

ŁUKASZ KOGUT

Kolegium Nauk Przyrodniczych UR, Instytut Technologii Żywności i Żywnienia Człowieka, Studenckie Koło Naukowe Technologów Żywności „FERMENT”, e-mail: lk119081@stud.ur.edu.pl

DRUGIE ŻYCIE ODPADÓW WINIARSKICH. PRAKTYKI ZRÓWNOWAŻONEGO PRZETWARZANIA

Praca prezentuje zrównoważone podejście do przetwarzania odpadów (wytłoków, pestek, łodyg, osadów drożdżowych) powstających podczas produkcji wina. Zawiera przegląd różnych metod ich wykorzystania w różnych branżach przemysłu, w tym spożywczym, paszowym, biogazowym, nawozowym, kosmetycznym, budowlanym oraz w medycynie. Podkreślono potencjał tych odpadów w produkcji funkcjonalnych produktów, zwracając uwagę na ich rolę w gospodarce o obiegu zamkniętym oraz w ograniczaniu negatywnego wpływu winiarstwa na środowisko. Dzięki innowacyjnym metodom przetwarzania, odpady winiarskie mogą być wykorzystywane do tworzenia produktów o szerokim zakresie zastosowań, przyczyniając się do zrównoważonego rozwoju oraz poprawy efektywności wykorzystania zasobów. Celem pracy jest przedstawienie sposobów na zmniejszenie negatywnego wpływu produkcji wina na środowisko oraz wskazanie korzyści ekonomicznych płynących z przetwarzania tych odpadów.

Słowa kluczowe: odpady winiarskie, przetwórstwo, zrównoważony rozwój, ekstrakty roślinne

THE SECOND LIFE OF WINERY WASTE. SUSTAINABLE PROCESSING PRACTICES

Abstract: *The paper presents a sustainable approach to the treatment of wastes (such as pomace, seeds, stalks, and lees) generated during the winemaking process. It includes an analysis of various methods of their use in the food, feed, biogas, fertilizer, cosmetic, construction, and medical industries. The potential of these wastes in the production of functional products is highlighted, emphasizing their role in a closed-loop economy and their contribution to reducing the negative impact of winemaking on the environment. Thanks to modern processing methods, winery waste can be used to produce a variety of products, which promotes sustainable development and improves resource efficiency. The purpose of this paper is to present solutions to reduce the negative impact of winemaking on the environment and show the economic benefits of recycling this waste.*

Keyword: wine waste, processing, sustainability, plant extracts

I. WSTĘP

Całkowita ilość odpadów generowanych przez przemysł winiarski jest trudna do oszacowania z powodu braku wystarczających informacji. Posługując się tylko przykładem Bułgarii produkcja odpadów w latach 2016-2020 wyniosła tam 410 973 458 kg [Georgiev i Yankova 2021]. Odpady takie jak wytloki, pestki, łodygi, osady drożdżowe były przez lata uważane za problem, wymagając kosztownej i trudnej utylizacji [Borta i Sturza 2023].

Jeśli chodzi o koszty, które ponosi środowisko przez generowanie odpadów na drodze produkcji wina, możemy powiedzieć o zanieczyszczeniu gleby, wód gruntowych i powierzchniowych, emisji gazów cieplarnianych oraz lokalnych problemach z jakością powietrza. Niewłaściwe składowanie odpadów organicznych przyczynia się bezpośrednio do zwiększenia zasolenia i degradacji terenów uprawnych, wpływa na zmiany bioróżnorodności ekosystemów oraz w niesprzyjających warunkach także jest przyczyną ryzyka występowania pożarów [Wang i in. 2023, Taifouris i in. 2023, Zhang i Rosentrater 2019].

Nieodłącznie związana z winiarstwem intensywna uprawa winorośli powoduje zanik różnorodności krajobrazowej i marginalizację tradycyjnych form rolnictwa. Dodatkowo, rywalizacja o zasoby takie jak woda i ziemia w regionach winiarskich prowadzi do konfliktów z innymi sektorami gospodarki, co negatywnie wpływa na lokalne stosunki społeczne i rozwój gospodarczy [Wang i in. 2023, Taifouris i in. 2023, Zhang i Rosentrater 2019].

Gospodarka o obiegu zamkniętym to model, który zakłada eliminację odpadów i zanieczyszczeń. Obejmuje zamykanie cyklu życia materiałów poprzez recykling, przetwarzanie i ponowne wprowadzanie ich do obiegu, co pozwala na maksymalne wykorzystanie wartości surowców przy minimalnym wpływie na środowisko [Ncube i in. 2021].

Gospodarka o obiegu zamkniętym w procesach związanych z winiarstwem jest przyszłością, ponieważ łączy ekonomiczne, środowiskowe i społeczne korzyści, tworząc bardziej zrównoważony i efektywny system produkcji. Przykłady recyklingu pokazują, że możliwe jest zmniejszenie masy odpadów, obniżenie kosztów i jednocześnie tworzenie innowacyjnych produktów [Sehnm i in. 2019, Borta i Sturza 2023].

W niniejszej pracy zaprezentowano możliwości wykorzystania odpadów generowanych przez proces winifikacji w różnych gałęziach przemysłu.

II. MATERIAŁ I METODY

Opracowując artykuł dokonano przeglądu literatury. Korzystano z takich źródeł jak szeroko rozumiane źródła naukowe zamieszczone w dostępnych bazach danych; w tym m.in. Google Scholar, Elsevier, Web of Science, Scopus i dokumentacja elektroniczna obejmująca materiały informacyjne. Dokonano analizy zebranych danych i przedstawiono interpretację opisową badanego problemu. Rozważano możliwości stosowania odpadów winiarskich w przemyśle spożywczym, paszowym, biogazowym, nawozowym, kosmetycznym, budowlanym oraz w medycynie.

III. WYNIKI

Przemysł spożywczy

Naturalne związki oraz barwniki uzyskiwane z odpadów takich jak łodygi, wytloki czy pestki znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym między innymi przy produkcji herbat funkcjonalnych lub wód smakowych. Ekstrakty uzyskiwane z odpadów pozwalają na przedłużenie stabilności i właściwości sensorycznych np. w jogurtach, napojach fermentowanych czy serach. Błonnik pozyskiwany z wytloków pozwala na przedłużenie trwałości produktów mięsnych i ryb. Możliwe jest także jego zastosowanie w zapobieganiu nadmiernej oksydacji tłuszczów w produktach zwierzęcych [Ferrer-Gallego i Silva 2022].

Ciekawym zastosowaniem może być także wykorzystanie polifenoli wyekstrahowanych z biomasy winiarskiej i zastąpienie nimi syntetycznych przeciwutleniaczy w olejach spożywczych aby zapobiegać procesom jęczenia. Mogą także być dodawane do wyrobów piekarniczych czy słodczy pozwalając na przedłużenie ich trwałości i wzbogacenie o wartości funkcjonalne [Lafka i in. 2007]. Innym sposobem na wykorzystanie związków pozyskanych z wyłoków gronowych jest produkcja bioabsorbentów do oczyszczania wody i eliminacji metali ciężkich [Arvanitoyannis i in. 2006].

Przemysł paszowy

Dodatek wyłoków winogronowych do pasz dla brojlerów zmniejszył toksyczne skutki wywołane przez stres oksydacyjny, a dodatkowo prowadził do poprawy statusu oksydoredukcyjnego krwi i tkanek jelitowych ptaków. Nie wykryto negatywnego wpływu na zdrowie i dobrostan drobiu. Odnotowano możliwość częstszego stosowania odpadów winifikacyjnych jako pasze bez utraty jakości mięsa brojlerów [Bonos i in. 2022, Truong i in. 2019]. Odpady winifikacyjne, bogate w naturalną celulozę, składniki mineralne, wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) oraz fitozwiązki pozytywnie oddziałują na układ pokarmowy przeżuwaczy, ich zdrowie i dobrostan. Badania sugerują poprawę jakości mięsa w kontekście lepszego profilu kwasów tłuszczowych i dłuższego okresu przydatności do spożycia [Tayengwa i Mapiye 2018]. Zastosowanie wyłoków gronowych w paszach dla prosiąt nie wykazało negatywnego wpływu na ich zdrowie. Uzyskano znaczną poprawę jakości mięsa: wzrost stabilności oksydacyjnej i poprawę profilu kwasów tłuszczowych. Zastosowanie takiej diety pozwoliło także na poprawę funkcji jelitowych świń (wzrost populacji bakterii z rodziny *Lactobacillaceae*, spadek ilości bakterii z rodziny *Clostridium spp*) [Magkharas i in. 2023].

Ekstrakty z pestek i wyłoków winogronowych poprawiły jakość mięsa, a także wpłynęły znacząco na przyrosty masy ryb (amur biały) i mięczaków (abalon zielonowargowy) [Câmara i in. 2020].

Kolejnym możliwym do wykorzystania odpadem są drożdże pozostałe po procesie fermentacji. W badaniu udowodniono, że możliwy jest odzysk 15-30% suchej masy białka (zależne od szczepu drożdży) o wysokiej przyswajalności. Dodatkowo wysoka zawartość β -glukanu i mannano-oligosacharydów (15-30%) wspomaga funkcjonowanie mikrobiomu jelitowego i minimalizuje ryzyko powstawania infekcji końcowego odcinka przewodu pokarmowego [Dumitrache i in. 2019].

Produkcja biogazu

Wykorzystanie alternatywnych źródeł biogazu jest bardzo ważne we względu na coraz to większe potrzeby energetyczne i przemysłowe obecnych społeczeństw. Analiza wyników badań prowadzonych w Brazylii wskazuje, że najwyższe ilości gazu biologicznego (1151 m³/tonę VS) i metanu (838 m³/tonę VS) pozyskano z wyłoków winogron, a w przypadku badań prowadzonych w Chile, z osadów pofermentacyjnych ilość uzyskanego metanu wyniosła 876 ± 45 L CH₄/kg V. Ciekawe efekty osiąga też tworzenie mieszanek odpadów, z których uzyskano kolejno 289 m³/tonę VS ekologicznego gazu i 600-700 L CH₄/kg VS węgłowodoru nasyconego [Guerini Filho i in. 2018, Montalvo i in. 2020].

Odpady procesu winifikacji mogą być także łączone z innymi produktami w celu uzyskania biogazu. Przykładem są badania skupiające się na jednoczesnym wykorzystaniu odpadów winiarstwa, jak i alg morskiej (czerwonej) (*Furcellaria lumbricalis*). Algi pozyskiwano z wybrzeży Łotwy, a inne odpady od krajowych producentów. Proces produkcji biogazu prowadzony był w różnych warunkach beztlenowych. Badania dowodzą, iż dodatek

odpadów poprodukcyjnych wina poprawił znacząco jakość i ilość wyprodukowanego biogazu [Zaimis i in. 2018].

Inne badanie z kolei skupiło się na ocenie wykorzystania cząstek grafitu oraz magnetytu do zwiększenia wydajności produkcji biogazu z osadów fermentacyjnych w warunkach laboratoryjnych. Zanotowano poprawę potencjału produkcji o 35% w obecności grafitu po 4 dniach oraz wzrost o 42% w obecności magnetytu po 5 dniach. W porównaniu do próby kontrolnej (33,46 ml CH₄/gVS·d⁻¹) dodatek grafitu zwiększył szybkość produkcji metanu o 36% (45,38 ml CH₄/gVS·d⁻¹), a magnetytu o 39% (46,54 ml CH₄/gVS·d⁻¹) [García Álvaro i in. 2024].

Przemysł nawozowy

Badania przeprowadzone w mołdawskiej gminie Kiszyniów skupiały się na wykorzystaniu osadów i wywarów winiarskich jako nawozu. Eksperyment przeprowadzono na pobliskich plantacjach winogron. Wyniki badań wskazały zwiększenie rocznej produkcji winogron o 1,5t/ha, wzrosła także zawartość próchnicy w glebie o około 0,18-0,38% oraz odnotowano w niej wyższe stężenie potasu (12-15mg/100g gleby) i fosforu (0,37-0,72mg/100g gleby) [Siuris i in. 2016].

Kolejne badanie przeprowadzone w Rumuni skupiało się na porównaniu różnych wariantów nawozów wyprodukowanych z wytloczyn (fermentowane i niefermentowane) i łodyg winogron, zielonej i brązowej algi morskiej oraz mielonych morskich muszli. Istotne efekty zaobserwowano przy wariantach nawozu V2 (wariant nawozu z dominacją zielonych alg - 28,57%) i V5 (wariant nawozu z dominacją fermentowanych wytloków - 28,57%). Długość pędów w wariantach V2 (43,3cm) i V5 (39,7cm) wzrosła w porównaniu do próby kontrolnej (36,5cm), w przypadku obu mieszanek wzrosła masa owoców w porównaniu do kontroli (V2-190g, V5-200g, kontrola-175g), zawartość cukru w przypadku V5 wzrosła z 19 do 22°Brix'a oraz zaobserwowano wzrost ilości fosforu (około 20-30%) i potasu (około 15-25%) w glebie [Artem i in. 2021].

Badanie przeprowadzone na Cyprze skoncentrowane było na wykorzystaniu bio-nawozu (80% - obornik zwierzęcy, 20% - odpady winiarskie) w celu zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i poprawy bilansu węglowego w winnicach. W porównaniu do nawozów syntetycznych wykazano redukcję emisji GHG o około 25–30%, zwiększono magazynowanie węgla w glebie do poziomu 837 kg CO₂-eq/ha/rok oraz osiągnięto porównywalne plony [Litskas i in. 2022].

Przemysł kosmetyczny

Kosmetologia to kolejna branża, która czerpie korzyści z wielu substancji pochodzących z odpadów pofermentacyjnych. Polifenole pozyskane z wytloków wykorzystano do opracowania nowej formuły kremów z filtrami UV. Uzyskany produkt odznaczał się SPF na poziomie 14,07 ± 1,50, co pozwoliło na skuteczną ochronę skóry przed promieniowaniem ultrafioletowym oraz stresem oksydacyjnym [Draghici-Popa i in. 2024].

Kolejne badanie skupiło się na zastosowaniu ekstraktów z wytloków w kosmetykach o działaniu anti-aging (kremy i serum). W badaniach *in vivo* zaobserwowano poprawę jędrności i elastyczności skóry poprzez stymulację produkcji kolagenu i elastyny, redukcję zmarszczek dzięki właściwościom regeneracyjnym oraz działanie chroniące przed promieniowaniem słonecznym i fotostarzeniem za pośrednictwem przeciwutleniaczy [Hoss i in. 2021].

Zastąpienie nienaturalnych składowych kosmetyków roślinnymi przeciwutleniaczami poprawia znacząco ich właściwości nawilżające. Dodatkowo polifenole zawarte w produktach ubocznych procesu fermentacji wina posiadają silniejsze działanie

stabilizujące oksydację niż tradycyjnie używane oleje, co pozwala na skuteczniejszą ochronę skóry [Krzyżostan i in. 2024, Ferreira i Santos 2022].

Przemysł budowlany

Niecodzienne i niekonwencjonalne wykorzystanie tego typu odpadów zaobserwowano w relacjach z kilku prac naukowych skupiających się wokół przemysłu budowlanego. Implementacja odpadów winiarskich do produkcji lekkich cegieł glinianych pozwoliła na osiągnięcie zaskakujących rezultatów. Dodatek 10% łądyg winorośli spowodował powstanie dużej porowatości cegieł (wzrost o 26,2% porównaniu do zwykłych cegieł), co przekłada się na poprawę izolacyjności termicznej. Wykazano także ich dobrą odporność na cykle zamrażania, rozmrażania i krystalizację soli [Coletti i in. 2023]. Wykorzystanie 5% dodatku odpadów (łądygi, pestki, osady) pozwoliło na obniżenie gęstości produktu końcowego o 13% oraz poprawiło znacząco wytrzymałość i właściwości termoizolacyjne cegieł, co umożliwia użycie tego produktu do budowy ścian działowych mieszkań [Taurino i in. 2019]. Zaobserwowano zmniejszenie wagi cegieł o 24% przy dodatku 10% wycieków gronowych. Takie zastosowanie odpadów znacząco wpłynęło na obniżenie kosztów produkcji i niosło ze sobą zmniejszenie nakładów energetycznych procesu wytwarzania [Crespo-López i in. 2023].

Ciekawe efekty możemy zaobserwować w kolejnych badaniach skupiających się na analizie poprawy izolacyjności i zmniejszeniu kosztów materiałów budowlanych. Dodatek 10% surowców bogatych w lignocelulozę wpłynął na zmniejszenie gęstości materiałów i poprawę ich właściwości izolacyjnych. Pozwoliło to także na zmniejszenie kosztów produkcji z 75 € za tonę na 57,96 € za tonę [Nanni i in. 2021].

Wytłoki (5-10% całości masy glinianej) wykorzystano także w badaniu laboratoryjnym, w którym zaobserwowano poprawę stabilności strukturalnej i izolacji cieplnej materiału przeznaczonego do produkcji dachówek. Dodatkowo materiał spełniał odpowiednio normy jakościowe dla absorpcji wody i wytrzymałości na ściskanie [Ferreira i in. 2023].

Zastosowanie medyczne

Jak wiele substancji, także te pozyskiwane z odpadów moszczowych mogą wykazywać szereg potencjalnych korzyści zdrowotnych dla organizmu człowieka. Randomizowane badanie w grupie osób otyłych, trwające 28 dni ujawniło, że stosowanie ekstraktu z pestek winogron pozwoliło na lepszą ochronę komórek beta trzustki przed stresem oksydacyjnym. Ponadto dochodziło do stymulacji wydzielania insuliny oraz obniżenia poziomu glukozy poposiłkowej we krwi [De Groote i in. 2021, Doshi i in. 2015, Nabavi i in. 2015, Sapwarabol i in. 2012].

Ekstrakty z pestek gronowych wykazują wielowymiarowe działanie przeciwnowotworowe, potwierdzone w modelach *in vitro* oraz *in vivo*. Ograniczają one rozrost komórek nowotworowych wpierając proces apoptozy. Biorą też udział w regulacji kluczowych szlaków molekularnych (MAPK, PI3K/Akt oraz NF- κ B). Z kolei ekstrakty pozyskane z łądyg powodowały zahamowanie wzrostu komórek raka wątroby, szyjki macicy, a wytłoki z czerwonych winogron zmniejszały wywołane stresem oksydacyjnym uszkodzenia DNA w raku jelita grubego [Hamza i in. 2018, Apostolou i in. 2013, Del Pino-García i in. 2016].

Udowodniono też, że polifenole zawarte w pestkach winogron wykazują działanie neuroprotektyjne. Szczególną rolę odgrywają w leczeniu choroby Alzheimera, a dokładnie zmniejszają nagromadzenie amyloidu beta ($A\beta$) i pomagają w usuwaniu jego agregatów [Wang i in. 2008].

IV. PODSUMOWANIE

Recykling odpadów winiarskich nie tylko stanowi realną alternatywę, ale także przynosi korzyści środowiskowe, społeczne i ekonomiczne. Zrównoważone podejście do ich

przetwarzania pozwala na znaczne obniżenie negatywnego wpływu produkcji wina na środowisko, w tym ograniczenie antropopresji, zanieczyszczenia gleby i wód, oraz poprawę jakości powietrza; ponadto możliwe jest wykorzystanie odpadów winiarskich w różnych branżach, takich jak przemysł spożywczy, paszowy, biogazowy, kosmetyczny, nawozowy, budowlany i medyczny. Przyczynia się to do tworzenia innowacyjnych produktów, które wspierają gospodarkę o obiegu zamkniętym. Takie podejście pozwala na maksymalne wykorzystanie zasobów, minimalizując odpady i zanieczyszczenia, a jednocześnie tworzy wartość dodaną w różnych sektorach. Implementacja zrównoważonego przetwarzania odpadów winiarskich jest zgodna z celami zrównoważonego rozwoju, umożliwiając bardziej efektywne i ekologiczne wykorzystanie zasobów oraz sprzyjając tworzeniu bardziej odpornych i zrównoważonych systemów produkcji winiarskiej.

BIBLIOGRAFIA

1. Apostolou A., Stagos D., Galitsiou E., Spyrou A., Haroutounian S., Portesis N., Trizoglou I., Hayes A.W., Tsatsakis A.M., Kouretas D. 2013. Assessment of polyphenolic content, antioxidant activity, protection against ROS-induced DNA damage and anticancer activity of *Vitis vinifera* stem extracts. *Food Chemistry and Toxicology*. 61. 60-68.
2. Artem V., Ranca A., Ciocan M. A., Negreanu-Pirjol T. 2021. Research regarding the valorization of marine and wine by-products for obtaining organic fertilizers. *Romanian Journal Horticulture*. 2. 117-124.
3. Arvanitoyannis I. S., Ladas D., Mavromatis A. 2006. Potential uses and applications of treated wine waste: A review. *International Journal of Food Science and Technology*. 41(5). 475-487.
4. Bonos E., Skoufos I., Petrotos K., Giavasis I., Mitsagga C., Fotou K., Vasilopoulou K., Giannenas I., Gouva E., Tsinas A., D'Alessandro A. G., Cardinali A., Tzora A. 2022. Innovative use of olive, winery and cheese waste by-products as functional ingredients in broiler nutrition. *Veterinary Sciences*. 9(6). 290.
5. Borta A. M., Sturza R. 2023. Ways of application of the circular bioeconomy in the wine industry. *Journal of Engineering Science*. 30(4). 124-146.
6. Câmara J. S., Lourenço S., Silva C., Lopes A., Andrade C., Perestrelo R. 2020. Exploring the potential of wine industry by-products as source of additives to improve the quality of aquafeed. *Microchemical Journal*. 155. 104758.
7. Coletti C., Bragié E., Dalconi M. C., Mazzoli C., Hein A., Maritan L. 2023. A new brick-type using grape stalks waste from wine production as pore-agent. *Open Ceramics*. 14. 100365.
8. Crespo-López L., Martínez-Ramírez A., Sebastián E., Cultrone G. 2023. Pomace from the wine industry as an additive in the production of traditional sustainable lightweight eco-bricks. *Applied Clay Science*. 243. 107084.
9. De Groote D., Van Belleghem K., Devière J., Van Brussel W., Mukaneza A., Amininejad L. 2012. Effect of the intake of resveratrol, resveratrol phosphate, and catechin-rich grape seed extract on markers of oxidative stress and gene expression in adult obese subjects. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 61(1). 15-24.
10. Del Pino-García R., Rivero-Pérez M.D., González-SanJosé M.L., Ortega-Heras M., García Lomillo J., Muñoz P. 2016. Chemopreventive potential of powdered red wine pomace seasonings against colorectal cancer in HT-29 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 65(1). 66-73.

11. Doshi P., Adsule P., Banerjee K., Oulkar D. 2015. Phenolic compounds, antioxidant activity and insulinotropic effect of extracts prepared from grape (*Vitis vinifera* L) byproducts. *Journal of Food Science and Technology*. 52(1). 181-190.
12. Draghici-Popa A.M., Buliga D.I., Popa I., Tomas S.T., Stan R., Boscornea A.C. 2024. Cosmetic products with potential photoprotective effects based on natural compounds extracted from waste of the winemaking industry. *Molecules*. 29(2775). 1-18.
13. Dumitrache C., Matei F., Barbulescu D.I., Frincu M., Tudor V., Hirjoaba L.N., Teodorescu R.I. 2019. Protein sources for animal feed: Yeast biomass of beer and/or wine. *Scientific Papers Series E. Land Reclamation, Environmental Engineering*. 8. 175-178.
14. Ferreira E.P., Gironi Delaqua G.C., Sales Barreto G.N., Monteiro S.N., de Oliveira E.M., Fontes Vieira C.M. 2023. Incorporation of wine industry waste into red ceramic: Study of physical and mechanical properties. *Journal of Materials Research and Technology*. 26. 5748-5761.
15. Ferreira S.M., Santos L. 2022. A potential valorization strategy of wine industry by-products and their application in cosmetics. Case study: Grape pomace and grapeseed. *Molecules*. 27(3). 969.
16. Ferrer-Gallego R., Silva P. 2022. The wine industry by-products: Applications for food industry and health benefits. *Antioxidants*. 11(10). 20-25.
17. García Álvaro A., Ruiz Palomar C., Hermosilla D., Gascó A., Muñoz R., de Godos I. 2024. Improving the anaerobic digestion process of wine lees by the addition of microparticles. *Water*. 16(1). 101.
18. Gorgiev S., Yankova T. 2021. Waste products from wine production and possible paths to a green economy. Bobeva W. D., Raychev S. (Red.). *Economic, regional and social challenges in the transition towards a green economy: Conference proceedings*. 30 Sept. 2021, Plovdiv, Bulgaria, Plovdiv University Press. 233-248.
19. Guerini Filho M., Lumi M., Hasan C., Marder M., Leite L.C.S., Konrad O. 2018. Energy recovery from wine sector wastes: A study about the biogas generation potential in a vineyard from Rio Grande do Sul, Brazil. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 29. 44-49.
20. Hamza A.A., Heeba G.H., Elwy H.M., Murali C., El-Awady R., Amin A. 2018. Molecular characterization of the grape seeds extract's effect against chemically induced liver cancer: in vivo and in vitro analyses. *Scientific Reports*. 8(1). 1270.
21. Hoss I., Rajha H.N., El Khoury R., Youssef S., Manca M.L., Manconi M., Louka N., Maroun R.G. 2021. Valorization of wine-making by-products' extracts in cosmetics. *Cosmetics*. 8(4). 109.
22. Krzyżostan M., Wawrzyńczak A., Nowak I. 2024. Use of waste from the food industry and applications of the fermentation process to create sustainable cosmetic products: A review. *Sustainability*. 16(7). 2757.
23. Lafka T.I., Sinanoglou V., Lazos E.S. 2007. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. *Food Chemistry*. 104(3). 1206-1214.
24. Litskas V., Ledo A., Lawrence P., Chrysargyris A., Giannopoulos G., Heathcote R., Hastings A., Tzortzakis N., Stavrinides M. 2022. Use of winery and animal waste as fertilizers to achieve climate neutrality in non-irrigated viticulture. *Agronomy*. 12(10). 2375.
25. Magklaras G., Skoufos I., Bonos E., Tsinas A., Zacharis C., Giavasis I., Petrotos K., Fotou K., Nikolaou K., Vasilopoulou K., Giannenas I., Tzora A. (2023). Innovative use of olive, winery and cheese waste by-products as novel ingredients in weaned pigs nutrition. *Veterinary Sciences*. 10(6). 397.

26. Montalvo S., Martinez J., Castillo A., Huiliñir C., Borja R., García V., Salazar R. 2020. Sustainable energy for a winery through biogas production and its utilization: A Chilean case study. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 37. 100640.
27. Nabavi S.F., Habtemariam S., Daglia M., Shafghi N., Barber A.J., Nabavi S. M. 2015. Anthocyanins as a potential therapy for diabetic retinopathy. *Current Medicinal Chemistry*. 22(1). 51-58.
28. Nanni A., Parisi M., Colonna M. 2021. Wine By-Products as Raw Materials for the Production of Biopolymers and of Natural Reinforcing Fillers: A Critical Review. *Polymers*. 13(381). 1-29.
29. Ncube A., Fiorentino G., Colella M., Ulgiati S. 2021. Upgrading wineries to biorefineries within a Circular Economy perspective: An Italian case study. *Science of the Total Environment*. 775. 145809.
30. Sapwarobol S., Adisakwattana S., Changpeng S., Ratanawachirin W., Tanruttanawong K., Boonyarit W. 2012. Postprandial blood glucose response to grape seed extract in healthy participants: a pilot study. *Pharmacognosy Magazine*. 8(31). 192.
31. Sehnem S., Preschlack D., Ndubisi N. O., Bernardy R.J., Santos Junior S. 2019. Circular economy in the wine chain production: Maturity, challenges, and lessons from an emerging economy perspective. *Production Planning & Control*. 31(3). 1-21.
32. Siuris A., Plămădeală V., Ciolacu T. 2016. Research on agronomic and economic effectiveness of wastes from the wine industry used as fertilizer in the Republic of Moldova. *Lucrări Științifice, Seria Agronomie*. 59(1). 161-165.
33. Taifouris M., El-Halwagi M., Martin M. 2023. Evaluation of the economic, environmental, and social impact of the valorization of grape pomace from the wine industry. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 11(37). 13718-13728.
34. Taurino R., Ferretti D., Cattani L., Bozzoli F., Bondioli F. 2019. Lightweight clay bricks manufactured by using locally available wine industry waste. *Journal of Building Engineering*. 26. 100892.
35. Tayengwa T., Mapiye C. 2018. Citrus and winery wastes: Promising dietary supplements for sustainable ruminant animal nutrition, health, production, and meat quality. *Sustainability*. 10(10). 3718.
36. Truong L., Morash D., Liu Y., King A. 2019. Food waste in animal feed with a focus on use for broilers. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 8(4). 417-429.
37. Wang J., Ho L., Zhao W., Ono K., Rosensweig C., Chen L., Pasinetti G.M. 2008. Grape-derived polyphenolics prevent A β oligomerization and attenuate cognitive deterioration in a mouse model of Alzheimer's disease. *Journal of Neuroscience*. 28(25). 6388-6392.
38. Wang Y., Li Y., Sun T., Milne E., Yang Y., Liu K., Li J., Yan P., Zhao C., Li S., Duan B., Li J., Wan X. 2023. Environmental impact of organic and conventional wine grape production, a case study from Wuwei wine region, Gansu Province, China. *Ecological Indicators*. 154. 110730.
39. Zaimis U., Jurmalietis R., Jansone A. 2018. Processed seaweed and winemaking waste co-fermentation for biogas extraction: Pilot study. *Engineering for Rural Development*. 1916-1919.
40. Zhang C., Rosentrater K.A. 2019. Estimating economic and environmental impacts of red-wine-making processes in the USA. *Fermentation*. 5(3). 77.