

Dealkoholizacija vina: prilagodba procesa proizvodnje vina usmjerena na smanjenje razine alkohola koja se povećava s porastom temperature

Prema Europskoj agenciji za okoliš (EEA), očekuje se da će klimatske promjene do sredine stoljeća negativno utjecati na rast proizvodnje grožđa i kvalitetu vina u tradicionalnim vinogradarskim regijama južne Europe [1]. Sve više temperature u vinskim regijama, potaknute klimatskim promjenama, ubrzavaju dozrijevanje grožđa i povećavaju nakupljanje šećera, što dovodi do povećanja razine alkohola u vinu. Ta promjena utječe ne samo na ravnotežu i tipičnost vina već i na vrenje i utrživost vina. Jedna strategija za ublažavanje tih promjena uključuje primjenu agronomskih i vinogradarskih praksi za smanjenje udjela šećera u grožđu, čime se sprječava prekomjerna razina etanola u vinu. Drugi pristup usmjeren je na sam proces proizvodnje vina i uključuje odabir sojeva kvasaca s nižim stopama konverzije šećera ili primjenu procesa dealkoholizacije mošta i vina.

Mediterranska regija doživljava neke od najintenzivnijih utjecaja klimatskih promjena na europsku poljoprivredu, uključujući češće ekstremne vrućine, suše, gubitak bioraznolikosti i sve veće potrebe za vodom. To se osobito odnosi na višegodišnje nasade kao što je vinova loza, koja pokriva znatna područja i na koju te promjene sve više utječu. Poljoprivrednici prilagođavaju svoju praksu tim promjenama, no mnoga su rješenja i dalje ograničena na određene regije ili poljoprivredne sektore. Projektom [CLIMED-FRUIT](#) [2], koji financira EU, nastoji se riješiti taj problem prikupljanjem i razmjenom inovativne klimatski prilagodljive prakse iz raznih izvora kako bi se povećala otpornost i promicala djelotvorna prilagodba klimatskim promjenama i njihovo ublažavanje.

Od 80-ih godina prošlog stoljeća razina alkohola u vinu porasla je za gotovo 1 % po desetljeću, s prosječnim ukupnim porastom od 2 do 3%. Danas većina crnih vina iz Sredozemlja premašuje 14% alk. vol. (volumni udio alkohola), što dovodi u pitanje svježinu i složenost aroma [3]. Visoke razine etanola često se percipiraju kao „toplina“ u ustima i mogu narušiti percepciju arome, utječući na volatilnost ključnih spojeva [4]. S tehničkog stajališta, visok udio alkohola predstavlja problem u dovršetku vrenja i rezultira većom stopom poreza u mnogim zemljama [5]. Istodobno raste potražnja potrošača za vinima s niskim udjelom alkohola, potaknuta zdravstvenim trendovima i promjenom društvenih normi. Kao odgovor na to EU je u pročišćeni tekst Uredbe (EU) br. 1308/2013 [6] [7] uveo dvije nove kategorije vina:

- „Dealkoholizirano vino“: ≤ 0,5% vol.
- „Djelomično dealkoholizirano vino“: više od 0,5% vol. i manje od 8,5% vol. ili 9% vol. (ovisno o vinogradarskoj zoni)

Osim toga, u skladu s Uredbom (EU) 2019/934, proizvođačima je dopušteno smanjiti udio alkohola u vinu za najviše 20% izvornog udjela alkohola [8].

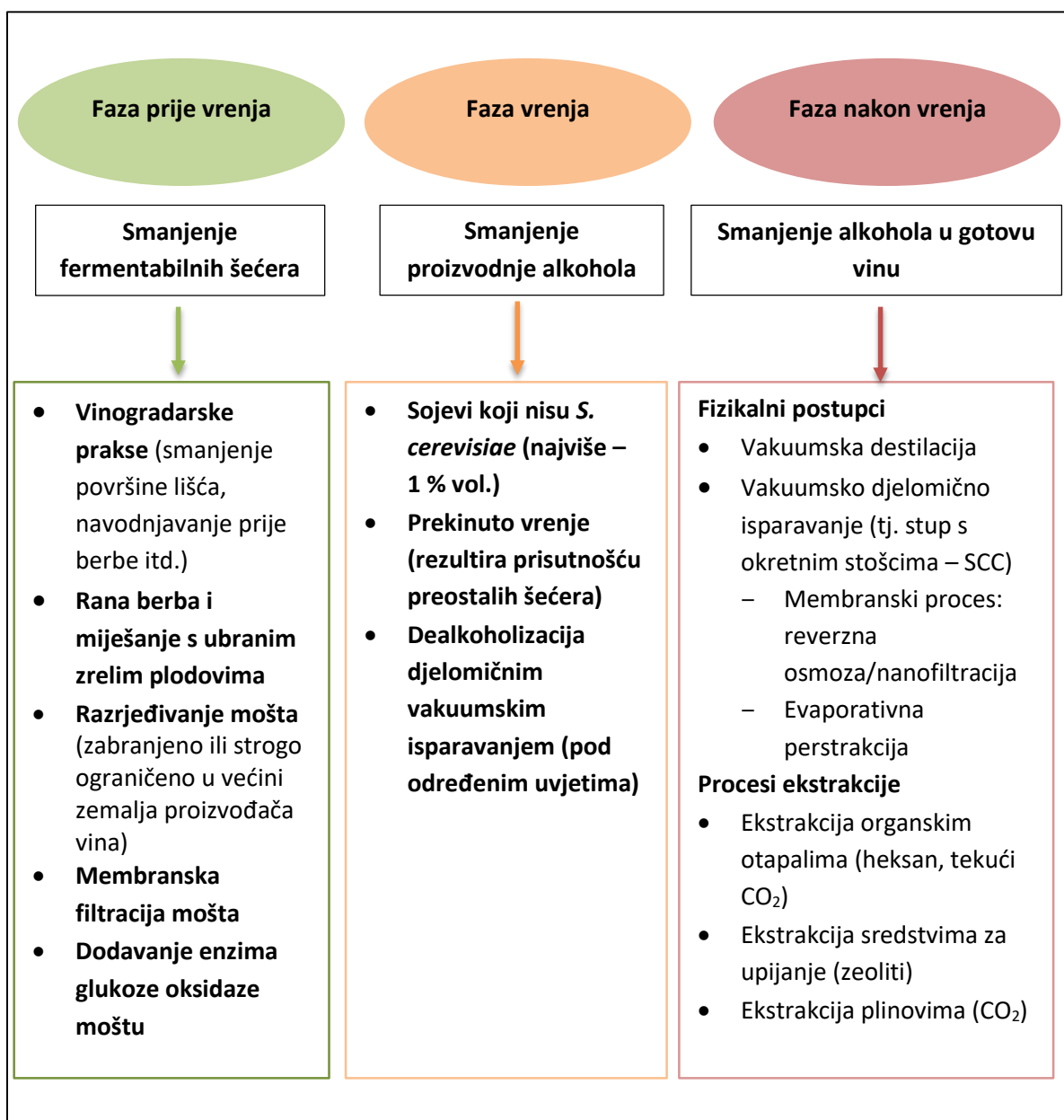
Načini proizvodnje vina s manjim udjelom alkohola

Postoje razne strategije za smanjenje rastućih razina etanola u vinu te za proizvodnju vina bez alkohola ili vina s niskim udjelom alkohola, uključujući tehnike koje se primjenjuju u proizvodnji vina u fazi prije vrenja, u fazi vrenja i u fazi poslije vrenja. Svaka se strategija razlikuje po učinkovitosti dealkoholizacije [9] [10] (slika 1). Primjeri takvih strategija uključuju prilagodbu vinogradarskih praksi uvođenjem novih sorti grožđa, izmjenom metoda uzgoja i premještanjem vinograda u hladnije regije kako bi se usporilo nakupljanje šećera u plodovima. Drugi pristupi uključuju uporabu nedozrelog grožđa od prorjeđivanja grozdova ili odabir sojeva kvasaca koji proizvode manje etanola [11].

Agronomske prakse kao što su zasjenjivanje i različite vrste rezidbe pokazale su se djelotvornim u smanjenju udjela šećera u grožđu [12]. Smanjenje površine lišća na masu plodova nakon zretanja plodova može dovesti do bolje sinkronizacije šećera i zrenja okusa/fenola [4]. Alternativne su tehnike smanjenje zelene mase vinove loze kako bi se smanjilo nakupljanje šećera u grožđu i folijarna primjena antitranspiranata kako bi se smanjio fotosintetski kapacitet [13].

Fizičke metode široko se primjenjuju i dopuštene su u svrhu smanjenja udjela alkohola u vinima. Te se metode primjenjuju tijekom vrenja ili u fazi nakon vrenja i uključuju procese na bazi membrana i destilaciju. Od metoda destilacije u širokoj je primjeni stup s okretnim stošcima (*spinning cone column*, SCC), osobito radi uklanjanja alkohola ili smanjenja njegova udjela. SCC je separator s padajućim tokom slojeva tekućine koji se sastoji od rotirajućeg vertikalnog okna i vertikalno naslaganih stožaca koji se naizmjenično rotiraju i zaustavljaju se. Ta tehnologija djeluje u vakuumskim uvjetima pri niskim temperaturama (oko 25 – 40 °C), čuvajući osjetljive arome i okuse vina. Proces ima dva koraka: najprije se aromatski spojevi razdvajaju pri ~ 28 – 30 °C i smanjenom vakuumskom tlaku (0,04 atm); zatim se etanol destilira i odvaja pri ~ 38 °C. Aroma se zatim ponovno miješa s dealkoholiziranim vinom. Zbog svoje složenosti i cijene SCC je najpogodniji za velike vinarije koje proizvode specijalna vina [14].

Tehnike na bazi membrana razvijene su u posljednjih 15 godina i unijele su revoluciju u selektivno uklanjanje etanola iz vina, uz očuvanje osjetilne kvalitete. Separacija se pokreće ili tlakom (kao kod reverzne osmoze i nanofiltracije) ili gradijentima koncentracije pomoću odvajanja toka (membranski sustavi za pretvaranje faza (*membrane contactors*)). Te metode nude prednosti kao što su energetska učinkovitost, kvaliteta proizvoda i jednostavnost korištenja, osobito za male vinarije. Međutim, upotreba u većim razmjerima može dovesti do problema poput začepljenja membrana, promjenjivih performansi i većih operativnih troškova, što industrijske primjene čini zahtjevnijima [15].

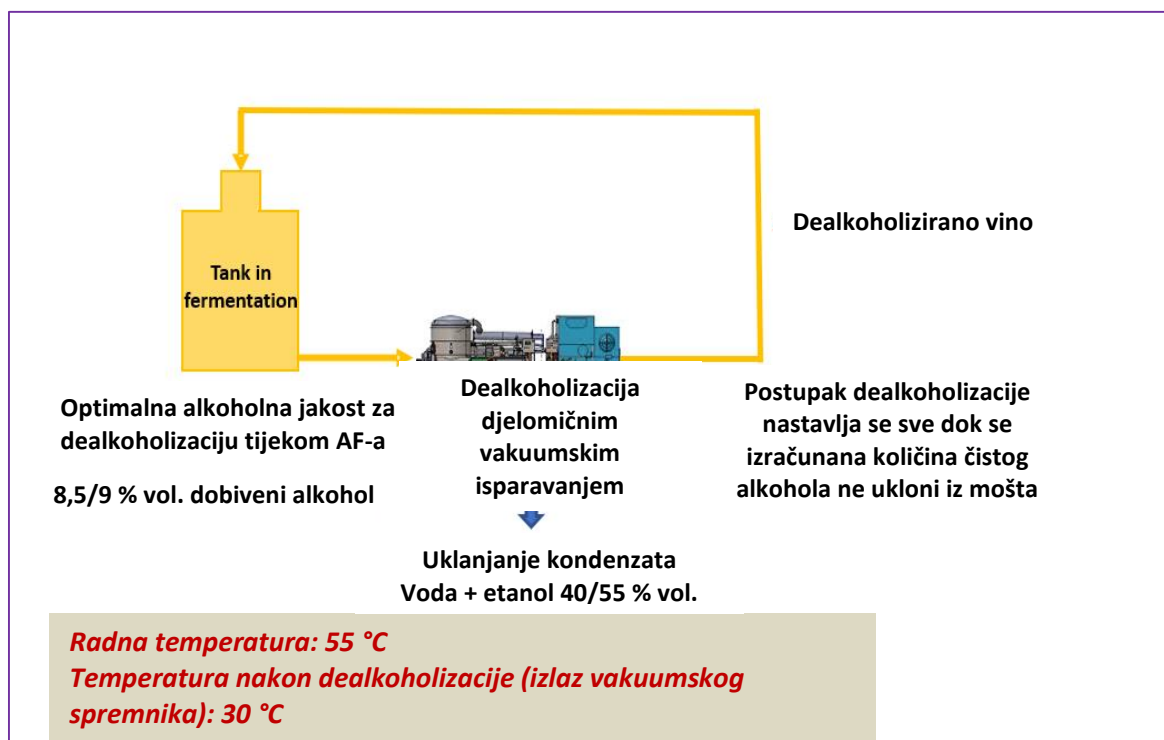


Slika 1: Odobrene metode za smanjenje alkohola u vinu [9, 10]

Smanjenje udjela alkohola u fazi vrenja: djelomično isparavanje u vakuumu tijekom alkoholnog vrenja (AF)

Djelomično vakuumsko isparavanje etanola – koje [OIV](#) (Međunarodna organizacija za vinogradarstvo i vinarstvo) trenutačno ispituje za uporabu tijekom vrenja (već odobreno za gotovo vino) – uključuje ekstrakciju alkohola djelomičnim vakuumskim isparavanjem tijekom alkoholnog vrenja. Taj pristup pomaže očuvanju, pa čak i poboljšanju aromatskih spojeva jer kvasci nakon isparavanja alkohola i dalje proizvode nove arome. [Francuski](#)

[institut za vinogradarstvo i vinarstvo \(IFV\)](#) [10] istražio je tu metodu na moštu sorti Sauvignon, Grenache Rosé i Syrah i dobio obećavajuće rezultate (slika 2).



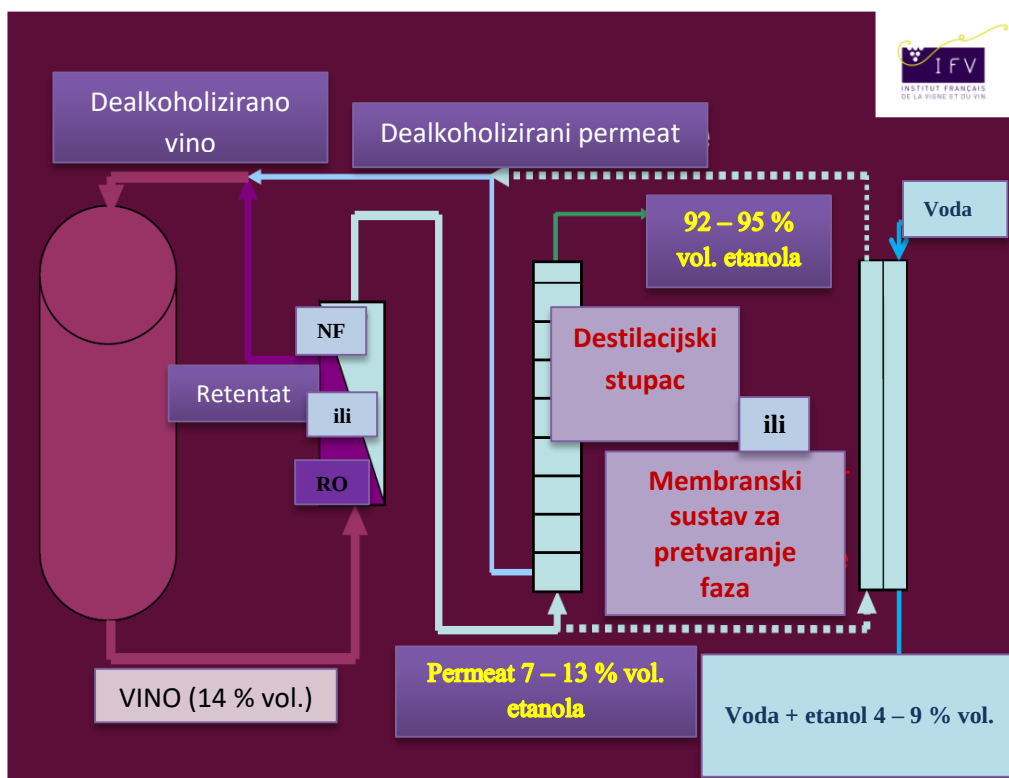
Slika 2: Djelomično vakuumsko isparavanje etanola iz mošta u vrenju [10]

Uklanjanje etanola iz mošta u vrenju tijekom jednog prolaska kroz opremu za dealkoholizaciju kretalo se u rasponu od 0,97 % do 2,2 % vol. Konačno smanjenje etanola u vinima iznosilo je: Sauvignon 1 (11,5 % do 9,2 % vol.), Sauvignon 2 (12,8 % do 8,7 % vol.), Grenache Rosé (16,0 % do 14,0 % i 12,1 % vol.) i Syrah (14,6 % do 13,5 % i 11,6 % vol.). U svim je slučajevima dealkoholizacija mošta vakuumskim isparavanjem dovela do blagog povećanja ukupne kiselosti i pada pH vrijednosti. Porasla je i koncentracija polifenola, što se pripisuje učinku koncentracije zbog uklanjanja vode i alkohola kao kondenzata. U Sauvignonu je smanjenje alkohola tijekom vrenja dovelo do smanjenja tiola, koji su ključni za karakterističnu aromu sorte. Međutim, taj je gubitak djelomično neutraliziran povećanjem drugih aromatskih spojeva, što upućuje na promjenu, a ne na potpuni gubitak aromatičnosti. Povećana koncentracija estera i acetata uočena je u vinima Grenache Rosé i Syrah. Osim toga, Grenache Rosé imao je nešto viši sadržaj norisoprenoida i terpenola u usporedbi s kontrolnim uzorkom.

Smanjenje razine alkohola u fazi nakon vrenja

Primjer povezivanja reverzne osmoze/nanofiltracije s destilacijom / membranskim sustavom za pretvaranje faza

Direktna destilacija nikada se ne primjenjuje za dealkoholizaciju vina pod atmosferskim tlakom zbog visokog rizika od gubitka arome; umjesto toga upotrebljava se dvofazni proces. Prvo se reverznom osmozom (RO) ili nanofiltracijom (NF) uklanja permeat koji sadrži alkohol, vodu i male molekule (npr. kiseline, kalij). Alkohol se zatim odvaja od permeata destilacijom ili membranskim sustavom za pretvaranje faza, a dobivena voda ponovno se unosi u vino (slika 3).

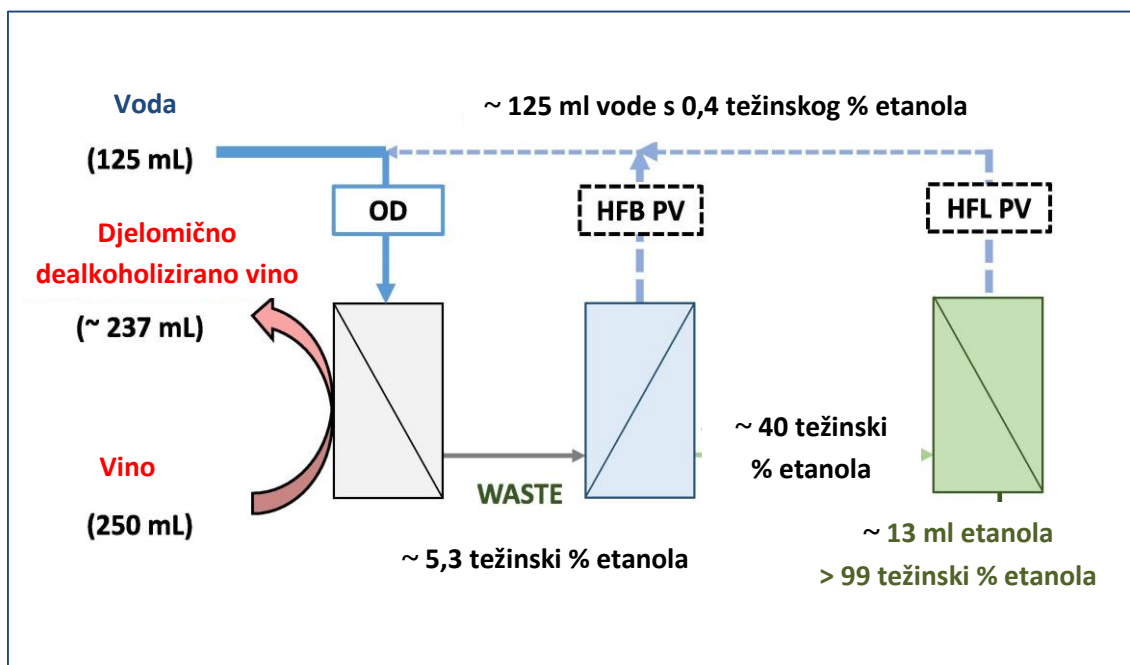


Slika 3: Nanofiltracija (NF) ili reverzna osmoza (RO) s destilacijom ili membranskim sustavom za pretvaranje faza [10]

Proces se može provoditi kontinuirano (ako su volumeni veliki) ili na zasebnim lokacijama, RO/NF u vinariji i destilacija u destileriji. Za dealkoholizaciju niske razine potrebno je prevesti samo oko 18 % volumena vina (za smanjenje od 2 %), što znači da su troškovi niski. Dobiveni alkohol ima visoku koncentraciju (85 – 95 % vol.) i može se upotrebljavati u destileriji. Gubitak volumena neznatno premašuje uklonjeni etanol (npr. 1,1 % gubitka za smanjenje od 1 % vol. etanola).

Povezivanje osmotske destilacije s pervaporacijom: mogućnost postizanja gotovo nulte razine otpadnih voda u dealkoholizaciji vina¹

U istraživanju koje su proveli Esteras-Saz i sur. (2023.) [16] osmotska destilacija (OD) povezana je s pervaporacijom (PV) kako bi se dodala vrijednost otpadnim vodama (ekstrakcija vode) dobivenim u OD-u. Crno vino Temranillo dealkoholizirano je s 14,0 % na 11,0 % vol. putem membranskog procesa OD-a, s komercijalnim modulom od polipropilenskih šupljih vlakana. Voda ekstrahirana OD-om, koja sadrži cca 5,3 težinskog % etanola, dalje je obrađena sekvencijskim PV-om, uz upotrebu hidrofnih (PDMS ili silikalit-1) i hidrofilnih (mordenit ili faujasit) membrana (slika 4). Tim su procesom dobivena dva proizvoda: bioetanol (oporaba 88 % etanola uklonjenog iz vina) i 99,4 težinski % voda, koja je ponovno upotrijebljena u OD-u. Gubici aromatskih spojeva u prosjeku su iznosili 30 % za alifatske alkohole i etilne estere te 17 % za kiseline, dok su aromatski alkoholi uglavnom zadržani. Integracija OD-PV pri niskim temperaturama nudi učinkovitu, održivu metodu dealkoholizacije vina, uz minimalan gubitak arome i djelotvornu uporabu resursa.



Slika 4: Opći nacrt povezivanja osmoze i destilacije – pervaporacije [16]

Zaključak

Budući da se mediteranske vinogradarske regije zbog klimatskih promjena suočavaju s problemom sve veće razine alkohola u vinu, dealkoholizacija je postala ključna strategija prilagodbe. Međutim, većina trenutačnih tehnika može promijeniti osjetilni profil vina, osobito kada se alkohol smanji za više od 1 – 2 % vol. Gotovo u svim slučajevima to dovodi i do većih troškova proizvodnje, zbog potrebnih ulaganja u nove sorte grožđa, dvostruke berbe, primjene naprednih tehnologija kao što su membrane i destilacija te gubitak

¹ Nema odobrenja OIV-a

volumena vina zbog dealkoholizacije. Pronalaženje ravnoteže između kvalitete, autentičnosti i ekonomske isplativosti sada je velik izazov za sektor proizvodnje vina, koji zahtijeva blisku suradnju između vinara i znanstvenika.

Bibliografija i izvori

- [1] Šajn N. (2023). The EU wine sector: Briefing. European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/751399/EPRS_BRI\(2023\)751399_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/751399/EPRS_BRI(2023)751399_EN.pdf) (accessed 10 May 2025).
- [2] CLIMED FRUIT project, <https://climed-fruit.eu/>
- [3] Gutiérrez A.R., Portu J., López R., Garijo P., González-Arenzana L., Santamaría P. (2023). Carbonic maceration vinification: A tool for wine alcohol reduction. Food Chemistry, 426. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136558>.
- [4] Varela C., Dry P.R., Kutyna D.R, Francis I.L., Henschke P.A., Curtin C.D., Chambers P.J. (2015). Strategies for reducing alcohol concentration in wine. Australian Journal of Wine and Grape Research, 21, 670–679. [doi: 10.1111/ajgw.12187](https://doi.org/10.1111/ajgw.12187)
- [5] Gehrsitz M., Saffer H., Grossman M. (2021). The effect of changes in alcohol tax differentials on alcohol consumption. Journal of Public Economics, 204. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2021.104520>
- [6] EU Regulation No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/1308/oj/eng> (accessed 27 May 2025).
- [7] COMMISSION NOTICE C/2024/694 Questions and answers on the implementation of EU rules on the de-alcoholisation of wines, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202400694 (accessed 28 May 2025).
- [8] EU Regulation No 2019/934 of the European Parliament and of the Council https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/934/oj/eng (accessed 28 May 2025).
- [9] Kumar Y., Ricci A., Parpinello G.P., Versari A. (2024). Dealcoholized Wine: A Scoping Review of volatile and non-volatile profiles, consumer perception, and health benefits. Food Bioprocess Technology, 17, 3525–3545. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03336-w>
- [10] IFV, <https://www.vignevin.com/en/>
- [11] Gil M., Estévez S., Kontoudakis N. Fort F., Canals J.M., Zamora F. (2013). Influence of partial dealcoholization by reverse osmosis on red wine composition and sensory characteristics. European Food Research and Technology 237, 481–488. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2018-6>
- [12] Intrigliolo D.S., Sanz F., Yeves A., Guerra D., Pérez-Pérez J.G., Ferrer-Gallego R. (2023). Vineyard management practices to reduce sugar content on ‘Monastrell’ grapes. *IVES Conference Series, ICGWS 2023*. <https://ives-openscience.eu/39627/> (accessed May 25, 2025)
- [13] Prezman F., Raymond N., Feilhes C., Pasquier G., Saccharin P., Mille B., Bulon E., Dufourcq T. (2021). Reducing alcohol content in wines by combining canopy management practices and biological techniques, IFV, <https://www.vignevin.com/en/article/reducing-alcohol-content-in-wines-by-combining-canopy-management-practices-and-biological-techniques/> (accessed 27 May 2025)
- [14] Lisanti T., webinar ‘Dealcoholization: State of the Art and Effects on Wine Quality’ Wine dealcoholization: most used techniques, Infowine, https://www.youtube.com/watch?v=v27gDqrK-K8&t=48s&ab_channel=Infowine

- [15] Oro C. E. D., Puton B. M. S., Venquiaruto L. D., Dallago R. M., Arend G. D., & Tres, M. V. (2025). The role of membranes in modern winemaking: from clarification to dealcoholization. *Membranes*, 15(1), 14. <https://doi.org/10.3390/membranes15010014>
- [16] Esteras-Saz, J.; de la Iglesia, Ó.; Kumakiri, I.; Peña, C.; Escudero, A.; Téllez, C.; Coronas, J. pervaporation of the low ethanol content extracting stream generated from the dealcoholization of red wine by membrane osmotic distillation. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 122, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2023.02.024>

