrili i svoju potrošnju električne energije. Na razinu proizvodnje uz sve navedeno utječu i vremenski i drugi čimbenici, što je uobičajeno u svim poljoprivrednim proizvodima.

SLIKA 40

Razvoj prinosa suncokretovih sjemenki od 1961. do 2019. Izvor: FAOSTAT, UABIO





KARAKTERISTIKE: GDJE I KAKO SE KORISTI?

Proizvodnja suncokretovog ulja energetski je intenzivan proces. Potrošnja električne energije za tonu dobivenog ulja iznosi između 96,6 i 198 kWh, a potrošnja toplinske energije (vodena para) u rasponu od 348 – 1184 kWh po dobivenoj toni suncokretovog ulja. Uljare sagorijevaju značajan dio ostatka suncokretove ljuske kako bi pokrili vlastite potrebe za toplinom. Najveće ukrajinske tvornice suncokretovog ulja same potroše oko 46 – 48 % dobivenih ljuski za proizvodnju pare. Najveća ukrajinska postrojenja koja su usvojila kogeneracijske sustave na biomasu koriste još veći postotak proizvodnje ljuski - 57,8 % za sustav od 12,3 MWe / 26,7 MWt (bivši Kirovogradoliya LLC, trenutno Kropyvnytskyi Pogon za ekstrakciju ulja PrAT).

Sve preostale ljuske koje uljare ne potroše za svoje potrebe stavljaju se obično na tržište nakon što peletiziraju (ili pretvore u brikete). Povećanje gustoće na ovaj način je potrebno jer ljuske inače imaju iznimno malu gustoću i samim time energetsku vrijednost što ih čini neisplativima za prijevoz i skladištenje.

SVOJSTVO	VRIJEDNOST	JEDINICA
MOISTURE, M	10	w-% a.r.
ASH, A	4.0	w-% d.b.
NET CALORIFIC VALUE, NCV	15.7	MJ/kg a.r.
BULK DENSITY, BD	550	kg/m ³ a.r.
ENERGY DENSITY	2.40	MWh/m ³ a.r.
NITROGEN, N	0.8	w-% d.b.
SULPHUR, S	0.1	w-% d.b.
CHLORINE, CL	0.06	w-% d.b.
CALCIUM, Ca	5.000	mg/kg d.b.
POTASSIUM, K	11.000	mg/kg d.b.
SODIUM, Na	50	mg/kg d.b.
SILICA, Si	600	mg/kg d.b.

Tablica 12 prikazuje indikativne vrijednosti peleta od ljuski sjemenki suncokreta kao goriva. Treba napomenuti da stvarne karakteristike mogu varirati ovisno o podrijetlu i koracima predobrade. Standard ISO 17225-1 predstavlja detaljniji pregled raspona sastava za ljuske sjemenki suncokreta kao goriva. Općenito, u pogledu peleta od suncokretovih ljuski kao čvrstog biogoriva, potrebno je istaknuti sljedeće:

- Niski udio vlage i dobra kalorijska vrijednost u kombinaciji s niskom cijenom čine ih vrlo privlačnim i konkurentnim gorivom za mnoge primjene.
- Udio pepela je poprilično viši nego kod drvenih goriva koja se koriste za proizvodnju energije. Pepeo ljuski suncokreta ima visok udio kalija čime se snižava temperatura topljenja pepela i stoga doprinosi začepljenjima u kotlovima kao i povećava količina emisije štetnih čestica tijekom izgaranja.
- Dušik, sumpor i klor su također viši nego kod drvenih goriva, a tijekom izgaranja očekuju se povišene vrijednosti NO_x i SO₂ spojeva. Sumpor i klor mogu doprinijeti koroziji

TABLICA 12

Indikativne vrijednosti sastava goriva – peleti od ljuski sjemenki suncokreta. Izvor: AgroBioHeat



S obzirom na svojstva goriva, peleti od ljuske suncokreta najčešće se koriste u srednjim i velikim sustavima za proizvodnju topline i/ili električne energije. Ti sustavi obično koriste pokretnu rešetku

Relativno niska cijena ljuski sjemenki suncokreta čini ih atraktivnim gorivom za krajnje korisnike s manjim sustavima poput grijanja domaćinstava, te upotrebu u komercijalnom sektoru i manjim industrijama. Da bi ograničili troškove, mnogi od ovih uređaja koriste jednostavne, fiksne sustave izgaranja ili su naknadno opremljeni plamenicima na pelete. Briketi od ljuske sjemenki suncokreta povremeno se koriste čak i u malim pećima. Tipično, ovi sustavi nemaju dobre performanse kada su u pitanju emisije plinova. Potrebno je i češće čišćenje unutarnjih dijelova sustava zbog većeg udjela pepela u gorivu u odnosu na drvenu biomasu. Međutim, s pravilno dizajniranim modernim sustavom izgaranja, učinkovito izgaranje peleta od ljuske sjemenki suncokreta može se postići i u manjim sustavim



PRIMJERI UPOTREBE

KORIŠTENJE LJUSKI SJEMENKI SUNCOKRETA ZA EKSTRAKCIJU SUNCOKRETOVOG ULJA I PROIZVODNJU ENERGIJE U UKRAJINI

Kao što je već spomenuto, proizvođači suncokretovog ulja sami koriste dio ljuski sjemenki suncokreta za vlastite energetske potrebe. U Ukrajini postoji više od 60 takvih postrojenja koja proizvode paru iz ljuski. Noviji primjer je tvrtka Agrotrade-2000 koja je uložila u parni kotao od 4,5 t/h i tlaka od 14 kg/cm². Kotao je projektirao i konstruirao ukrajinski proizvođač Kriger.

Uz to, 7 kogeneracija i elektrana na biomasu u Ukrajini koristi ljuske sjemenki suncokreta i pelete. Njihov je ukupni kapacitet 55 MWe. Najveća takva instalacija do sada je elektrana "Ajax — Dnipro" koja ima kapacitet od 16 MWe. Tvornica je puštena u pogon 2020. godine, nakon dvije godine radova. Posjeduje dva parna kotla od 35 t/h i tlaka pare od 40 kg/cm² i 440 °C.

Slična postrojenja postavljena su i u drugim dijelovima svijeta u kojima se odvija intenzivna proizvodnja suncokretovog ulja. Odgovarajući kotao

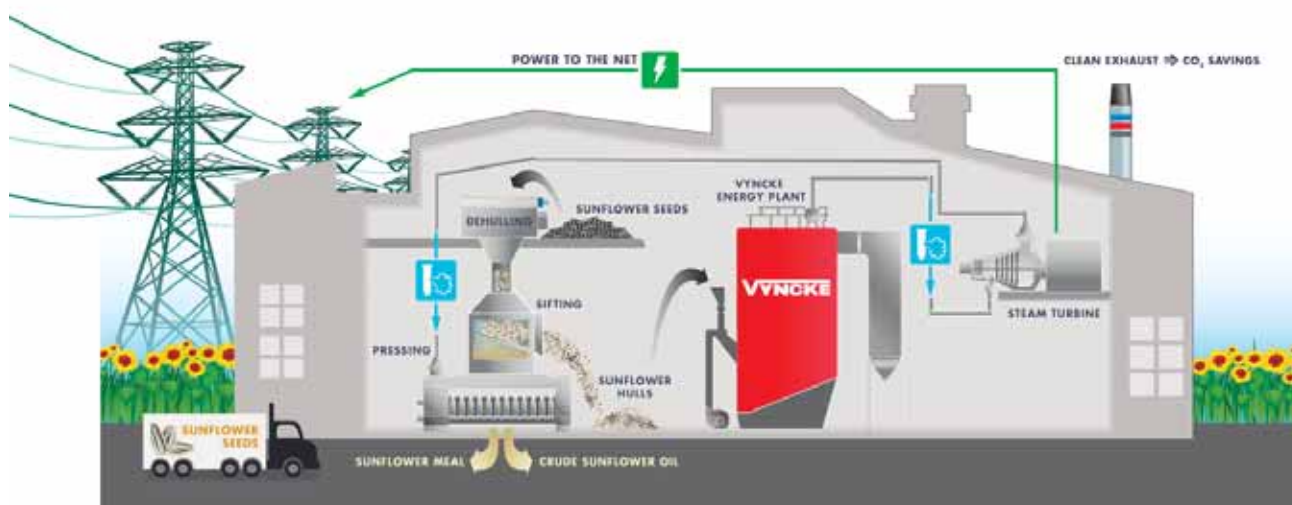
koji radi na ljuske sjemenki suncokreta omogućuje proizvođačima da smanje svoje troškove za energiju, kao i emisije stakleničkih plinova, a uz to i izbjegavaju odlaganje ostataka na odlagalištima

Za više informacija:

AgroBioHeat video o upotrebi ostataka ljuski sjemenki suncokreta u Ukrajini: <https://www.youtube.com/watch?v=mVuXyjjro9U>



Havrysh, V., Kalinichenko, A., Mentel, G., Mentel, U., Vasbieva, D.G. (2020) Husk Energy Supply Systems for Sunflower Oil Mills. *Energies* 2020, 13(2), 361; <https://doi.org/10.3390/en13020361>.



SLIKA 41

Kogeneracijsko postrojenje na biomasu u jednoj ukrajinskoj uljari. Izvor: Vyncke



UPOTREBA PELETA OD LJUSKI SUNCOKRETA U KUĆNIM KOTLOVIMA NA BIOMASU

U sklopu **projekta AgroBioHeat** nizom testova istražene su performanse izgaranja peleta od ljuski sjemenki suncokreta, zajedno s nekoliko drugih vrsta biomase. Testovi su provedeni u laboratorijskim uvjetima, koristeći najsuvremenije kotlove na biomasu i dobro poznate testne procedure propisane standardom za testiranje kotlova EN 303-5.

Konkretno, pelete od ljuski sjemenki suncokreta spaljivane su u kotlu od 45 kW u kojem se primjenjuje inovativni pristup ekstremnih zračnih faza. Uz iznimku emisija NOx koje su povezane sa sadržajem dušika u gorivu, izmjerene emisije CO, OGC (organski plinoviti spojevi), kao i sitnih čestica bile su znatno ispod trenutnih granica Ecodesign Regulation-a (Uredbe o ekološkom dizajnu) koje se inače primjenjuju na goriva od drvene biomase. Dobri rezultati mogu se očekivati i s pravilno dizajniranom peći s pokretnom rešetkom, no uz dvije napomene: a) kotao bi trebao pokazati dobre rezultate emisija i tijekom rada s djelomičnim opterećenjem, jer to utječe na sezonski faktor emisije iz Uredbe o ekološkom dizajnu, b) sekundarni sustav, kao što je ESP, bio bi potreban za kontrolu emisija sitnih čestica.

Za više informacija:

Brunner, T., Nowak, P., Mandl, C., Obernberger, I. (2021) Assessment of Agrobiomass Combustion in State-of-the-Art Residential Boilers. Proceedings of the 29th European Biomass Conference and Exhibition, pages 379 – 388. DOI: 10.5071/29thEUBCE2021-2AO.5.1. Raspoloživo za preuzimanje nakon registracije na stranici na sljedećoj poveznici: <http://www.etaflorence.it/proceedings/>

GRIJANJE STAKLENIKA PELETIMA OD LJUSKI SJEMENKI SUNCOKRETA

Prednosti korištenja peleta ljuske suncokreta jasno su vidljive iz slučaja AGRIS S.A. u sjevernoj Grčkoj. Tvrtka vodi rasadnik u stakleniku koji se prostire na površini većoj od tri hektara. Grijanje prostora staklenika predstavlja oko 13% ukupnih troškova proizvodnje. AGRIS je 2012. ugradio osam kotlova na biomasu ukupnog kapaciteta 9,28 MW, kako bi koristio jeftiniju alternativu u odnosu na loživo ulje. U početku su se koristili iscrpljenom kominom maslina, no AGRIS je s vremenom prešao na pelete od ljuske sjemenki suncokreta jer su se smatrali vrhunskim gorivom koje, za razliku od komine maslina, nije stvaralo probleme s neugodnim mirisom. Peleti ljuske suncokreta uvoze se iz Bugarske i kamionima se transportiraju do tvrtke i istovaraju u natkriveno skladište. AGRIS procjenjuje da je prelazak na goriva iz biomase smanjio godišnji račun za grijanje za 20-30 % u odnosu na period kada se koristilo lož ulje.

Za više informacija:

Stroia, C., Jansen, J. (2019) Competitiveness of corporate sourcing of renewable energy. Annex A.4 to part 2 of the study on the competitiveness of the renewable energy sector, Case study: AGRIS S.A. DOI: 10.2833/561885. Dostupno online: <https://op.europa.eu/s/vdNy>

TRGOVAČKI CENTAR KOJI SE GRIJE PELETIMA OD LJUSKE SJEMENKI SUNCOKRETA

Peleti iz ljuski sjemenki suncokreta nude slične prednosti kao i drveni peleti koje im omogućuju primjenu u scenarijima gdje je prostor ograničen. Takav se primjer može vidjeti u trgovačkom centru ACADEM-CITY u Kijevu, Ukrajina. Dva kotla na biomasu (500 kW & 320 kW) na pelete od ljuski sjemenki suncokreta osiguravaju grijanje prostora zgrade koja se nalazi u urbanom okruženju. Za smanjenje emisije čestica u atmosferu koristi se sustav ciklona.

Za više informacija:

Karampinis, M. (2020) AgrobioHeat Deliverable 3.1: Report on identified cases. Dostupno na: https://agrobioheat.eu/wp-content/uploads/2020/10/AgroBioHeat_D3.1_agrobiomass-heating-facilities_v1.0-1.pdf



KLJUČNI KORACI ZA UPOTREBU LJUSKI

Općenito, ljuške suncokreta atraktivna su opcija za proizvodnju bioenergije u različitim razmjerima: od malih i srednjih sustava, pa sve do velikih kogeneracijskih sustava i elektrana. Ključna prednost ovog goriva je što već dolazi na tržište u peletiziranom obliku, što olakšava transport, skladištenje, rukovanje i punjenje uređaja.

Ključni aspekti za učinkovito korištenje peleta od ljuški sjemenki suncokreta:

FIZIČKA SVOJSTVA PELETA OD LJUSKE SUNCOKRETA.

Parametar koji utječe na tržišnu cijenu je mehanička trajnost. Čini se da su neke pelete od ljuške sjemenki suncokreta trajnije i manje su sklone lomljenju na manje čestice tijekom rukovanja. Krajnji korisnici trebaju imati na umu da peleti od suncokretove ljuške obično imaju promjer od 8 mm, a ne od 6 mm kao kod drvenih peleta, jer to može utjecati na njihov sustav za dovod goriva.

SUSTAV IZGARANJA BIOMASE.

Općenito, ljuške suncokreta treba spaljivati u pravilno dizajniranim sustavima s pokretnim rešetkama, a ne u fiksnim slojevima zbog visokog sadržaja pepela.

KEMIJSKA SVOJSTVA PELETA OD LJUSKE SUNCOKRETA.

Sumpor, dušik i udio pepela ljuški suncokreta veći je od onoga u standardnim drvnim tipovima biomase. Stoga se krajnji korisnici moraju pobrinuti da njihov sustav grijanja može koristiti ovakvo gorivo, te pri tom paziti da emisije SO_2 , NO_x i sitnih čestica ne prelaze one propisane zakonskim aktima u njihovom području.

POUZDANI DOBAVLJAČI.

Trenutno ne postoji neovisni sustav certificiranja kvalitete ljuški suncokreta. Stoga se potrošači moraju osloniti na odnos povjerenja s dobavljačima goriva. Najveći dobavljači goriva obično nude specifikacije o barem nekoliko fizikalnih i kemijskih svojstava goriva. Najčešće su to kalorijska vrijednost, promjer, vlaga, sadržaj pepela i sumpora. Na temelju toga, krajnji korisnici mogu procijeniti je li pošiljka kompatibilna sa specifikacijama njihovog sustava grijanja na biomasu.



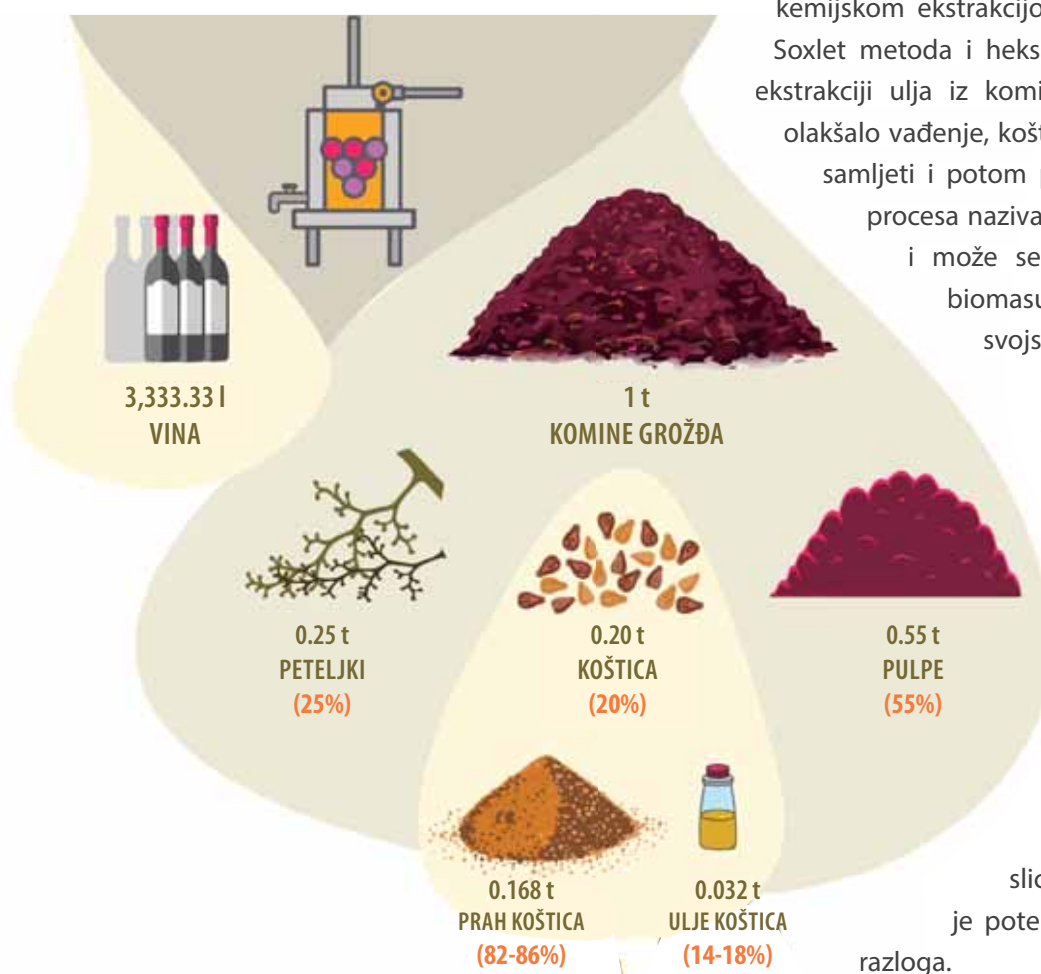


Ostali ostaci

PRAH SJEMENKI GROŽĐA

Komina grožđa ostatak je proizvodnje vina. Jedna tona komine dobiva se od 3,333.33 L proizvedenog vina, a sastoji se od stabljike, pulpe i koštica grožđa u promjenjivim omjerima. Karakteristike znatno variraju, a ovise o tipu vina koje se proizvodi, sorti grožđa i korištenom postupku odvajanja.

Košnice grožđa sastoje se od drvenastog omotača ili pokrova i bjelančevina bogatih lipidima. Košnice grožđa imaju udio ulja od 14 – 18 % koje se može ekstrahirati za proizvodnju ulja sjemenki grožđa. To je vrlo vrijedno komercijalno ulje koje se prvenstveno koristi u kozmetičkoj industriji. Ulje se može ekstrahirati iz košnice grožđa bilo mehaničkom ili kemijskom ekstrakcijom, odnosno korištenjem Soxlet metoda i heksana u sličnom postupku ekstrakciji ulja iz komine masline. Kako bi se olakšalo vađenje, košnice grožđa, one se mogu samljati i potom peletizirati. Ostatak ovog procesa naziva se prah sjemenki grožđa i može se koristiti kao gorivo za biomasu, ali također ima dobra svojstva kao hrana za životinje.



S obzirom na to da je proizvodnja vina u EU u 2019. godini dosegla 15,8 milijardi litara, teoretski potencijal praha sjemenki grožđa u EU mogao bi doseći gotovo 800.000 tona prema masenim udjelima prikazanim na slici 42. Međutim, stvarni je potencijal puno manji iz niza razloga.

SLIKA 42

Maseni udjeli praha grožđanih koštica. Izvor: AVEBIOM



PARAMETAR	STANDARDNI RASPON	STANDARDNA VRIJEDNOST	JEDINICA
VLAGA	7 – 15	10	w-% a.r.
PEPEO	3.5 - 5	4	w-% d.b.
KALORIJSKA VRIJEDNOST	> 16.7	17.4	MJ/kg (a.r.)
GUSTOĆA (nepeletizirana)		450	kg/m ³
DUŠIK	1.5 – 2	1.7	w-% d.b.
SUMPOR	< 0.2	0.12	w-% d.b.
KLOR	< 0.1	0.06	w-% d.b.

TABLICA 13

Standardne vrijednosti za prah sjemenki grožđa. Izvor: AVEBIOM

Prvo, ne koriste se svi ostaci proizvodnje vina za proizvodnju ulja sjemenki grožđa. Iako ne postoje sveobuhvatni podaci o tržištu, čini se da je tržište ulja od sjemenki grožđa prilično malo u usporedbi s njegovim teoretskim potencijalom. Drugo, dio proizvodnje ulja od sjemenki grožđa odvija se u vrlo malim pogonima, koji imaju ograničene mogućnosti za učinkovitu valorizaciju ostatka. Treće, čak i među većim proizvođačima ulja od sjemenki grožđa, veliki postotak proizvedenog praha sjemenki grožđa koristi se ili kao hrana za životinje ili za vlastitu potrošnju u pogonima za ekstrakciju. U ovom trenutku, prah sjemenki grožđa ostaje niša biomasa za vanjska tržišta.



SLIKA 43 I 44

Prah sjemenki grožđa i peletiziran prah sjemenki grožđa. Izvor: AVEBIOM



OSTACI KAVE

Ostaci kave (eng. Spent coffee grounds ili SCG) ostatak su koji se stvara u procesu kuhanja kave. Ako uzmemo u obzir da se manje od 1% spojeva izvuče iz kave prilikom kuhanja, te količinu kave koja se konzumira globalno, jasno je da se na godišnjoj bazi stvaraju ogromne količine ostataka od kave. Dio tih ostataka koristi se kao dohrana biljkama nakon kompostiranja, a postoji i sve veće zanimanje za ovu sirovinu na široj bioekonomskoj sceni, npr. za ekstrakciju vrijednih spojeva. Trenutno, najpopularnija primjena ostataka kave je kao gorivo za stvaranje toplinske energije.

Metoda valorizacije za ostatke kave uvelike ovisi o mjestu i načinu proizvodnje. Veće industrije koje proizvode instant kavu stvaraju značajne količine ostataka na licu mjesta. Nekoliko njih poduzelo je korake za ugradnju posebnih kotlova na biomasu koji koriste te ostatke uz neke druge izvore biomase za proizvodnju pare ili vrućih čistih plinova za svoje potrebe proizvodnje. Visok udio vlage u ostacima kave važan je čimbenik koji se mora uzeti u obzir prilikom projektiranja kotla.

Za manje krajnje korisnike kave poput kafića i kućanstava, ostaci kave su više otpad nego procesni ostatak i puno ga je izazovnije prikupiti i valorizirati zbog malih količina koje se stvaraju na mnogo

različitih lokacija. Međutim, pojavile su se razne s time povezane inicijative. Bio-bean (www.bio-bean.com) je vjerojatno najpoznatiji takav primjer: tvrtka sa sjedištem u Velikoj Britaniji koja surađuje sa stotinama kafića kako bi reciklirala ostatke kave. U 2021. godini tvrtka je prikupila 6.400 tona ostataka. Tvrtka je pokrenula nekoliko različitih linija proizvoda i istražuje alternativne puteve valorizacije za ostatke kave. Dva glavna proizvoda su Coffee Logs, briket iz ostataka kave koji se prodaje kod raznih trgovaca kao alternativa za ogrjev, i peleti od ostataka kave, proizvod koji je uglavnom usmjeren na poslovni sektor. U Grčkoj, "Kafsimo" (www.incommon.gr/kafsimo) je projekt udruge InCommOn koji ima za cilj prikupiti ostatke kave iz kafića u sjevernoj Grčkoj i pretvoriti ih u pelete od biomase.

Peleti izrađeni od ostataka kave obično imaju nešto veću kalorijsku vrijednost u usporedbi sa standardnim drvenim peletima. Njihov sadržaj pepela je obično oko 2 % suhe osnove, što je relativno nisko u usporedbi s drugim industrijskim čvrstim biogorivima. Međutim, kako bi se postigla veća mehanička trajnost, ostaci kave se moraju miješati s dodacima ili s nekom drugom drvenastom sirovinom. Osim toga, peleti od kave obično imaju veći sadržaj sumpora i klora u usporedbi s drvenim peletima.



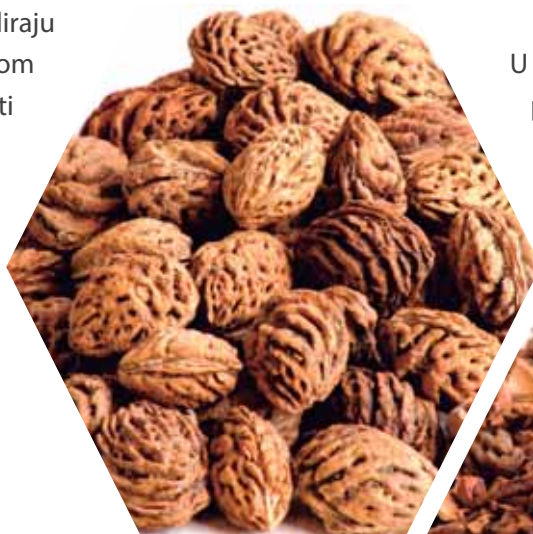
SLIKA 45

Ostaci kave. Izvor: AVEBIOM



KOŠTICE VOĆA

Koštunjavim voćem smatraju se sorte voća s tvrdom košticom. U ovu kategoriju voća spadaju bademi i masline, ali i breskve, marelice, šljive, trešnje i slično. Ovdje ćemo se fokusirati na potonju skupinu, iz koje koštice mogu vaditi agroindustrije koje proizvode džemove, kompot ili sokove. Budući da koštica može činiti značajan postotak ukupne težine ploda, ove agroindustrije akumuliraju značajne količine tih koštica tijekom proizvodnje i mogu ih dalje valorizirati kao čvrsta biogoriva. U teoriji, također bi bilo moguće koristiti koštice dobivene od koštunjavih plodova koji se konzumiraju na tržištu hrane, međutim njihova raširenost i manje količine ne čine ovaj koncept ekonomski isplativim.



U EU je Grčka lider u proizvodnji kompota od breskve. Koštice breskve proizvode se u velikim



količinama u tvornicama za konzerviranje breskve i u prošlosti su bile dostupne na lokalnim tržištima kao

kruta biogoriva. Međutim, većina najvećih tvornica za konzerviranje sada je postavila kotlove na biomasu kojima je cilj u što većoj mjeri pokriti vlastite zahtjeve za procesnom toplinom. Kao rezultat, gotovo sve koštice breskve sada se potroše u tvornicama konzervi i samo se ograničene količine mogu naći na tržištu, ako ih uopće ima

TIP VOĆA	% TEŽINE KOŠTICE
Marelica	10%
Trešnja	8%
Breskva	15%
Šljiva	4%

PARAMETAR	STANDARDNI RASPON	STANDARDNA VRIJEDNOST	JEDINICA
VLAGA	< 18	14	w-% a.r.
PEPEO	< 3	1.8	w-% d.b
KALORIJSKA VRIJEDNOST	> 16,750	18,840	KJ/kg (a.r.)
DUŠIK		0.8	w-% d.b
SUMPOR		0.035	w-% d.b

TABLICA 15

Tipične vrijednosti za koštice breskve. Izvor: AVEBIOM na osnovu podataka Muns Agroindustrial i Phyllis'

SLIKA 46 i 47

Čitave koštice breskve i drobljene koštice breskve. Izvor: Muns Agroindustrial



RIŽINE LJUSKE

Rižine ljuske vanjski su omotač zrna riže koja se u toj fazi naziva neoljuštena riža. Ljuske se uklanjaju mljevenjem. U prosjeku, ljuske iznose 20% težine cjelokupnog zrna riže. Nakon mljevenja, smeđa riža se može dalje obrađivati kako bi se uklonio sloj mekinja, što je još 10 % težine zrna. Mekinje se prvenstveno koriste kao hrana za životinje, dok se rižina ljuska sve više iskorištava za proizvodnju energije.

Procijenjena svjetska proizvodnja neoljuštene riže iznosi 758 milijuna tona, te je stoga jasno da je potencijal ovog agroindustrijskog ostatka naprosto ogroman. Velika većina svjetske proizvodnje riže odvija se u azijskim zemljama. Godišnja proizvodnja neoljuštene riže u EU iznosi oko 2,8 milijuna tona što je ekvivalent 1,7 milijuna tona čiste riže. Proizvodnja se prvenstveno odvija u Italiji, ali postoje i pogoni u Španjolskoj, Grčkoj, Portugalu i još nekoliko europskih zemalja.

Rižine ljuske logičan su izvor energije za same pogone gdje se proizvodi riža. Oni zahtijevaju toplinsku energiju u obliku tople vode ili pare za dva glavna procesa: sezonsko sušenje neoljuštene riže i kontinuirano kuhanje na pari. Proizvedene količine zapravo mogu zadovoljiti potrebe za toplinskom energijom tipičnog pogona, a preostala količina može se prodati na tržištu kao čvrsto biogorivo ili čak za druge neenergetske primjene.

U usporedbi s ostalim agroindustrijskim ostacima koji se spominju ovom vodiču, rižine ljuske imaju dvije različite karakteristike. Prvo, imaju vrlo visok udio pepela, koji može doseći i do 18 do 20 % težine. Drugo, većina pepela od rižinih ljuski prvenstveno se sastoji od silicija. Povećana koncentracija silicija je ono što rižinoj ljusci daje izrazitu tvrdoću i uzrokuje probleme u strojevima za obradu, kao što su transporter i mlinovi. S druge strane, to daje ekonomsku vrijednost pepelu od rižinih ljuski, koji se može koristiti kao sirovina za industriju betona i čelika, kao i za druge potencijalne primjene.

OSTACI PREČIŠĆAVANJA PAMUKA

Proizvodnja pamuka u EU iznosi svega 1 % (oko 340.000 t u 2018.) svjetske. Međutim, pamuk je vrlo važna kultura na regionalnoj razini, prvenstveno u Grčkoj (na koju otpada 80 % proizvodnje u EU), te u nekim dijelovima Španjolske i Bugarske.

Nakon žetve, pamuk se transportira do postrojenja za prečišćavanje, gdje se sjeme odvaja od samih vlakana pamuka. Sjeme pamuka može se koristiti izravno kao hrana za životinje, ali se također može preraditi za proizvodnju ulja sjemenki pamuka i pamučne krupice. Ulje se može koristiti za razne primjene, uključujući proizvodnju biodizela, dok se krupica koristi kao hrana za životinje.

Oko 10 % mase pamuka ostaje kao vlaknasti ostatak u postrojenjima za prečišćavanje pamuka. Ovaj materijal ima visok udio pepela (15 % ili više suhe tvari), ali je dovoljno suh da se može koristiti kao kruto biogorivo, s kalorijskom vrijednosti od oko 14,6 MJ/kg (udio vlage od oko 13 %).

Nekoliko pogona za prečišćavanje pamuka u Grčkoj konzumira ostatke za proizvodnju pare, koja se koristi u raznim procesima postrojenja (sušenje pamuka, proizvodnja ulja od sjemenki pamuka, itd.). Godine 2014. izgrađeno je kogeneracijsko postrojenje na biomasu od 1 Mwe u sjevernoj Grčkoj, koristeći ostatke od prečišćavanja pamuka i druge lokalne vrste biomase kao goriva.





KLIPOVI KUKURUZA

Kukuruz se bere zajedno s klipom od kojeg se odvaja postrojenjima za daljnju obradu. Klipovi kukuruza stoga mogu biti zanimljiv ostatak biomase iz agroindustrijske proizvodnje u krajevima gdje ona postoji. U većini se slučajeva može koristiti na licu mjesta, npr. kao energent za sušenje zrna kukuruza, a dio ostataka može se staviti i na tržište.

Udio pepela u klipu kukuruza je dosta nizak (oko 2 % masenog udjela), što ih na prvi pogled čini vrlo zanimljivim gorivom. Međutim, ključni problem je vrlo visok sadržaj kalija u pepelu, koji snižava temperaturu taljenja pepela i može stvoriti ozbiljne probleme s troškom. U sustavima srednje veličine, izgaranje klipova kukuruza moguće je primjenom određenih tehnologija kojima se ublažava ovaj učinak. Više informacija o svojstvima klipa kukuruza kao goriva i posebnostima izgaranja može se pronaći u namjenskom vodiču projekta AgroBioHeat pod nazivom *“Od ostataka kukuruza do energije”*.

UVEZENI AGROINDUSTRIJSKI OSTACI

Osim različitih agroindustrijskih ostataka koji nastaju unutar Europe, agroindustrije smještene na drugim kontinentima prerađuju različite poljoprivredne proizvode i pri tom proizvode velike količine raznih ostataka. Neki od najrelevantnijih su par oblika ljuski palminih iz industrije palminog ulja, ljuske kakaa iz ostataka prerade kakaa, kao i ostaci šećerne trske.

Budući da se ovi ostaci stvaraju izvan Europe, ne obrađuju se detaljno u sklopu ovog vodiča. No, treba napomenuti da mnoge takve vrste privlače interes u Europi, Aziji i drugdje, prvenstveno kao gorivo za zamjenu ugljena u industrijskoj primjeni i proizvodnji električne energije.



SLIKA 48

Neobrađeni pamuk u pogonu za prečišćavanje. Izvor: G&P Cotton Ginners S.A

SLIKA 49

Ostaci prečišćavanja pamuka koriste se u kogeneracijskom postrojenju snage 1 MW. Izvor: PHILIPPOPOULOS ENERGY TECHNICAL S.A.)



AgroBioHeat konzorcij



CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS

CERTH je jedno od vodećih istraživačkih središta u Grčkoj. Među njegova područja stručnosti uključene su aktivnosti u obnovljivim izvorima energije, proizvodnji i korištenju čvrstih biogoriva, uštedi energije i zaštiti okoliša.

www.certh.gr



AVEBIOM je španjolsko udruženje za bioenergiju koje predstavlja sve tvrtke iz cijelog lanca opskrbe bioenergijom u Španjolskoj.

www.avebiom.org



BIOS je austrijska tvrtka za istraživanje i razvoj i inženjering s više od 20 godina iskustva u području korištenja energetske biomase.

www.bios-bioenergy.at



Bioenergy Europe (prije poznat kao AEBIOM) glas je europske bioenergije. Cilj mu je razviti održivo tržište bioenergije temeljeno na poštenim uvjetima poslovanja.

www.bioenergyeurope.org



Food & Bio Cluster
Denmark

Danski poljoprivredni i prehrambeni klaster je nacionalni danski klaster za hranu i bioresurse. Promoviramo povećanu suradnju između istraživanja i poslovanja, a našim članovima nudimo pristup mrežama, financiranju, razvoju poslovanja, projektima, objektima na jednom mjestu i nudimo razne savjetodavne usluge.

www.foodbiocluster.dk



Tehnološki centar Circe osnovan je u Španjolskoj 1993. godine, nastojeći pružiti inovativna rješenja u području energije za održivi razvoj.

www.fcirce.es



PASEGES je civilna neprofitna organizacija koju je 2005. godine u Ateni osnovala Panhelenska konfederacija sindikata poljoprivrednih zadruga (PASEGES).

www.neapaseges.gr



AgroBioHeat konzorcij



Zelena energetska zadruga (ZEZ) je društveno poduzeće osnovano 2013. godine. Krovna organizacija za područje energetskog zadrugarstva u Hrvatskoj i regiji. Pomaže građanima u razvoju, investiranju i korištenju obnovljivih izvora energije.

www.zez.coop



Glavna svrha klastera je razvoj bioenergetskog sektora u Rumunjskoj i podizanje interesa za proizvodnju i korištenje biomase.

www.greencluster.ro



UABIO je osnovan 2013. godine kao javna organizacija. Svrha aktivnosti Udruge je stvaranje zajedničke platforme za suradnju na ukrajinskom tržištu bioenergije.

www.uabio.org



AILE radi na obnovljivim izvorima energije i uštedama energije u poljoprivrednim i ruralnim područjima zapadne Francuske.

www.aile.asso.fr



White Research je poduzeće za socijalno istraživanje i savjetovanje specijalizirano za ponašanje potrošača, analizu tržišta i upravljanje inovacijama sa sjedištem u Bruxellesu.

www.white-research.eu



Agronergy je francuski ESP (pružatelj energetske usluge) posvećen obnovljivom grijanju.

www.agronergy.fr

