

Valorizacija nusproizvoda proizvodnje vina

Ž. Skračić,^a I. Ljubenkov,^b N. Mimica^c i I. Generalić Mekinić^{c*}

^aSrednja škola "Braća Radić", Put poljoprivrednika bb, HR-21 217 Kaštel Štafilić, Hrvatska

^bOdjel za kemiju, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu, Ruđera Boškovića 33, HR-21 000 Split, Hrvatska

^cZavod za prehrambenu tehnologiju i biotehnologiju, Kemijsko-tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu, Ruđera Boškovića 35, HR-21 000 Split, Hrvatska

Ovo djelo je dano na korištenje pod
Creative Commons Attribution 4.0
International License



Sažetak

Vinarstvo i vinogradarstvo jedne su od vodećih gospodarskih grana u svijetu koje, kao i ostale proizvodne djelatnosti, generiraju velike količine organskog otpada čije zbrinjavanje za proizvođača predstavlja velik ekonomski, a za okoliš ekološki problem. Glavni nusproizvodi koji zaostaju tijekom uzgoja loze i prerade grožđa su komina, sjemenke, peteljkovina, vinski talog te rozgva i lišće loze, koji su još uvijek visokovrijedan izvor različitih biološki aktivnih komponenata primjenljivih u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji te poljoprivredi, proizvodnji energije i stočne hrane. Stoga je glavni cilj ovoga rada ukazati na vrijednost nusproizvoda u procesu prerade grožđa i dati pregled sastava i svojstava navedenih nusproizvoda i istraživanja na temu njihove primjene u različitim industrijama. Racionalnim gospodarenjem nusproizvodima iz vinarske proizvodnje ostvaruje se višestruka korist; proizvode se funkcionalne namirnice i prirodni agensi, čime se doprinosi kvaliteti prehrane i života općenito, a istodobno se smanjuje atak na okoliš. Navedeno daje snažan zamah ideji održivosti i cirkularne ekonomije, što se svakim danom sve više nameće kao imperativ u složenim uvjetima globalnog gospodarskog života.

Ključne riječi

Iskorištavanje, otpad, komina grožđa, peteljke, talozi

1. Uvod

U svijetu se godišnje u proizvodnom lancu izgubi čak između četvrtine i trećine proizvedene hrane ili 1,3 milijarde tona, unatoč tome što 820 milijuna ljudi gladauje. Dok su u nerazvijenim zemljama gubitci vezani uz proizvodne procese, u razvijenim zemljama većina otpada generira se u kućanstvima (35 – 60 %, 222 milijuna tona). Gubitci koji nastaju tijekom postupka prerade na globalnoj razini iznose u prosjeku 14 %, a osobito visok udio zabilježen je za vrlo kvarljive namirnice kao što su one životinjskog porijekla (14 – 37 %) te svježe voće i povrće (9 – 20 %).^{1,2}

Zbrinjavanje velikih količina otpada koje generira prehrambena industrija u okoliš ima izrazito negativan učinak na ekosustav, ali i na ljudsko zdravlje i kvalitetu života, pri čemu glavnu prijetnju predstavljaju njegovo potencijalno mikrobiološko kvarenje i biološka nestabilnost s obzirom na to da otpad sadrži velike količine organske tvari i nutritivnih sastojaka, ima visok aktivitet vode, slabu oksidativnu stabilnost te optimalnu enzimatsku aktivnost. Stoga je jedan od gorućih problema prehrambene industrije pitanje upravljanja otpadom te recikliranja, pri čemu je primarni cilj valorizacija nusproizvoda njihovim ponovnim iskorištavanjem. Snižavanje gubitaka u proizvodnom lancu kao i samo smanjenje otpada u konačnici imaju pozitivan utjecaj na troškove proizvodnje (zemljište, voda, energija, skladištenje, prijevoz), povećavaju učinkovitost (iskoristivost) prehrambenih sustava, poboljšavaju sigurnost hrane i pre-

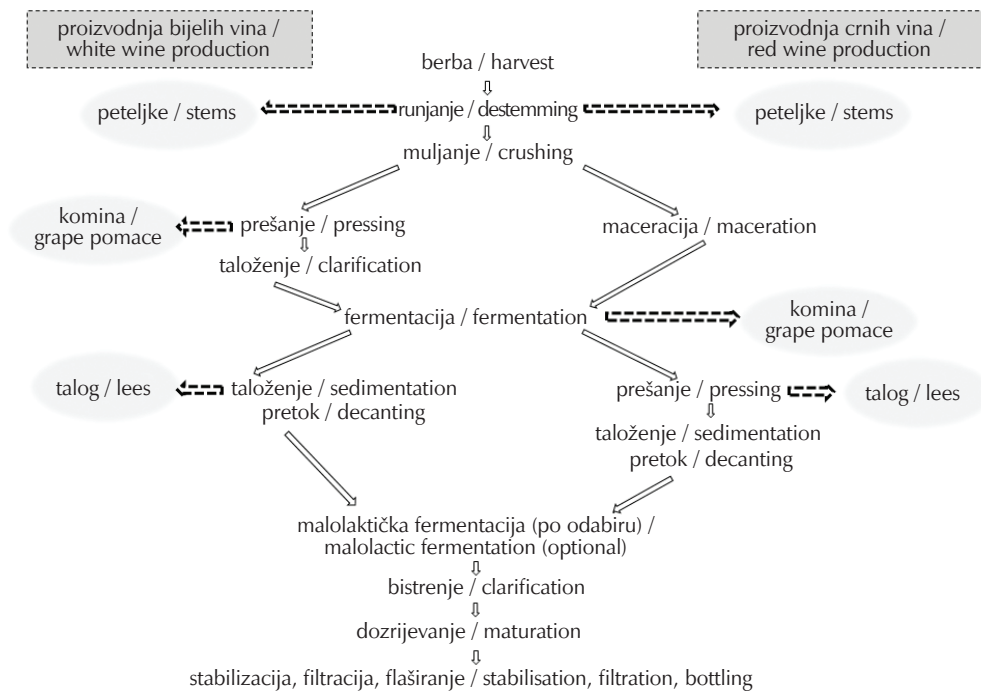
hranu (zdravstveni učinak, nutritivna vrijednost) te doprinose boljoj održivosti okoliša (ekološki učinak, cirkularna ekonomija).²⁻⁴

2. Otpad u vinarstvu i vinogradarstvu

Vinogradarstvo i vinarstvo jedne su od vodećih gospodarskih grana u svijetu. Prema podacima Međunarodne organizacije za vinogradarstvo i vinarstvo (engl. *International Organisation of Vine and Wine*) za 2021., grožđe se u svijetu uzgajalo na 7,3 Mha, a proizvedeno je preko $2,6 \cdot 10^8$ hl vina.⁵ Prema podacima Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske iz 2020. godine, na godišnju proizvodnju grožđa u Hrvatskoj otpada preko 123 000 t, a proizvedene količine vina iznose 800 000 hl, pri čemu je prosječan prinos po ha iznosio 5,8 t, a po trsu 1,5 kg.⁶

Okolo 80 % ukupne količine proizvedenog grožđa rabi se za proizvodnju vina, a od te količine čak 20 – 25 % čini komina, koja je najčešći otpadni nusproizvod proizvodnje vina sastavljen pretežito od kožice grožđa, sjemenki, pulpe i peteljki. Bez obzira na to je li riječ o komini zaostaljoj u proizvodnji bijelog ili crnog vina, dokazano je da je ona još uvijek vrijedan izvor bioaktivnih sastojaka s izraženim farmakoterapijskim djelovanjem.^{7,8} Komina dominira udjelom u količini otpada, ali postoje i brojni drugi nusproizvodi vinifikacije koji imaju potencijal za daljnju uporabu, kao što su vinski talog, tartarati, ugljikov dioksid i tehnološka voda.³ Osim nusproizvoda proizvodnje vina, velike količine otpada generira i vinogradarska praksa, gdje se na prvom mjestu ističe otpad nastao orezivanjem vinove loze

* Autor za dopisivanje: izv. prof. dr. sc. Ivana Generalić Mekinić
e-pošta: gene@ktf-split.hr



Slika 1 – Nastanak nusproizvoda tijekom proizvodnje vina
Fig. 1 – Generation of by-products during winemaking

(rozgva, lišće), pri čemu se procjenjuje da su godišnje količine otpada nakon agrotehničkih postupaka oko 1,5 t/ha vinograda.^{9,10}

2.1. Komina

Komina grožđa koja zaostaje u proizvodnji vina glavni je kruti, organski otpad vinarske industrije. Otprilike, na svakih 6 l proizvedenog vina generira se oko 1 kg komine,¹¹ pa se procjenjuje da se na globalnoj razini godišnje proizvede oko 9 milijuna tona komine, dok je ta količina u Hrvatskoj oko 40 600 tona.¹²

Glavninu mase komine grožđa čine kožice grožđa, sjemenke i peteljke, a njihov udio i međusobni odnos ovisi ponajprije o samoj sorti grožđa, zrelosti, klimatskim prilikama područja te primijenjenoj tehnologiji. Komina crnog grožđa odvaja se iz procesa prerade nakon djelomične fermentacije, dok se komina bijelog grožđa odvaja od mošta prije samog početka fermentacije.^{9,13,14} Stoga nije neočekivano da, s obzirom na primijenjenu tehnologiju prerade, komina bijelog grožđa sadrži 38 % glukoze i fruktoze, dok u komini crnog grožđa nakon završene fermentacije zaostaje samo oko 1 % navedenih monosaharida.¹⁴

Na kemijski sastav komine, osim vrste komine i primijenjene metode vinifikacije, imaju utjecaj i brojni drugi čimbenici od kojih su najznačajniji sorta grožđa, godina berbe, klimatski uvjeti, geografsko porijeklo, primijenjene ampelotehničke mjere tijekom uzgoja, način čuvanja komine, primijenjene metode izolacije te detekcije pojedinih sastojaka, što znatno otežava usporedbu rezultata različitih studija.^{15–17} Najzastupljeniji sastojci komine su prehrambe-

na vlakna (17 – 89 %), šećeri (12 – 40 %), bjelančevine (3 – 14 %), pepeo (1 – 9 %), masti (1 – 14 %), cijeli spektar minerala od kojih dominira kalij te čitav niz različitih fenolnih spojeva čiji se profil međusobno razlikuje ovisno o tkivu.^{4,8,13,18}

Komina se najvećim dijelom iskorištava tako da se podvrgava destilaciji i kompostiranju. Iako se posljednjih godina ističe sve učestalija uporaba vinske komine u ishrani stoke i peradi, pojedini autori ističu negativan učinak navedenog.¹⁸ Nadalje, upotrebljava se kao dodatak ljudskoj prehrani, za izolaciju komponenata kao što su vinska kiselina i enocijanini (E163) te u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.^{7–10}

Kod nas najpoznatiji način iskorištenja prevrele komine koja zaostaje u proizvodnji vina je za proizvodnju rakije od grožđa – tzv. komovice tako da se ona destilira neposredno s vodenom parom ili nakon dodatka vode komini, uz dodatak ili bez dodatka vinskog taloga.¹⁹ Komovica se osim kao temeljna rakija vrlo često rabi za proizvodnju drugih alkoholnih pića kao što je orahovica, travarica te raznih drugih likera. Osim u Republici Hrvatskoj, komovica se proizvodi i u gotovo svim zemljama gdje je vinarstvo raširena poljoprivredna grana, pa je u Italiji poznata kao *grappa*, Francuskoj *orujo*, Španjolskoj *bagaceira*, Grčkoj *tsipouro*, Portugalu *eau-de-vie de marc*, itd. Izdestilirana komina (ostatak nakon “pečenja rakije”) također se može dalje iskoristiti.

Komina se može i učinkovito kompostirati miješanjem s drugim organskim materijalom biljnog porijekla, kao npr. otpalim lišćem, slamom ili ostalim biljnim otpadom sa svrhom da se podigne i izbalansira razina NPK hranjiva, ili se pak može pomiješati sa stajskim gnojem koji će svojim

mikrobiološkim djelovanjem ubrzati njezinu dekompoziciju. Uporaba komine u svrhu kondicioniranja tla radi poboljšavanja njegove strukture također je učestala, međutim primjena nedekompoziranih ostataka i nestabiliziranog komposta može dovesti do imobilizacije hranjiva i do fitotoksičnosti, pa mnogi autori predlažu prethodno njezinu enzimatsku hidrolizu.^{19–21} Studije su također pokazale i da je komina vinove loze vrlo podatan materijal za proizvodnju bioetanolu i bioplina.²²

Zbog problematike kvarenja hrane uzrokovane oksidacijom i/ili aktivnosti različitih mikroorganizama, prehrambena industrija neprestano istražuje nove i prirodne izvore bioaktivnih komponenata koje imaju sposobnost usporiti i/ili inhibirati navedene promjene. Primjenom novih, prirodnih i sigurnih antioksidansa i konzervansa postupno bi se smanjila ili eliminirala uporaba postojećih kemijskih sredstava kojima su brojne studije dokazale negativan i potencijalno škodljiv utjecaj na ljudsko zdravlje. U tu se svrhu posljednjih godina ide u smjeru primjene ekološki prihvatljivih, neškodljivih i prirodnih pripravaka, pa se tako upotrebljavaju i preparati ekstrahirani iz vinske komine.²³ Komina crnog grožđa bogat je izvor vodotopljivih pigmenta (antocijana), koji se učestalo upotrebljavaju za bojenje različitih prehrambenih proizvoda kao što su bezalkoholna pića, vina, likeri, jogurti, deserti, sladoledi, džemovi i ostale voćne preradevine.^{7,8,24}

2.1.1. Kožica

Kožice grožđa dominantna su frakcija komine na koju otpada i do 65 % ukupne mase komine, a može činiti i do 25 % ukupne mase grožđa, naravno, što u prvom redu ovisi o samoj sorti grožđa.¹¹ Dominantne kemijske komponente kože su prehrambena vlakna (i do 60 %), od kojih glavninu (preko 98 %) čine netopljiva vlakna. Stanične stijenke stanica kože grožđa uglavnom su izgrađene od molekula neutralnih polisaharida (30 %) od kojih dominiraju celuloza i hemiceluloza, pektinske tvari (20 %), a sadrže i netopljive proantocijanidine (15 %), lignine i strukturne proteine (udio manji od 5 %). U kožici su znatno zastupljeni proteini (5 – 12 %) te pepeo (2 – 8 %) i topljivi ugljikohidrati. Ipak, najveći značaj u proizvodnji vina od svih sastojaka kože imaju fenolni spojevi koji se nalaze vezani za strukturne komponente stanične stijenke ili su prisutni u vakuolama unutar stanica iz kojih se jednostavno ekstrahiraju u mošt odnosno vino. Od navedenih spojeva u proizvodnji vina najvažniji su antocijani koje sadrži kožica crnog grožđa, a u grožđu je, među ostalim, najznačajniji i najdominantniji malvidin-3-glukozid. Od kompleksnih fenolnih spojeva značajni su tanini koji su, osim u kožici, smješteni i u sjemenkama grožđa, međutim za razliku od onih u sjemenki tanine kože karakterizira visok stupanj polimerizacije (28 – 80 %).^{9,11,13} Procijanidine kože čine različiti derivati procijanidina (polimeri epikatehina i katehina) i prodelfidini (polimeri galokatehina i epigalokatehina) s visokim stupnjem kondenzacije. Od ostalih strukturno jednostavnijih spojeva u kožici grožđa nalazimo epikatehin, katehin, derivate procijanidina (većinom dimere), galnu kiselinu, rutin, kvercetin, epikatehin galat te epigalokatehin.^{15–17,25–27}

2.1.2. Sjemenke

Bobica grožđa u prosjeku sadrži dvije sjemenke na koje otpada oko 5 % ukupne mase bobice, međutim njihov broj i težina ovisi o sorti grožđa, stupnju zrelosti, klimatskim prilikama, uvjetima uzgoja itd. U suhoj tvari komine sjemenke čine i do 50 %, mada postoje i studije koje navode i znatno niže vrijednosti.¹² Smatra se da godišnja količina sjemenki koje zaostaju kao nusprodukt proizvodnje vina doseže čak 2,4 milijuna tona.²⁸ Kemijski sastav sjemenki grožđa znatno varira, a od najznačajnijih tvari koje sadrže ističu se vlakna, proteini i lipidi. Komponente koje su zastupljene manjim udjelom u sjemenkama grožđa (do 7 %) su fenolni spojevi, vitamin E, karotenoidi i fitosteroli.^{9,13,28–30}

Sjemenke se iz komine izdvajaju separacijom i prosijavanjem, a najbolje ih je odvojiti i sušiti što prije nakon obrade ploda kako bi se izbjegla kontaminacija plijesnima koja se najčešće događa ako komina odstoji. Proces sušenja je preporučeno provoditi pri temperaturama od 40 do 60 °C da bi se smanjila potencijalna degradacija nutritivno vrijednih komponenti ulja, primarno termička hidroliza triglicerida kojom raste udio slobodnih masnih kiselina u ulju, ali i spriječio nastanak ostalih nepoželjnih spojeva. Sušene sjemenke najčešće se upotrebljavaju za izolaciju jestivih ulja, a ekstrakcija ulja može se provesti uporabom organskih otapala ili hladnim prešanjem kod kojeg se temperatura održava ispod 50 °C i nema primjene kemikalija, pa se tim postupkom iz sjemenki dobiva ulje najviše kvalitete. Kod ekstrakcije otapalima u svrhu povećanja učinkovitosti postupka sjemenke se prije ekstrakcije usitnjavaju, odnosno melju, a dobiveni ekstrakti se profiltriraju. Uporabljena organska otapala se potom otpare (najčešće destilacijom), a dobivena sirova ulja potrebno je dodatno podvrgnuti postupku rafinacije. Sadržaj ulja u sjemenkama grožđa može biti i do 22 %, što najviše ovisi o sorti i stupnju zrelosti grožđa, okolišnim uvjetima tijekom uzgoja grožđe, metodi ekstrakcije ulja, uporabljenom otapalu i ostalim čimbenicima sirovine i ekstrakcije.^{30–32}

Ulje sjemenki grožđa sadrži preko 98 % osapunjivih lipida, a iznimno je bogato mono- i poli- nezasićenim masnim kiselinama, od kojih su najzastupljenije esencijalna lino-lenska kiselina (58 – 70 %) te oleinska kiselina (12 – 28 %), dok su zasićene masne kiseline zastupljene u znatno manjoj mjeri i od ove skupine spojeva posebno se ističu palmitinska (5,5 – 11 %) i stearinska (3 – 6,5 %) kiselina. Ulje karakterizira i prisustvo visokih koncentracija sterola (2 – 7 g kg⁻¹), od kojih dominiraju β-sitosterol (64 – 70%), kampesterol i stigmasterol, zatim izomeri vitamina E (tokotrienoli i tokoferoli), fenolni spojevi i karotenoidi.^{30–33} Najznačajnija uporaba ulja sjemenki grožđa je u kozmetičkim proizvodima, ali i u domaćinstvima za kuhanje i u salatama.

I kruta masa (preševina, pogača) koja zaostaje nakon ekstrakcije ulja sjemenki grožđa može se ponovno iskoristiti i to uglavnom za izolaciju fenolnih spojeva. *González-Manzano i sur.*³⁴ u svojoj studiji navode da je čak 60 – 70 % polifenolnog sadržaja sjemenki ekstraktibilno, a njihov sadržaj varira u širokom rasponu, ovisno o sorti, genetskom potencijalu biosinteze polifenola i stadiju zrelosti grožđa.³⁵ Proantocijanidini ili kondenzirani tanini su dominantni fenoli u sjemenkama te su među najzastupljenijim polifeno-

lima u našoj prehrani s obzirom na to da izravno utječu na trpkost, gorčinu, aromu i boju hrane, a imaju i dokazana brojna pozitivna biološka svojstva.³⁶ Ostatak nakon ekstrakcije ulja i polifenola naziva se brašno sjemenki grožđa, a s obzirom na to da taj nusproizvod još uvijek sadrži visok udio vlakana (60 – 65 %) i proteina (10 – 11 %), može se rabiti za dobivanje proteinskog koncentrata³⁷ ili kao aditiv u pekarstvu.²⁸

2.2. Peteljke

Peteljke grožđa su nusproizvodi vinifikacije koje odlikuje izrazito trpak, adstringentan i opor okus, pa se iz tog razloga najčešće odvajaju prije samog početka primarne prerade grožđa da se one ne bi ekstrahirale u groždani sok.¹¹ U ukupnoj masi krutog otpada koji zaostaje nakon vinifikacije na peteljke otpada oko 14 %, dok je njihov udio u ukupnoj masi grozda 3 – 5 %. Glavni sastojci peteljki su lignin (17 – 26 %), celuloza (20 – 33 %), hemiceluloza (3 – 20 %) i pepeo (6 – 9 %).^{13,38,39} Prisutni su i jednostavni šećeri, uglavnom glukoza i ksiloza, ali je potvrđeno prisustvo i manoze, arabinoze i galaktoze. Dominantna fenolna frakcija u peteljkama su tanini (neki izvori govore čak i o udjelu do 80 %), koji su vrlo često kondenzirani s ligninima ili polimerizirani s procijanidinima (većinom polimeri epikatehina).¹³ Od ostalih fenolnih spojeva peteljke sadrže flavan-3-ole, flavonole (derivate kvercetina), hidroksibenzojeve kiseline (galnu i siriginsku kiselinu) i hidroksicimetne kiseline (*trans*-kaftarnu kiselinu).¹¹

2.3. Vinski talog

Vinski talog je muljast materijal, uglavnom sačinjen od mase mrtvih stanica kvasaca i drugih netopljivih tvari, koji se taloži na dnu vinskog suđa nakon fermentacije i tijekom dozrijevanja vina, a odvaja se od vina pretokom, centrifugiranjem ili filtracijom. Udio taloga u masi vina čini 2 – 6 %, a čine ga uglavnom etanol, vinska kiselina, fenolni spojevi i stanice kvasaca.^{9,40,41} Ovisno o stadiju vinifikacije talog se može klasificirati u tri skupine: talog prve i druge fermentacije, koji se stvara tijekom alkoholne i malolaktične fermentacije te treći tip taloga koji nastaje tijekom dozrijevanja vina.⁴²

Iako po vrijednosti sastojaka koje sadrži to ne zaslužuje, za razliku od komine i sjemenki, vinski talog je najmanje iskorišten nusprodukt proizvodnje vina. Zaostala masa nakon destilacije vinskog taloga, tzv. vinaza, također sadrži visokovrijedne ekstraktibilne komponente kao što su polifenoli, tartarati, vitamini (osobito B kompleksa), ugljikohidrati i biomasa kvasaca.^{43,44} Kao alternativa izravnom zbrinjavanju

nju taloga, što je trošak za proizvođače vina, jer se radi o zagađivaču tla, najčešće se iz taloga izdvajaju samo etanol i vinska kiselina, a s obzirom na to da je bogat izvor vitamina B kompleksa, sve češće se dodaje stočnoj hrani za poticanje apetita. Vinska kiselina se u prehrambenoj industriji upotrebljava kao sredstvo za zakiseljavanje i/ili konzervans u proizvodnji vina, ostalih pića i proizvoda, a poznata je i njezina uporaba i u farmaceutskoj, kozmetičkoj i kemijskoj industriji.⁴⁵ Polifenoli se također mogu naći u talogu kao rezultat njihove adsorpcije na stanične stijenke kvasaca, a glavninu fenolnih sastojaka u talogu čine složene molekule antocijan-tanin kompleksa, koje su rezultat složenih reakcija polimerizacije i kopigmentacije koje imaju važan učinak na stabilizaciju i formiranje boje vina, osobito tijekom njegova starenja.^{46–48}

Sljedeće dvije vrijedne komponente stanične stijenke kvasaca su manoproteini i β -glukan od kojih je upotreba manoproteina u enologiji u svrhu sprječavanja taloženja tartarata u bocama prilikom dozrijevanja vina već poznata. Sve veći broj istraživanja usmjeren je na primjenu vinskog taloga za poboljšanje oksidativne i mikrobiološke stabilnosti te organoleptičkih svojstava proizvoda kao što su sladoledi i mesne prerađevine^{49–50} te u svrhu proizvodnje biopolimera za pakiranje.⁵¹ Ipak, zbog često dokazane prisutnosti rezidua pesticida, naročito u krutoj frakciji taloga, vrlo često je njegova primjena u industriji hrane i pića dvojbena.⁵²

Budući da je vinski talog iznimno bogat organskom tvari, fenolima i mineralima, naročito kalijem, moguća je njegova uporaba kao fertilizatora, no zbog niske pH vrijednosti (između 3 i 6) treba biti oprezan oko njegove izravne aplikacije u tlo, pa se uglavnom preporučuje prethodni tretman otkiseljavanja.⁴⁶

3. Primjena nusproizvoda vinifikacije

Zbog opisanih karakteristika i bogatog nutritivnog sastava nusproizvoda koji zaostaju nakon prerade grožđa, posljednjih godina objavljen je velik broj studija koje istražuju njegovu uporabu u različitim industrijama kao što su prehrambena industrija (u svrhu poboljšanja svojstava proizvoda ili kreiranja funkcionalnih proizvoda), industrija hrane za životinje (u svrhu poboljšanja statusa jedinki ili nutritivne/biološke vrijednosti proizvoda i prerađevina), kemijska industrija (poboljšanje svojstava i funkcionalnosti materijala) i kozmetička industrija (pozitivna biološka svojstva i funkcionalna svojstva proizvoda). Pregled novijih istraživanja s opisanim ključnim zaključcima naveden je u Tablici 1.

Tablica 1 – Neki primjeri ponovne uporabe nusproizvoda proizvodnje vina u različite svrhe
 Table 1 – Some examples of reuse of winemaking by-products for different purposes

Nusproizvod	Primjena	Glavne značajke istraživanja	Lit.
Komina			
Prehrambena industrija	Riža	Dodatak komine grožđa riži tijekom kuhanja na pari ima utjecaja na njezinu boju (crveni tonovi) te joj povećava udio fenolnih spojeva i antioksidacijska svojstva.	49
	Keksi	U svrhu kreiranja funkcionalnih kekisa tijestu je dodana komina grožđa (6 %), što je u konačnici rezultiralo boljim nutritivnim i antioksidativnim statusom proizvoda kao i produljenjem njegova roka trajanja.	50
	Sir	Dodatak komine u proizvodnji polutvrdog sira u svrhu kreiranja funkcionalnog proizvoda nije narušio njegova fizikalno-kemijska svojstva te je povećao sadržaj fenola i antioksidacijsku aktivnost uzoraka.	51
Kozmetička industrija	Kozmetički preparati	Izolirane bioaktivne komponente poput fenola i esencijalnih ulja zbog dobre antioksidacijske i antimikrobne aktivnosti mogu zamijeniti sintetske aditive u kozmetičkim pripravcima.	52
	Kozmetički preparati	Ekstrakti su pokazali bogat kemijski sastav i dobru antioksidacijsku aktivnost određenu kemijskim i staničnim metodama, kao i inhibiciju aktivnosti enzima koji utječu na starenje kože, što opravdava njihovu upotrebu u kozmetičkoj industriji.	45
Industrija hrane za životinje	Hrana za perad	Dodatak komine grožđa prehrani (u količini od 10 %) tovnih pilića imao je pozitivan učinak na antioksidacijski i imunološki status jedinki.	53
Kožice			
Prehrambena industrija	Jogurt	Dodatak kože grožđa rezultirao je povećanjem sadržaja fenola, antioksidacijskog kapaciteta uzoraka i uzrokovao inhibiciju α -glukozidaze (<50 %) te dao pozitivne fizikalno-kemijske, teksturalne i mikrobiološke odlike jogurtu tijekom trajanja proizvoda.	54
Industrija hrane za životinje	Hrana za perad	Dodatak kože grožđa u prehranu peradi utjecao je na nutritivnu vrijednost mesa (povećana razina tokoferola) i njegovu oksidativnu stabilnost (lipidna oksidacija).	53
Kemijska industrija	Ambalažni materijali	Dodatak taninskih ekstrakata u svrhu poboljšanja funkcionalnosti želatinskih filmova rezultirao je filmovima s nižom propusnošću za vlagu, boljom UV apsorpcijom i antioksidacijskom aktivnosti.	55
Sjemenke			
Prehrambena industrija	Egipatski kruh (Baladi)	Proizvodnja funkcionalnog kruha od pšeničnog brašna sa sadržajem proteina 10 – 12% uz dodatak do 10 % praha sjemenki grožđa rezultira kruhom s većim sadržajem vlakana, željeza i cinka, a ne utječe negativno na reološka i senzorska svojstva.	56
	Kruh	Dodatak komine grožđa u količinama 7 i 9 % imao je negativan utjecaj na reološka i senzorska svojstva tijesta, dok je dodatak u količini 3 i 5 % bio zadovoljavajući i znatno doprinio sadržaju vlakana u pojedinim mineralima u kruhu.	28
	Kobasice	Dodatak ekstrakta sjemenki grožđa imao je pozitivan učinak na svojstva kobasica, osobito u sprečavanju lipidne hidrolize, a pri tome nije imao inhibirajući učinak na fermentativne kulture.	57
	Vino	Dodatak sjemenki koje sadrže flavonoide tijekom proizvodnje vina u toplijim krajevima pozitivno utječe na povećanje njihovog antioksidativnog potencijala.	58
	Vegetarijanske kobasice	Brašno sjemenki grožđa u količini 1 – 3 % ima pozitivan utjecaj na nutritivna, biološka i organoleptička svojstva vegetarijanskih kobasica.	59
Industrija hrane za životinje	Hrana za perad	Dodatak sjemenki grožđa u prehranu peradi utjecao je na nutritivnu vrijednost mesa (povećana razina tokoferola) i njegovu oksidativnu stabilnost (lipidna oksidacija).	60

Tablica 1 – (nastavak)
Table 1 – (continued)

Nusproizvod	Primjena	Glavne značajke istraživanja	Lit.
Kemijska industrija	Ambalažni materijali	Dodatak taninskih ekstrakata u svrhu poboljšanja funkcionalnosti želatinskih filmova rezultirao je filmovima s nižom propusnošću za vlagu, višom UV absorbancijom i antioksidacijskom aktivnosti. Dodatak ekstrakata postigao je učinak inteligentnog pakiranja.	55
Peteljke			
Prehrambena industrija	Vino	Dodatak peteljki (5 %) tijekom fermentacije vina sorte <i>Cabernet Sauvignon</i> ima pozitivan utjecaj na sensoriku i kemijski profil vina.	61
Industrija hrane za životinje	Hrana za perad	Dodatak prehrani pilića u vidu ekstrakta imao je pozitivan učinak na oksidativni status peradi (antioksidacijsku aktivnost i inhibiciju lipidne oksidacije).	60
Kozmetička industrija	Kozmetički preparati	Ekstrakti peteljki obiluju fenolima, osobito katehinom i pokazuju iznimnu antioksidacijsku, antimikrobnu, protuupalnu aktivnost te inhibiciju enzima zaslužnih za starenje kože (tirozinaze i elastaze).	63
Vinski talog			
Prehrambena industrija	Sladoled	Dodatkom vinskog taloga povećan je sadržaj polifenola u sladoledu te su poboljšana njegova fizikalna, funkcionalna svojstva (povećan viskozitet, smanjen pH i indeks masnih tvari, smanjena prisutnost nepoželjnih mikroorganizama) i organoleptička svojstva.	47
	Sladoled	Dodatak prehrambenih vlakana iz taloga mošta nije imao negativan učinak na fizikalno-kemijska, mikrobiološka i organoleptička svojstva sladoleda i poboljšao je aktivnost probiotskih kultura.	64
	Sladoled	Dodatak vinskog taloga tijekom proizvodnje sladoleda imao je utjecaj na njegova reološka svojstva (brzinu topljenja proizvoda, destabilizaciju masti i povećanje udjela smrzzljive vode) te je također imao pozitivan utjecaj na njegovu antioksidacijsku aktivnost.	63
	Mesne prerađevine	U svrhu zamjene postojećih aditiva u mesoprerađivačkoj industriji primjenom vinskog taloga (2,5 – 5 %) inhibirana je oksidacija lipida i proteina te je postignut antimikrobni učinak protiv aerobnih bakterija, bez negativnog utjecaja na sensoriku mesa.	65
Kemijska industrija	Ambalažni materijali	Pozitivan učinak kod uporabe u proizvodnji biopolimera koji se upotrebljavaju kao prirodni filtri pri pakiranju hrane.	66
	Biljni ugljen	Biljni ugljen dobiven od taloga koji zaostaje nakon proizvodnje vina karakterizirala je velika specifična površina i volumen pora te je imao dobar kapacitet adsorpcije olovovih iona.	67
Kozmetička industrija	Kozmetički preparati	Ekstrakti su pokazali bogat kemijski sastav i dobru antioksidacijsku aktivnost određenu kemijskim i staničnim metodama, kao i inhibiciju aktivnosti enzima koji utječu na starenje kože, što opravdava njihovu upotrebu u kozmetičkoj industriji.	45

4. Zaključak

Temeljem navedenog, očit je potencijal iskorištavanja pojedinih nusproizvoda vinske industrije kao izvora bioaktivnih fitospojeva primjenljivih ponajprije u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Njihova valorizacija bi u konačnici zasigurno rezultirala poboljšanjem ekonomičnosti, profitabilnosti i eko-održivosti vinogradarstva i vinarstva kao značajnih gospodarskih grana, kako u Hrvatskoj tako i u svijetu.

ZAHVALA

Autori zahvaljuju Ministarstvu poljoprivrede za potporu ovom istraživanju, u okviru mjere 16.1.2 u sklopu projekta "Istraživanje proizvodnih mehanizama za oporabu biljnog otpada u poljoprivrednoj proizvodnji" – OBO, 2021-2023.

Popis kratica**List of abbreviations**

- NPK – dušik-fosfor-kalij
– nitrogen-phosphorus-potassium
- UV – ultraljubičasto
– ultraviolet

Literatura**References**

1. A. K. Anal, Food Processing By-Products and their Utilization: Introduction, u A. K. Anal (ur.), Food Processing By-Products and their Utilization, John Wiley & Sons Ltd, UK, 2018., str. 1–10. <https://doi.org/10.1002/9781118432921.ch1>.
2. FAO. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
3. P. B. Helkar, A. K. Sahoo, N. J. Patil, Review: Food industry by-products used as functional food ingredients, Int. J. Waste Resour. **6** (2016) 248, doi: <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000248>.
4. C. Torres-León, N. Ramírez-Guzmán, L. Londoño-Hernández, G. A. Martínez-Medina, R. Díaz-Herrera, V. Navarro-Macias, O. B. Álvarez-Pérez, B. Picazo, M. Villarreal-Vázquez, J. Ascacio-Valdes, C. N. Aguilar, Food waste and byproducts: An opportunity to minimize malnutrition and hunger in developing countries, Front. Sustain. Food Syst. **2** (2018) 52, doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00052>.
5. OIV, 2021, State of the World vine and wine sector 2021-OIV, URL: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/eng-state-of-the-world-vine-and-wine-sector-april-2022-v6_0.pdf.
6. Godišnje izvješće o stanju u poljoprivredi (2020) URL: https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivredna_politika/zeleno_izvjesce/2021_12_15%20Zeleno%20izvje%C5%A1%C4%87e%202020_final.pdf (27. 10. 2022.).
7. C. M. Peixoto, M. I. Dias, M. J. Alves, R. C. Calhelha, L. Barros, S. P. Pinho, I. C. F. R. Ferreira, Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties, Food Chem. **253** (2018) 132–138, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.163>.
8. E. Kalli, I. Lappa, P. Bouchagier, P. A. Tarantilis, E. Skotti, Novel application and industrial exploitation of winery by-products, Bioresour. Bioprocess. **5** (2018) 46, doi: <https://doi.org/10.1186/s40643-018-0232-6>.
9. G. Spigno, L. Marinoni, G. Duserm, State of the Art In Grape Processing By-Products, u C. Galanakis (ur.), Handbook of Grape Processing By-Products, Academic Press, 2017., str. 1–27, doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809870-7.00001-6>.
10. M. Troilo, G. Difonzo, V. M. Paradiso, C. Summo, F. Caponio, Bioactive compounds from vine shoots, grape stalks, and wine lees: Their potential use in agro-food chains, Foods **10** (2) (2021) 342, doi: <https://doi.org/10.3390/foods10020342>.
11. J. Cvejić Hogervorst, U. Miljić, V. Puškaš, Extraction of Bioactive Compounds from Grape Processing By-Products, u C. M. Galanakis (ur.), Handbook of Grape Processing By-Products, Academic Press, 2017., str. 105–135, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00005-3>.
12. A. Bucić-Kojić, M. Planinić, S. Tomas, M. Tišma, Trop grožđa – otpad i visokovrijedna sirovina, u D. Šubarić (ur.), Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2017. str. 111–131.
13. M. Spinei, M. Oroian, The potential of grape pomace varieties as a dietary source of pectic substances, Foods **10** (2021) 867, doi: <https://doi.org/10.3390/foods10040867>.
14. A. D. Moreno, M. Ballesteros, M. J. Negro, Biorefineries for the valorization of food processing waste, u C. Galanakis (ur.), The Interaction of Food Industry and Environment, 2020., str. 155–190, doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816449-5.00005-9>.
15. M. R. González-Centeno, M. Jourdes, A. Femenia, S. Simal, C. Rosselló, P. L. Teissedre, Characterization of polyphenols and antioxidant potential of white grape pomace byproducts (*Vitis vinifera* L.), J. Agric. Food Chem. **61** (47) (2013) 11579–11587, doi: <https://doi.org/10.1021/jf403168k>.
16. A. de la Cerda-Carrasco, R. López-Solís, H. Nuñez-Kalasić, A. Peña-Neira, E. Obreque-Slier, Phenolic composition and antioxidant capacity of pomaces from four grape varieties (*Vitis vinifera* L.), J. Sci. Food Agric. **95** (7) (2015) 1521–1527, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6856>.
17. M. Ferri, G. Rondini, M. M. Calabretta, E. Michellini, V. Vallini, F. Fava, A. Roda, G. Minnucci, A. Tassoni, White grape pomace extracts, obtained by a sequential enzymatic plus ethanol-based extraction, exert antioxidant, anti-tyrosinase and anti-inflammatory activities, N. Biotechnol. **39** (2017) 51–58, doi: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.002>.
18. B. Antonić, S. Jančíková, D. Dordević, B. Tremlová, Grape pomace valorization: A systematic review and meta-analysis, Foods **9** (2020) 1627, doi: <https://doi.org/10.3390/foods9111627>.
19. Pravilnik o jakim alkoholnim i alkoholnim pićima NN 172/2004, URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2004_12_172_3004.html (25. 9. 2021.).
20. C. A. Cambardella, T. L. Richard, A. Rusell, Compost mineralization in soil as a function of composting process conditions, Eur. J. Soil Biol. **39** (2003) 117–127, doi: [https://doi.org/10.1016/S1164-5563\(03\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S1164-5563(03)00027-X).
21. O. M. Portilla-Rivera, A. B. Moldes, A. M. Torrado, J. M.; Dominguez, Lactic acid and biosurfactant production from hydrolyzed distilled grape marc, Process Biochem. **42** (6) (2007) 1010–1020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2007.03.011>.
22. P. J. Guo, W. L. Saw, P. J. Eyk, E. B. Stechel, R. D. Nys, P. J. Ashman, G. J. Nathan, Gasification reactivity and physicochemical properties of the chars from raw and torrefied wood, grape marc, and macroalgae, Energy Fuels **31** (2017) 2246–2259, doi: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b02215>.
23. J. García-Lomillo, M. L. González-SanJosé, Applications of wine pomace in the food industry: Approaches and functions, Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. **16** (2016) 3–22, doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12238>.
24. N. Mateus, V. de Freitas, Anthocyanins as food colorants, u C. Winefield, K. Davies, K. Gould (ur.), Anthocyanins: biosynthesis, functions, and applications. Springer, New York, 2009., str. 284–304.
25. V. Katalinić, S. Smole Možina, D. Skroza, I. Generalić, H. Abramović, M. Miloš, I. Ljubenkov, S. Piskernik, I. Pezo, P. Terpinac, M. Boban, Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia), Food Chem. **119** (2) (2010) 715–723, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.019>.
26. S. Yammine, C. Delsart, X. Vitrac, M. Mietton Peuchot, R. Ghidossi, Characterisation of polyphenols and antioxidant potential of red and white pomace by-product ex-

- tracts using subcritical water extraction, *OENO One* **54** (2) (2020) 263–278, doi: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.2346>.
27. S. Monari, M. Ferri, M. Vannini, L. Sisti, P. Marchese, M. Ehrenell, E. Xanthakis, A. Celli, A. Tassoni, Cascade strategies for the full valorisation of Garganega white grape pomace towards bioactive extracts and bio-based materials- *PLoS ONE* **15** (9) (2020) e0239629, doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239629>.
 28. O. B. Oprea, M. E. Popa, L. Apostol, L. Gaceu, Research on the potential use of grape seed flour in the bakery industry, *Foods* **11** (2022) 1589, doi: <https://doi.org/10.3390/foods11111589>.
 29. L. Lucarini, A. Durazzo, A. Romani, M. Campo, G. Lombardi-Bocchia, F. Cecchini, Bio-based compounds from grape seeds: a biorefinery approach, *Molecules* **23** (2018) 1888, doi: <https://doi.org/10.3390/molecules23081888>.
 30. J. Garavaglia, M. M. Markoski, A. Oliveira, A. Marcadenti, Grape seed oil compounds: Biological and chemical actions for health, *Nutr. Metab. Insights* **9** (2016) 59–64, doi: <https://doi.org/10.4137/NMI.S32910>.
 31. S. Bellili, S. Jazi, S. Nasr, W. Dhifi, M. A. Neves, M. G. C. Miguel, W. Mnif, Grape seed oil: Chemical composition, biological properties and health benefits. *Seed Oil: Production, Uses and Benefits*, 2018., str. 145–174.
 32. M. E. Martin, E. Grao-Cruces, M. C. Millan-Linares, S. Montserrat-de la Paz, Grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil: A functional food from the winemaking industry, *Foods* **9** (10) (2020) 1360, doi: <https://doi.org/10.3390/foods9101360>.
 33. Pravilnik o jestivim uljima i mastima (NN 11/2019), URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_11_229.html.
 34. S. González-Manzano, J. C. Rivas-Gonzalo, C. Santos-Buelga, Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration, *Anal. Chim. Acta* **2513** (2004) 283–289, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.10.019>.
 35. B. Berrin, G. Kassel, T. Derya, Study of polyphenol content in the seeds of red grape (*Vitis vinifera* L.) varieties cultivated in Turkey and their antiradical activity, *Food Chem.* **56** (2008) 312–327, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.056>.
 36. P. M. Aron, J. A. Kennedy, Flavan-3-ols: Nature, occurrence and biological activity, *Mol. Nutr. Food Res.* **52** (2008) 79–104, doi: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700137>.
 37. C. Alvarez-Ossorio, M. Orive, E. Sanmartín, Sa. Alvarez-Sabatel, J. Labidi, J. Zufia, C. Bald, Composition and techno-functional properties of grape seed flour protein extracts, *ACS Food Sci. Tech.* **2**(1) (2022) 125–135, doi: <https://doi.org/10.1021/acfoodscitech.1c00367>.
 38. S. O. Prozil, D. V. Evtuguin, L. P. Cruz Lopes, Chemical composition of grape stalks of *Vitis vinifera* L. from red grape pomaces, *Ind. Crops Prod.* **35** (1) (2012) 178–184, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.035>.
 39. G. Spigno, L. Maggi, D. Amendola, M. Dragoni, D. M. De Faveri, Influence of cultivar on the lignocellulosic fractionation of grape stalks, *Ind. Crops Prod.* **46** (2013) 283–289, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.01.034>.
 40. C. Dimou, N. Kopsahelis, A. Papadaki, S. Papanikolaou, I. K. Koskos, I. Mandala, A. A. Koutinas, Wine lee valorization: biorefinery development including production of a generic fermentation feed-stock employed for poly(3-hydroxybutyrate) synthesis, *Food Res. Int.* **73** (2015) 81–87, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.02.020>.
 41. A. De Iseppi, G. Lomolino, M. Marangon, A. Curioni, Current and future strategies for wine yeast lees valorization, *Food Res. Int.* **137** (2020) 109352, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109352>.
 42. M. Rajković, M. D. Popović, D. Milinčić, M. Zdravković, Circular economy in food industry, *Zaštita materijala* **61** (2020) 229–250, doi: <https://doi.org/10.5937/zasmat2003229R6>.
 43. R. Romero-Díez, S. Rodríguez-Rojo, M. J. Cocero, C. M. M. Duarte, A. A. Matias, M. R. Bronze, Phenolic characterization of aging wine lees: Correlation with antioxidant activities, *Food Chem.* **259** (2018) 188–195, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.119>.
 44. J. M. Salgado, E. M. Carballo, B. Max, J. M. Domínguez, Characterization of vinasses from five certified brands of origin (CBO) and use as economic nutrient for the xylitol production by *Debaryomyces hansenii*, *Biores. Tech.* **101** (7) (2010) 2379–2388, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.015>.
 45. M. S. Matos, R. Romero-Díez, A. Álvarez, M. R. Bronze, S. Rodríguez-Rojo, R. Mato, M. J. Cocero, A. A. Matias, Polyphenol-rich extracts obtained from winemaking waste streams as natural ingredients with cosmeceutical potential, *Antioxidants* **8** (9) (2019) 355, doi: <https://doi.org/10.3390/antiox8090355>.
 46. M. A. Bustamante, R. Moral, C. Paredes, A. Pérez-Espinosa, J. Moreno-Caselles, M. D. Pérez-Murcia, Agrochemical characterisation of the solid by-products and residues from the winery and distillery industry, *Waste Manag.* **28** (2) (2008) 372–380, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.01.013>.
 47. A. Pundhir, A. K. Sharma, K. Banerjee, S. Jogaiah, R. G. Somkuwar, Improvement in functional, rheological and sensory properties of low sugar ice cream by adding fine wine lees, *Progress. Hortic.* **50** (2018) 118–123, doi: <https://doi.org/10.5958/2249-5258.2018.00028.3>.
 48. P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdien, *Handbook of Enology, Vol 2. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*, 2nd Ed. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, 2006.
 49. T. Balbinoti, A. Stafussa, J. Regina, L. Jorge, Addition of grape pomace in the hydration step of parboiling increases the antioxidant properties of rice, *Int. J. Food Sci. Tech.* **55** (2020) 2370–2380, doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14481>.
 50. R. Theagarajan, L. Malur Narayanaswamy, S. Dutta, J. A. Moses, A. Chinnaswamy, Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies, *Int. J. Food Sci. Tech.* **54** (2019) 1–7, doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.
 51. R. Marchiani, M. Bertolino, D. Chirardello, P. L. McSweeney, G. Zeppa, Physicochemical and nutritional qualities of grape pomace powder-fortified semi-hard cheeses, *J. Food Sci. Technol.* **53**(3) (2016) 585–596, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2105-8>.
 52. S. M. Ferreira, L. Santos, A potential valorization strategy of wine industry by-products and their application in cosmetics – Case study: Grape pomace and grapeseed, *Molecules* **27** (2022) 969, doi: <https://doi.org/10.3390/molecules27030969>.
 53. A. Mavrommatis, E. Giamouri, E. D. Myrtsi, E. Evergetis, K. Filippi, H. Papapostolou, S. D. Koulocheri, E. Zoidis, A. C. Pappas, A. Koutinas, S. Haroutounian, E. Tsiplakou, Antioxidant status of broiler chickens fed diets supplemented with vinification by-products: A valorization approach, *Antioxidants* **10** (2021) 1250, doi: <https://doi.org/10.3390/antiox10081250>.
 54. M. Iriondo-DeHond, J. M. Blázquez-Duff, M. D. del Castillo, E. Miguel, Nutritional quality, sensory analysis and shelf life stability of yogurts containing inulin-type fructans and winery byproducts for sustainable health, *Foods* **9** (2020) 1199, doi: <https://doi.org/10.3390/foods9091199>.

55. A. Etxabide, Y. Yang, J. I. Maté, K. de la Caba, P. A. Kilmartin, Developing active and intelligent films through the incorporation of grape skin and seed tannin extracts into gelatin, *Food Packag. Shelf Life* **33** (2022) 100896, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100896>.
56. H. O. Elkatry, A. R. Ahmed, H. S. El-Beltagi, H. I. Mohamed, N. S. Eshak, Biological activities of grape seed by-products and their potential use as natural sources of food additives in the production of Balady bread, *Foods* **11** (2022) 1948, doi: <https://doi.org/10.3390/foods11131948>.
57. J. Libera, A. Latoch, K. M. Wójciak, Utilization of grape seed extract as a natural antioxidant in the technology of meat products inoculated with a probiotic strain of LAB, *Foods* **9** (2020) 103, doi: <https://doi.org/10.3390/foods9010103>.
58. M. J. Jara-Palacios, D. Hernanz, M. L. Escudero-Gilete, F. J. Heredia, The use of grape seed byproducts rich in flavonoids to improve the antioxidant potential of red wines, *Molecules* **21**(11) (2016) 1526, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2105-8>.
59. B. Tremlova, L. Havlova, P. Benes, J. Zemancova, H. Buchtova, K. Tesikova, S. Dordevic, D. Dordevic, Vegetarian “Sausages” with the Addition of Grape Flour, *Appl. Sci.* **12** (2022) 2189, doi: <https://doi.org/10.3390/app12042189>.
60. C. Romero, M. Nardoia, A. Brenes, I. Arija, A. Viveros, S. Chamorro, Combining grape byproducts to maximise biological activity of polyphenols in chickens, *Animals* **11** (2021) 3111, doi: <https://doi.org/10.3390/ani11113111>.
61. S. C. Ward, P. R. Petrie, T. E. Johnson, P. K. Boss, S. E. P. Bastian, Unripe berries and petioles in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon fermentations affect sensory and chemical profiles, *Am. J. Enol. Viticul.* **66** (2015) 435–443, doi: <https://doi.org/10.5344/ajev.2015.15016>.
62. C. Leal, I. Gouvinhas, R. A. Santos, E. Rosa, A. M. Silva, M. J. Saavedra, A. I.R.N.A. Barros, Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product, *Ind.Crops Prod.* **154** (2020) 12675, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112675>.
63. J. Y. Hwang, Y. S. Shyu, C. K. Hsu, Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream, *LWT – Food Sci. Tech.* **42** (1) (2009) 312–318, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.03.008>.
64. A. Ayar, H. Siçramaz, S. Öztürk, S. Öztürk Yılmaz, Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry, *Int. J. Dairy Technol.* **71** (2018) 174–182, doi: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12387>.
65. M. Alarcón, M. López-Viñas, M. S. Pérez-Coello, M. C. Díaz-Maroto, M. E. Alañón, A. Soriano, Effect of wine lees as alternative antioxidants on physicochemical and sensorial composition of deer burgers stored during chilled storage, *Antioxidants* **9** (2020) 687, doi: <https://doi.org/10.3390/antiox9080687>.
66. Q. Zhu, J. Wu, L. Wang, C. Yang, X. Zhang, Adsorption characteristics of Pb²⁺ onto wine lees-derived biochar, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **97** (2016) 294–299. <https://doi.org/10.1007/s00128-016-1760-4>.
67. A. Nanni, M. Messori, Effect of the wine lees wastes as cost-advantage and natural fillers on the thermal and mechanical properties of poly(3-hydroxybutyrate-co-hydroxyhexanoate) (PHBH) and poly(3-hydroxybutyrate-co-hydroxyvalerate) (PHBV), *J. Appl. Polym. Sci.* **137** (2020) 48869, doi: <https://doi.org/10.1002/app.48869>.

SUMMARY

Valorisation of Winemaking By-products

Živko Skračić,^a Ivica Ljubenkov,^b Nina Mimica,^c and Ivana Generalić Mekinić^{c*}

Winemaking and viticulture are one of the leading world’s agricultural sectors, which, like other production services, generate large amounts of organic waste the disposal of which represents a huge economic problem for the producer and an ecological problem for the environment. The main by-products after vine cultivation and grape processing are pomace, seeds, stems, wine lees, and vine shoot and leaves, which are still a valuable source of different biologically active compounds that can be used in food, pharmaceutical and cosmetic industry, as well as in agriculture, energy, and feed production. Therefore, the main goal of this paper was to point out the benefits of winemaking by-products, and provide an overview of their composition and properties, as well as gain insight into recent research on their application in various industries. The rational management of vinification by-products has multiple benefits; production of functional foods and natural agents that generally contributes to the quality of nutrition and life, and at the same time reduces the impact on the environment. All of these give a strong impulse to the idea of sustainability and circular economy, what becomes an imperative in the complex conditions of global economic life.

Keywords

Utilisation, waste, grape pomace, stems, lees

^a Secondary School “Braća Radić”, Put poljoprivrednika bb, HR-21 217 Kaštel Štafiljić, Croatia

^b Department of Chemistry, Faculty of Science University of Split, Ruđera Boškovića 33, HR-21 000 Split, Croatia

^c Department of Food Technology and Biotechnology, Faculty of Chemistry and Technology University of Split, Ruđera Boškovića 35, HR-21 000 Split, Croatia

Review

Received August 30, 2022

Accepted November 13, 2022