

УДК 634.8.36.1:581.192.5
DOI 10.47279/PLANTSCIENCE_2025-05-60

ПОЛІФЕНОЛЬНИЙ КОМПЛЕКС СОРТІВ ВИНОГРАДУ: БІОЛОГІЧНИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

В.В. ВЛАСОВ¹

доктор сільськогосподарських наук

Н.А. МУЛЮКІНА¹

доктор сільськогосподарських наук

Г.В. ЛЯШЕНКО¹

доктор географічних наук

І.В. БАЛЯН²

кандидат історичних наук

О.О. МАТІЄГА²

кандидат сільськогосподарських наук

А.М. ШКІНДЕР-БАРМІНА²

кандидат сільськогосподарських наук

О.В. КУКЛШИН³

¹Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.С. Таїрова» НААН України
вул. 40-річчя Перемоги, 27, смт. Таїрове, Одеський район, Одеська область, 65496, Україна

e-mail: iviv_nnc@ukr.net

²Інститут аграрних ресурсів та регіонального розвитку НААН України
пр. Свободи, 17, с. В. Бакта, Берегівський район, Закарпатська область, 90252, Україна

e-mail: insbakta@ukr.net

³Закарпатський обласний центр з гідрометеорології
Слов'янська набережна, 5, м. Ужгород, 88018, Україна

Метою роботи був аналіз поліфенольного комплексу технічних сортів винограду Закарпаття в розрізі його біологічної (харчової та лікувальної) та технологічної цінності з точки зору підвищення якості вина. Показано, що вміст поліфенольних сполук у винограді визначається сортом та забарвленням ягід. Визначення вмісту поліфенольних сполук та їх груп в ягодах демонструє, що червоні сорти (Каберне, Сапераві) відрізняються високим вмістом загальних поліфенольних сполук, зокрема, антоціанів (10588 та 2909 мкг/г сухої тканини). Найбільший вміст фенольних кислот та катехинів також відмічено у червоних сортів. Білі сорти, насамперед, Фетяска, відрізняються високим вмістом загальних поліфенолів, проте цей показник в 2-2,5 рази менший від червоних сортів. Білим сортам притаманний більший вміст рутину та кверцитину порівняно із червоними сортами.

Для визначення вмісту поліфенольних сполук застосовували хроматографічний метод.

Ключові слова: виноград, технічні сорти, поліфенольні сполуки, сумарний вміст, антоціани.

POLYPHENOL COMPLEX OF GRAPE VARIETIES: BIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL

Vyacheslav VLASOV²

doctor of agricultural sciences

Nina MULYUKINA²

doctor of agricultural sciences

Halyna LYASHENKO²

doctor of geographical sciences

Izolda BALYAN¹

candidate of historical sciences

Olga MATIENHA¹
candidate of agricultural sciences
Anna SHKINDER-BARMINA¹
candidate of agricultural sciences
O. KUKLISHYN³

¹Institute of Agrarian Resources and Regional Development National Academy of Sciences of Ukraine

Svobody Ave., 17, p. V. Bakta, Berehiv district, Zakarpattia region, 90252, Ukraine
e-mail: insbakta@ukr.net

²National Scientific Centre «V.Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking»
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

street 40th anniversary of the Victory, 27, village Tairovo, Odessa region, 65496, Ukraine
e-mail: iviv_nnc@ukr.net

³Transcarpathian Regional Center for Hydrometeorology
Slovyanska Naberezhna, 5, Uzhhorod, 88018, Ukraine

The aim of the work was to analyze the polyphenolic complex of wine grape varieties of Transcarpathia in terms of its biological (food and medicinal) and technological value from the point of view of improving the quality of wine. It is shown that the content of polyphenolic compounds in grapes is determined by the variety and color of the berries. Determination of the content of polyphenolic compounds and their groups in berries demonstrates that red varieties (Cabernet Sauvignon, Saperavi) are distinguished by a high content of total polyphenolic compounds, in particular, anthocyanins (10588 and 2909 $\mu\text{g/g}$ of dry tissue). The highest content of phenolic acids and catechins is also noted in red varieties. White varieties, primarily Fetyaska, are distinguished by a high content of total polyphenols, however, this indicator is 2-2.5 times slower than in red varieties. White varieties are characterized by a higher content of rutin and quercetin compared to red varieties.

To determine the content of polyphenolic compounds, a chromatographic method was used.

Keywords: grapes, technical varieties, polyphenolic compounds, total content, anthocyanins.

Постановка проблеми. Поняття харчової та біологічної цінності продуктів є ключовою ланкою виготовлення так званих продуктів функціонального харчування. Ще одне поняття, яке підкреслює цінність харчової продукції, є антиоксидантна активність. Всі ці складові представлені у винограді та у продуктах його переробки. Збереження та збільшення вмісту цих компонентів притаманне в першу чергу крафтовій продукції, через більшу кількість використаних сортів, ощадні технології, невеликі обсяги продукції [1].

Особливості крафтового виробництва дають можливість приділяти велику увагу як поліпшенню та збагаченню складу натуральної продукції (в тому числі аромату та флейвору), так і збереженню цього складу без застосування шкідливих речовин [2].

За визначенням, до складу таких продуктів можуть входити натуральні харчові добавки, за рахунок яких смак продукції поліпшується та ускладнюється. В світовому розрізі ці прийоми стосуються насамперед вина, склад якого в дослідженнях намагалися поліпшити за рахунок штучного додавання біологічно активної сполуки виноградного походження – ресвератролу та інших.

Стосовно біологічно активних концентратів поліфенольних та барвних речовин йшлося за збільшення вмісту антиоксидантних сполук та підвищення антиоксидантної активності продуктів, в тому числі штучного додавання до концентратів біологічно активних речовин виноградного походження.

Досвід аналогових робіт в Україні небагатий і стосується переважно або дослідження вмісту сполук з антиоксидантною активністю у тому чи іншому продукті, або безпосереднього вимірювання антиоксидантної активності продуктів (переважно вина) за рахунок використання окислення адреналіну та інших субстратів (ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова») [3, 4].

Особливості сортового складу та природно-кліматичних умов Закарпатського регіону дають можливість припустити, що перелічені вище проблеми можна буде вирішити за рахунок властивостей сировини та особливостей крафтового виробництва продукції з винограду.

Мета і завдання. Метою роботи був аналіз поліфенольного комплексу сортів винограду Закарпаття в розрізі його біологічної (харчової та лікувальної) цінності, а також оцінка його технологічного потенці-



алу з точки зору підвищення якості вина, із урахуванням особливостей крафтового вино виробництва регіону. Для цього було необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати вплив сорту на поліфенольний склад винограду та винопродукції у світових виноградарських країнах;
- визначити поліфенольний склад технічних сортів Закарпаття із світлим та темним забарвленням ягоди в розрізі окремих сполук та груп сполук для подальшої оцінки біологічної та харчової цінності сортів сортименту Закарпаття.

Матеріал і методи. Аналіз впливу сорту на поліфенольний склад та антиоксидантні властивості винограду і винопродукції було зроблено на підставі наукових публікацій провідних виноградарських кран світу.

Матеріалом для аналізу вмісту загальних поліфенолів, груп полі фенольних сполук та окремих сполук були ягоди технічних сортів, типових для сортименту Закарпатської області (Каберне Совіньйон, Сапераві, Фетяска, Рислінг та Бакатор).

При цьому визначали сумарний вміст полі фенольних сполук, групи – фенольні кислоти, флавоноли, катехіни, антоціани, а також вміст катехіну, рутину та кверцитину.

Вміст груп полі фенольних сполук та окремих сполук проводили хроматографічним методом (рідинна хроматографія).

Результати дослідження. Сорт винограду як визначальний компонент якості винограду і вина. Біохімічні особливості винограду впливають на склад та сенсорні характеристики винопродукції. В свою чергу, склад винограду залежить від факторів довкілля, технологій та сорту. Сенсорні вина (забарвлення, флейвор та післясмак) залежать від кількох компонентів, що екстрагуються з винограду, насамперед, поліфенолів. Антоціани та їх деривати визначають забарвлення, таніни (проантоціанідини) обумовлюють гостроту, маслянистість та колір. Проте технологічні прийоми, що покращують показники вина, є різними для різних сортів, що зумовлено генетичними відмінностями між ними. Це було показано на сортах Каберне Совіньйон, Сіра, Пінотаж, Санджовезе, Монастрел, Темпранильо, Танна та ряді інших [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Такі компоненти як сорт та технологія складають сукупно понад 80 % загального варіювання таких сортових характеристик, як вміст проантоціанідинів, спиртів, вищих спиртів та поліфенолів.

З цієї точки зору цікавим є визначення впливу автохтонних та стародавніх сортів винограду на біохімічний склад

вина, в тому числі в регіональному розрізі [12, 13, 14, 15, 16].

За даними Water house генетичне походження сортів позначається на якості вина. Так, вміст конденсованого таніну складає 500-700 мг/л у *Vitis vinifera*, у гібридів із *Vitis riparia* та *Vitis labruska* цей показник зменшується до 50 мг/л [17]. Антоціани у червоному винограді присутні у кількості 500-3000 мг/кг, проте у деяких сортів, наприклад, Алікант Буше, їх концентрація сягає 5000 мг/кг у суслі [18]. Оцінка вмісту проантоціанідину у сортів виду *V. Vinifera* spp. та сортів американських видів *Vitis* spp. генетично обумовлені на рівні окремих метаболітів шляхів біосинтезу антоціанів [19, 20, 21, 22].

Білі вина сортів Шардоне, Соляріс та Ля Крещен містять компоненти, які обумовлюють квіткові тони за рахунок ізотерпеноїдів та монотерпенів (зокрема, ліналуолу) що знаходяться у шкірочці [23, 24, 25].

Дослідженнями бразильських вчених було показано, що вміст загальних поліфенолів був різним у 10 білих та 13 червоних сортів південної Бразилії і коливався від 283 до 1378 мг/л у білих сортів (Треббіано – 995, РіболаДжиалла – 737 мг/л) до 523-4929 мг/л (Анчелотта – 4929, Ува ді Троя – 2722 та Кроатіна – 2410 мг/л). Автори зробили висновок щодо залежності вмісту поліфенолів від взаємовідносин між генотипом сорту та середовищем [26].

У Франції було проведено дослідження 279 сорто зразків колекції *Vitis vinifera* [27]. Серед біохімічних показників, детермінованих генетично, виявляли фенольний склад шкірочки ягід (96 компонентів, які належали до антоціанінів, фенольних кислот, стильбенів, флавонолів, танинів тощо). Було показано, що біохімічні властивості залежали як від сортової приналежності, так і від факторів довкілля, насамперед, кількості опадів у сезон вегетації.

Для сенсорики вин важливими є поліфеноли та представники цього класу – антоціаніни, відповідальні за колір та проантоціанідини – відповідальні за гіркоту та гостроту смаку [28] та за вплив на здоров'я людини [29]. Склад антоціанів є параметром автентичності винограду, їх профілі специфічні для сорту винограду та вина (Revillaetal., 2001) [30] та можуть бути використані для сортової диференціації [31, 32].

Аромат винограду та вина також є результатом взаємовпливу генетичних факторів (сорт) та оточуючого середовища [33, 34, 35].

У період 1995-2015 рр. енологічний

оцінці були піддані сорти селекції інституту – Рубін таїровський, Іллічівський ранній і Одеський чорний. Кожне з виготовлених вин має свої особливості, які, в свою чергу, є результатом генетично обумовленого складу біохімічних компонентів винограду. Вино із сорту Рубін таїровський, наприклад, відрізняється невеликим технологічним запасом фенольних сполук і середнім вмістом азотистих речовин, стабільно високою кислотністю, основу якої становить яблучна кислота. Вино із сорту Одеський чорний має настільки великий технологічний запас фенольних речовин, що навіть при недостатньому накопиченні цукрів у ягодах винограду, завжди відрізняється високим вмістом антоціанів, що дозволяє готувати червоні вина з інтенсивним гранатово-рубіновим забарвленням [3, 4].

Таким чином, аналіз літературних даних за останні 10-15 років переконливо показує наявність тенденції вивчення впливу сортів винограду (як локальних, так і нової селекції) на якісні показники вин, результати яких демонструють виразний вплив сорту (джерела сировини) на колір і аромат винопродукції, а також на джерело цих показників, а саме поліфенольного і антоціанового комплексів винограду.

Поліфеноли винограду: вплив сорту та тканин на вміст. Червоні вина з високим вмістом танінів мають вищий вміст поліфенолів, такі як Таннат, Петіт Сіра, Неббіоло та Каберне Совіньйон. Хоча Піно Нуар – це виноград з тонкою шкіркою, він має один з найвищих рівнів поліфенолів серед усіх червоних сортів. Вміст поліфенолів у червоних винах залежить від місця вирощування винограду, способу виробництва та віку вина, причому більша кількість поліфенолів міститься в молодших винах. Так, вміст ресвератролу в червоних винах майже вдвічі вищий в регіонах Бургундії, Бордо та штаті Орегон, в той час як він є нижчим в Італії та країнах так званого «нового винного світу» – Австралії, Південній Африці та країнах Південної Америки [36].

Серед різних типів фенольних сполук група флавоноїдів є найпоширенішою, вона представлена флаванолами, флавонами, флаванолонами та антоціанами (Teixeiraetal., 2018) [37]. У виноградному насінні вміст полі фенольних сполук складає 7 % (de Camposetal., 2008), це близько 70 % від загального вмісту полі фенольних сполук у винограді (ще 28-35 % міститься у шкірці, і 10 % виявлено в м'якоті) та ряд інших досліджень [38].

Катехін та епікатехінагаллат є найпо-

ширенішими фенольними сполуками, присутніми в насінні та плодоніжках. Серед флавонолів основним представником фенолу є рутин (Chengetal., 2012) [39]. Наявність різних фенолів залежить від генетичної різноманітності сортів, відмінностей регіонів, інтенсивності освітлення, складу ґрунту, кліматичних та агрономічних умов, стадії дозрівання, процесів екстракції та умов зберігання (de la Cerda-Carrascoetal., 2015) [40].

Огляд найпоширеніших поліфенольних сполук у виноградному насінні демонструє, що однією з найрепрезентативніших серед них є галова кислота Coteaetal. (2018), вміст якої досягає понад 10 % сухої ваги (dw) у сорті Фетяска чорна [41].

Високий діапазон концентрацій катехіну (7700-17200 мкг/г) був виявлений Silvaetal. (2018), цей же автор відмітив високу концентрацію епікатехінагалату на окремих іспанських сортах [42].

Вміст поліфенолів у шкірці та м'якоті винограду зазвичай нижчий, ніж у насінні та плодоніжках. Ресвератрол, катехін та епікатехінагалат, похідні проціанідину, гідроксикоричні кислоти, флавоноли, стильбени, антоціани та галова кислота є найпоширенішими поліфенолами, що містяться у шкірці та м'якоті винограду. Як показали різні дослідження, флаваноли є найпоширенішою групою фенолів, що містяться у шкірці винограду (Pantelićetal., 2016) [43]. З цієї групи рутин та кверцетин були виявлені у всіх зразках шкірки в дослідженні, проведеному Pantelićetal. (2016) [43].

Так, Silvaetal. (2018) виявили високу концентрацію ресвератролу в залишках шкірки винограду Preto Martinho та Touriga Nacional (4700-8400 мкг/г) [42].

Порівняно з виноградними плодоніжками, шкірка та м'якоть характеризуються нижчою кількістю поліфенолів. Wongnarat and Srihanam (2017) провели такі дослідження із білими сортами винограду [44].

Як повідомляють різні дослідження, концентрація ресвератролу у виноградній м'якоті балансує навколо виявлених граничних значень (Wongnarat and Srihanam, 2017) [44].

Виноградні плодоніжки становлять 1,4-7,0 % сировини та 25 % побічних продуктів виноробства, а вміст поліфенолів в них становить 5,8 % сухої ваги. Виноградні пагони визначаються великою антиоксидантною властивістю, за цими показниками не було виявлено жодної різниці між червоними та білими сортами (Prusovaetal., 2020) [45].

Катехін є найпоширенішим серед усіх флаван-3-олів як у білих, так і в червоних

сортах, з найвищою концентрацією у виноградних плодоніжках, далі йдуть шкірочка та кісточка. Аналіз також показав, що серед білих сортів катехіни є найбільш концентрованими флаван-3-олами у всіх тканинах, з найбільшою кількістю, виявленою у виноградних плодоніжках.

Отже, концентрації загальних та окремих поліфенолів винограду значно варіюють, що залежить від сорту, місця зростання рослини та розрахунку на суху або свіжу речовину.

Особливості вмісту поліфенолів у сортів винограду Закарпаття. За аналізу поліфенольного складу винограду сортів Закарпаття виявляли вміст сполук, які нале-

жать до груп фенольних кислот, флавонів, флавонолів та флавононів, антоціанів, катехинів. Приклад хроматограми з виявлення флавоноїдів надано на рис. 1.

Результати аналізу поліфенольного складу сортів, типових для сортименту Закарпаття демонструє відмінність червоних та білих сортів за рядом показників, в той же час вміст окремих сполук, при загальному високому вмісті поліфенольних сполук (приблизно 4000-6000 мкг/мл для білих та 8000-16000 для червоних сортів, червоні сорти (Каберне, Сапераві), характеризуються високим вмістом антоціанів (10588 та 2909 мкг/г сухої тканини), їм притаманний також високий вміст фенольних

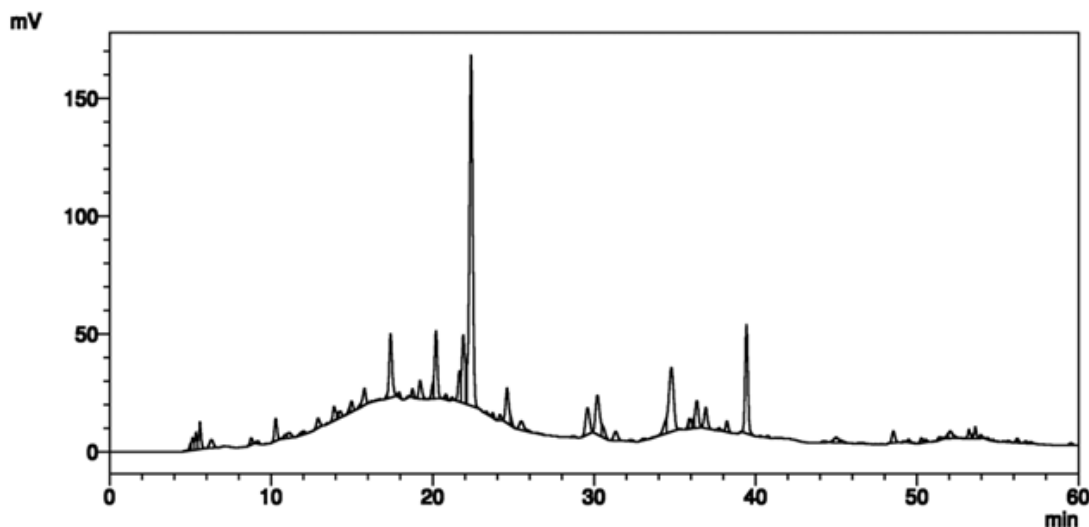


Рис. 1. Хроматограма екстракту зразку Каберне (1 г зразку : 20 мл 70 %-го метанолу) за $\lambda = 255$ нм. Флавоноїди.

1 – катехіноподібні; 2 – галлова кислота; 3 – (+) катехін; 4 – катехіни; 5 – дельфінідин-3-0-глюкозид; 6 – ціанідин-3-0-глюкозид; 7 – петунідин-3-0-глюкозид; 8 – пеонідин-3-0-глюкозид; 9 – мальвідин-3-0-глюкозид; 10 – глікозиди міріцетину; 11 – антоціани; 12 – рутин; 13 – глікозид апігеніну. кислот та катехинів. Так, рівні вмісту фенольних кислот складають 353-748 мкг/г, катехинів – 1909-2442 мкг/г. Білі сорти відрізняються високим (порівняно із червоними) вмістом рутину та кверцитину, в той же час вміст антоціанів у білих сортів дослідженої вибірки значно менше, ніж у червоних (від 0,37 мкг/г у сорта Бакатор до 3,53 мкг/г у сорту Фетяска).

Дані попередніх досліджень з виявлення поліфенольних сполук, проведених в Одеській області на сортах селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», демонструють також, що окрім генетичних особливостей поліфенольного складу, велике значення також мають агрометеорологічні умови року [46],

тому цей фактор буде взято до уваги за подальшого проведення досліджень поліфенольного комплексу сортів сортименту Закарпаття.

Висновки.

1. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що вміст поліфенольних сполук у винограді визначається сортом, причому на даний показник впливають генетичне походження сорту (види *Vitis*, що використовувались у схрещуваннях) та забарвлення ягід. У виноградній рослині певного сорту на вміст поліфенольних сполук впливають відібрані тканини, за світовими даними, це в першу чергу органи із розвинутою провідною системою (пагони, плодоніжки) та кісточка.

2. Дослідження поліфенольного складу сортів, типових для сортименту Закарпаття демонструє відмінність червоних та білих сортів за рядом показників. При загальному високому вмісті поліфенольних сполук (приблизно 4000-6000 мкг/мл для білих та



8000-16000 для червоних сортів, червоні сорти (Каберне, Сапераві) характеризуються високим вмістом антоціанів (10588 та 2909 мкг/г сухої тканини), їм притаманний

також високий вміст фенольних кислот та катехинів. Білі сорти відрізняються високим (порівняно із червоними) вмістом рутину та кверцитину.

Бібліографічні посилання

1. Bavaresco L., Fregoni C., Van Zeller D. M. et al. Physiology and Molecular Biology of Grape vine Stilbenes: an update. In Roubelakis-Angelakis, K., Grape vine Molecular Physiology and Biotechnology. Springer, Dordrecht, 2009. P. 341–364.
2. Styger, G., Prior, B., Bauer, F. F. Wine flavor and aroma. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2011, 38, 1145–1159.
3. Бойчук О. О. Вплив автохтонних штамів винних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на сенсорні характеристики вин Каберне Совіньйон. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. Львів, 2017. Вип. 18. С. 128–131.
4. Бойчук О.О., Тарасова В. В., Мулюкіна Н. А. Вплив автохтонних дріжджів на вміст фенольних сполук у червоних столових виноматеріалах. *Технічні науки та технології*. Чернігів, 2017. Вип. 2. С. 202–206.
5. Sacchi K., Bisson, L. & Adams D. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 2005. Vol. 56(3). P. 197–206.
6. Parenti A., Spugnoli P., Calamai L., Ferrari S. & Gori C. Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovese grape. *Eur. Food Res. Technol.* 2005. Vol. 218. P. 360–366.
7. Influence of low temperature prefermentative techniques on chromatic and phenolic characteristics of Syrah and Cabernet Sauvignon wines / Gil-Muñoz R. et al. *Eur. Food Res. Technol.* 2009. Vol. 228. P. 777–788.
8. González-Neves G., Franco J., Moutounet M. & Carbonneau A. Différenciation des vins de Tannat, Merlot et Cabernet-Sauvignon del'Uruguay selon leur composition polyphénolique globale. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 2006. Vol. 40(2). P. 81–89.
9. Incidencia de distintas técnicas de vinificación sobre el color y los contenidos de pigmentos de vinos tintos jóvenes Tannat / González-Neves G. Et al. *Proc. World Congress of Wine and Vine*. Zagreb, 2009. Vol. 32.
10. The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique / Busse-Valverde N. et al. *J. Agric. Food Chem.* 2011. Vol. 59. P. 5450–5455.
11. González-Neves G., Gil G., Favre G. & Ferrer M. Influence of grape composition and winemaking on the anthocyanin composition of red wines of Tannat. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2012. Vol. 47. P. 900–909.
12. Influence of Winemaking Procedure and Grape Variety on the Colour and Composition of Young Red Wines / G. González-Neves1 et al. 2013.
13. OENO one Composition of grape and wine from resistant varieties. Pierre-Louis Teissedre, 2018. Vol. 52, No 3. P. 211–217.
14. Targeted and untargeted high resolution mass approach for a putative profiling of glycosylated simple phenols in hybrid grapes / Barnaba C. et al. *Food Research International*. 2017. Vol. 98. P. 20–33.
15. Phenolic profile of Sercial and Tinta Negra Vitis vinifera L. grape skins by HPLC–DAD–ESI–MSn / Perestrelo R. et al. *Novel phenolic compounds in Vitis vinifera L. grape. Food Chemistry*. 2012. Vol. 135. P. 94–104.
16. Phenolic profiling of the skin, pulp and seeds of Albariño grapes using hybrid quadrupole time-offlight and triple-quadrupole mass spectrometry / Di Lecce G. et al. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 145. P. 874–882.
17. Waterhouse A. L., Sacks G. L. and Jeffery D. W. Grape genetics, chemistry, and breeding, *In: Understanding Wine Chemistry*. John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom, 2016. P. 400–403.
18. Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from Cabernet sauvignon and hybrid grapes / Burns J. et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50. P. 4096–4102.
19. Comparison of seeds proanthocyanidins composition between Croatian Vitis vinifera spp. (cv. Plavacmali and Babić) and some American Vitis / Ćurko N. et al. In: *Proceedings of Oeno 2011 – 9-e Symposium International d'Enologie de Bordeaux, 15-17 June, Bordeaux, France*. Dunod, Paris, 2012. P. 126–131.
20. This P., Lacombe T., Cadle Davidson M. and Owens C. L. Wine grape (Vitis vinifera L.) color associates with allelic variation in the domestication gene VvmybA1. *Theoretical and Applied Genetics*. 2007. Vol. 114. P. 723–730.
21. A double mutation in the anthocyanin 5-O-glucosyltransferase gene disrupts enzymatic activity in Vitis vinifera L. / Janvary L. et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57. P. 3512–3518.
22. A methyltransferase essential for the methoxy-pyrazine-derived flavour of wine / Dunlevy J. D. et al. *The Plant Journal*. 2013. Vol. 75. P. 606–617.
23. Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grapecultivars and red wines made from them / Revilla et al. *Journal of Chromatography A*. 2001. Vol. 915. P. 53–60.
24. Berente B., García D. C., Reichenbacher M., & Danzer K. Method development for determination of anthocyanins in red wines by highperformance liquid chromatography and classification of German red wines by means of multivariate statistical methods. *Journal of Chromatography A*. 2000. Vol. 871. P. 95–103.
25. Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia / Guerrero R. F. et al. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 112. P. 949–955.
26. Gambuti A., Strollo D., Erbaggio A., Lecce L., & Moio L. Effect of winemaking practices on color indexes and selected bioactive phenolics of Aglianico wine. *Journal of Food Science*. 2007. Vol. 72. P. 2347–2353.

27. Gambuti A., Strollo D., Ugliano M., Lecce L., & Moio L. Trans-resveratrol, quercetin, (+)-catechin, and (-)-epicatechin content in South Italian monovarietal wines: Relationship with maceration time and marc pressing during winemaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52. P. 5747–5751.
28. Classification of South African red and white wines according to grape variety based on the non-coloured phenolic content de Villiers A. et al. *European Food Research Technology*. 2005. Vol. 221. P. 520–528.
29. Biochemical features of native red wines and genetic diversity of the corresponding grape varieties from Campania region / Livio Muccillo et al. *Food Chemistry*. 2013. <https://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.133>.
30. A combined approach using RAPD, ISSR and volatile analysis for the characterisation of *Thymus caespititius* from Flores, Corvo, and Graciosa islands (Azores, Portugal) / Trindade H. et al. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2009. Vol. 37. P. 670–677.
31. Polášková P., Herszage J., Ebeler S. E. Wine flavor: chemistry in a glass. *Chem. Soc. Rev.* 2008. 372478 10.1039/b714455p
32. Rapp A., Mandery H. Wine aroma. *Experientia*. 1986. Vol. 42. P. 873–884.
33. Dunlevy J. D., Kalua C. M., Keyzers R. R. A., Boss P. K. The production of flavour and aroma compounds in grape berries. In. *Grapevine Molecular Physiology and Biotechnology* ed. / editor.: Roubelakis-Angelakis K. A., (Dordrecht: Springer;). 2009. P. 293–340.
34. Origins of grape and wine aroma / Robinson A. L. et. al. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. *Am. J. Enol. Vitic.* 2014. Vol. 65. P. 1–24.
35. Zhu B.-Q., Xu X.-Q., Wu Y.-W., Duan C.-Q., Pan Q.-H. Isolation and characterization of two hydroperoxide lyase genes from grape berries. *Mol. Biol. Rep.* 2012. Vol. 39. P. 7443–7455.
36. Jurasova, L., Jurikova, T., Baron, M., & Sochor, J. (2023). Content of selected polyphenolic substances in parts of grapevine. *Italian Journal of Food Science*, 35(3), 17–43. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v35i3.2298>.
37. Teixeira, N., Mateus, N., de Freitas, V. and Oliveira, J. 2018. Wine industry by-product: full polyphenolic characterization of grape stalks. *Food Chem.* 268: 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.070>.
38. De Campos, L. M., Leimann, F. V., Pedrosa, R. C. and Ferreira, S. R. 2008. Free radical scavenging of grape pomace extracts from Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera*). *Bioresour Technol.* 99(17): 8413–8420. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.02.058>.
39. Cheng, V J., Bekhit, A E.-D A., Mc Connell, M., Mros, S. and Zhao, J. 2012. Effect of extraction solvent, waste fraction and grape variety on the antimicrobial and antioxidant activities of extracts from wine residue from cool climate. *Food Chem.* 134(1): 474–482. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.103>.
40. De la Cerda-Carrasco, A., Lopez-Solis, R., Nunez-Kalasic, H., Pena-Neira, A. and Obrique-Slier, E. 2015. Phenolic composition and antioxidant capacity of pomaces from four grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *J Sci Food Agric.* 95(7): 1521–1527. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6856>.
41. Cotea, V. V., Luchian, C., Niculaua, M., Zamfir, C. I., Moraru, I., Nechita, B. C., et al. 2018. Evaluation of phenolic compounds content in grape seeds. *Environ Eng Manag J (EEMJ)*. 17(4): 795–803. <https://doi.org/10.30638/eemj.2018.080>
42. Silva, V., Igrejas, G., Falco, V., Santos, T. P., Torres, C., Oliveira, A. M., et al. 2018. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products. *Food Control.* 92: 516–522. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.031>.
43. Pantelic, M. M., Dabic Zagorac, D. C., Davidovic, S. M., Todic, S. R., Beslic, Z. S., Gasic, U. M., et al. 2016. Identification and quantification of phenolic compounds in berry skin, pulp, and seeds in 13 grapevine varieties grown in Serbia. *Food Chem.* 211: 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.051>.
44. Wongnarat, C. and Srihanam, P. 2017. Phytochemical and antioxidant activity in seeds and pulp of grape cultivated in Thailand. *Oriental J Chem.* 33(1): 113–121. <https://doi.org/10.13005/ojc/330112>.
45. Prusova, B., Licek, J., Kumsta, M., Baron, M. and Sochor, J. 2020. Polyphenolic composition of grape stems. *Notulae Botanicae Horti Agrobotan Cluj-Napoca.* 48(3): 1543–1559. <https://doi.org/10.15835/nbha48311936>.
46. Власов В. В., Левицький А. П., Мулюкіна Н. А., Грицук О. І., Ходаков І. В., Ковальова І. А. Герецький Р.В. 2018. Взаємовплив біотичних та абіотичних факторів і поліфенольного складу сортів винограду. Вісник аграрної науки. № 11(788). 63–70. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-09>.