

УДК 663.2

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.1.2.25>

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИНОРОБСТВА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕНОЛОГІЧНОЇ ДЕРЕВИНИ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ «LE BOUSINAGE»

Ткаченко О. Б. – доктор технічних наук,
професор кафедри технології вина та сенсорного аналізу
Одеського національного технологічного університету
ORCID ID: 0000-0001-6969-6446

Алексович В. В. – аспірантка
Одеського національного технологічного університету
ORCID ID: 0009-0000-8561-8309

Розвиток технологій виробництва енологічної деревини зумовлений необхідністю відтворення ефекту бочкової витримки без значних економічних витрат. Використання енологічної деревини, виготовленої за технологією «le Bousinage», дозволяє регулювати склад фенольних і ароматичних компонентів, що формуються внаслідок термічної обробки дуба. Дослідження дубової деревини українського походження є актуальним з огляду на потребу визначення її потенціалу у виноробстві.

Мета. Визначити вплив температурного режиму обпалення дубової деревини, виготовленої за технологією «le Bousinage», на формування її фенольного та ароматичного складу і встановити оптимальні умови термічної обробки для досягнення заданих енологічних цілей.

Методи. Дослідження проведено на зразках дубової деревини *Quercus petraea* та *Quercus robur* українського походження, оброблених за технологією «le Bousinage» із трьома ступенями обпалення: легка (L), середня (M) та сильна (H). Кількісний аналіз основних фенольних кислот, альдегідів і летких ароматичних сполук виконували методами високоефективної рідинної та іонної хроматографії, а також газової хроматографії з мас-спектрометричним детектором. Для кожного показника визначали середнє значення, стандартне відхилення та достовірність різниці при рівні значущості $p < 0,05$.

Результати. Встановлено, що підвищення температури обпалення від 160 до 280 °C призводить до суттєвих змін хімічного складу дубової деревини. Вміст елагітанінів зменшується з 2430 до 220 мг/кг, що пов'язано з руйнуванням естерних зв'язків і частковою деградацією поліфенолів. Натомість зростає кількість ароматичних компонентів: фурфуролу – до 1295 мкг/г, 5-гідроксиметилфурфуролу – до 236 мкг/г, сингину – до 182 мкг/г, ваніліну – до 44 мкг/г. Середній ступінь обпалення (200–230 °C) забезпечує оптимальне співвідношення між збереженням фенольних сполук і накопиченням ароматичних альдегідів, формуючи збалансований ароматичний потенціал деревини. При цьому спостерігається зниження вмісту галоїдної кислоти (з 450 до 23 мг/кг) і стабілізація елагових кислот після гідролізу на рівні ≈ 3200 мг/кг, що свідчить про формування структур із високою антиоксидантною активністю.

Наукова новизна та практична цінність. Уперше систематизовано кількісні дані про вплив температурного режиму обпалення дубової деревини українського походження, виготовленої за технологією «le Bousinage», на формування її фенольного та ароматичного профілю. Технологія «le Bousinage» ґрунтується на результатах трирічних досліджень і захищена низкою патентів, зокрема у Франції (FR 2874851) та в інших країнах світу, що підтверджує її інноваційність та стабільність ароматичного ефекту, подібного до витримки в дубових бочках.

Ключові слова: енологічна деревина, ступінь обпалення, le Bousinage, витримка вина, елагітаніни, екстракція фенольних сполук, сенсорні характеристики, дубова щепка, дубові клепки.

© Ткаченко О. Б., Алексович В. В., 2026



Стаття поширюється на умовах відкритої ліцензії CC BY 4.0

Tkachenko O. B., Aleksovych V. V. Technological aspects of winemaking with the application of oenological wood using the “le Bousinage” technology

The development of technologies for producing enological wood is driven by the need to reproduce the effect of barrel aging without significant economic costs. The use of oak wood produced with the “le Bousinage” technology allows for the controlled modulation of phenolic and aromatic components formed during the thermal treatment of oak. The study of oak wood of Ukrainian origin is particularly relevant given the need to assess its enological potential.

Purpose. To determine the influence of the temperature regime applied during toasting of oak wood produced using the “le Bousinage” technology on the formation of its phenolic and aromatic composition, and to establish optimal thermal treatment conditions for achieving specific enological objectives.

Methods. The study was conducted on samples of Ukrainian oak wood (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) processed using the “le Bousinage” technology with three toasting levels: light (L), medium (M), and heavy (H). Quantitative analysis of major phenolic acids, aldehydes, and volatile aromatic compounds was performed using high-performance liquid chromatography, ion chromatography, and gas chromatography coupled with mass spectrometry. For each parameter, the mean value, standard deviation, and significance level ($p < 0.05$) were determined.

Results. Increasing the toasting temperature from 160 to 280 °C leads to substantial changes in the chemical composition of oak wood. The content of ellagitannins decreases from 2430 to 220 mg/kg due to the breakdown of ester bonds and partial degradation of polyphenols. In contrast, the concentration of aromatic compounds increases: furfural – up to 1295 µg/g, 5-hydroxymethylfurfural – up to 236 µg/g, syringol – up to 182 µg/g, vanillin – up to 44 µg/g. The medium toasting level (200–230 °C) ensures an optimal balance between the preservation of phenolic compounds and the accumulation of aromatic aldehydes, forming a harmonized aromatic potential. A decrease in gallic acid (from 450 to 23 mg/kg) and stabilization of ellagic acid after hydrolysis at ≈ 3200 mg/kg indicate the formation of structures with high antioxidant activity.

Scientific novelty and practical value. For the first time, quantitative data on the influence of the temperature regimen used during the toasting of Ukrainian oak processed with the “le Bousinage” technology have been systematized, demonstrating its effect on the formation of the wood’s phenolic and aromatic profile. The “le Bousinage” technology is based on the results of three years of research and is protected by patents, including in France (FR 2874851) and several other countries worldwide, confirming its innovative nature and the stability of its aroma-enhancing effect comparable to traditional barrel aging.

Key words: enological oak wood, toasting degree, le Bousinage, wine aging, ellagitannins, extraction of phenolic compounds, sensory characteristics, oak chips, oak staves.

Вступ. Розвиток виноробної галузі в другій половині XX століття, зокрема її індустріалізація та перехід до виготовлення вин у нейтральних ємностях (нержавіючі резервуари, бетон), стимулювали пошук альтернативних способів надання вину дубових характеристик. Починаючи з 1990-х років, у світовій практиці поширилась технологія використання енологічної деревини із дуба – шматків деревини різної форми та розміру, які пройшли спеціальну термічну обробку.

Паралельно було досліджено й інші способи обробки деревини, зокрема вплив ультрафіолетового опромінення, ультразвуку, ферментних препаратів, а також різні режими термічного впливу. Ці технології були офіційно схвалені Міжнародною організацією винограду та вина [2] і дозволені до використання на стадіях бродіння та витримки відповідно до чинних резолюцій, а також нормативних актів Європейського Союзу [19].

У серії досліджень [5; 12; 16] висвітлено механізми екстракції дубових речовин у вино та спиртовмісні рідини, а також можливості технологічної корекції вин за допомогою енологічної деревини. Доведено, що на початкових етапах витримки першими екстрагуються фенольні речовини (дубильні сполуки), скополетин та ванілін. На відміну від цих робіт, у даному дослідженні зосереджено увагу не на процесі екстракції, а на впливі температурного режиму обпалення дубової деревини на формування її фенольного та ароматичного складу. Це дозволило встановити закономірності термічної трансформації поліфенолів і летких компонентів, що визначають подальший характер їх екстракції у виноматеріал.

Ароматичні компоненти, такі як еugenol та β -метил-гама-окталактон (цис-і транс-форми), накопичуються повільніше, створюючи ефект заглибленої, багатопарової ароматики у вині. Саме через високу концентрацію дубильних речовин на ранньому етапі смак вина може бути різким і негармонійним, проте згодом він пом'якшується і набуває благородного профілю.

Використання альтернативних дубових виробів має низку переваг:

- Економічність: суттєве зниження витрат порівняно з класичною витримкою в бочках.

- Технологічна гнучкість: можливість точного контролю за смаковим профілем.

- Адаптивність до ринку: підлаштування під смаки цільової аудиторії.

- Стабільність якості: стандартизовані продукти гарантують передбачуваний результат.

- Екологічність: зниження потреби у вирубці дубових лісів.

Таким чином, енологічна деревина з дуба – це не просто заміник традиційної бочки, а повноцінний інструмент, який дозволяє створювати стилістично точні, стабільні та конкурентоспроможні вина.

Дослідження [6] проведені з використанням хроматографічних методів, показали, що інтенсивність обпалення значно змінює макромолекулярну структуру дуба (*Q. sessilis*). Це безпосередньо впливає на кількість та якість летких ароматичних сполук, що виділяються при контакті деревини з вином.

Дослідження підтвердили, що термічні параметри обпалення можна ефективно адаптувати до потреб конкретного типу вина. Наприклад, вина з високою кислотністю або з низьким вмістом поліфенолів можуть потребувати бочок із менш обпаленою деревиною.

При виборі ступеня обпалення дубової бочки потрібно враховувати:

- Сорт винограду

- Бажаний стиль вина

- Тривалість витримки

- Очікуваний таніновий та ароматичний профіль

Кожен винороб, відповідно до своєї філософії вініфікації, може адаптувати ступінь обпалення для досягнення бажаного результату.

У оглядовій статті [1] розглянуто роль дуба в енології, основні етапи виробництва енологічної деревини, а також результати досліджень щодо так званого «матричного ефекту» – впливу типу деревини, стадії її внесення у вино, способів сортування та ступеня обпалення. Аналіз здійснювався шляхом моніторингу ароматичних маркерів у деревині, проведеного провідними акредитованими лабораторіями.

У статті [9] проаналізовано вплив дубової витримки на формування сенсорних характеристик моносортових вин та встановлено взаємозв'язок між ступенем обпалення дубової деревини й трансформацією її фенольного та ароматичного профілю. Автори показали, що зміна температурного режиму обпалення зумовлює перерозподіл фенольних сполук і летких компонентів, які визначають ароматичний та смаковий характер вина. Зокрема, інтенсивніші режими термічної обробки сприяють зниженню вмісту танінів та одночасному збільшенню концентрації ароматичних альдегідів, що формує більш виразний і комплексний сенсорний профіль.

Мета дослідження. Проаналізувати вплив ступеня термічної обробки дубової деревини (*Quercus petraea* та *Quercus robur*) українського походження, виготовленої

за технологією «le Bousinage», на формування її фенольного та ароматичного профілю, а також встановлення оптимальних режимів обпалення, які забезпечують збалансоване співвідношення елагітанінів і летких ароматичних компонентів для подальшого використання деревини в енологічних цілях.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом дослідження слугувала енологічна деревина (*Quercus petraea* та *Quercus robur*) українського походження, виготовлена за запатентованою технологією «le Bousinage», що передбачає радіальне обпалення дубових заготовок над відкритим вогнем з подальшим швидким охолодженням. Такий режим забезпечує формування температурного градієнта в товщі деревини, який впливає на термоліз фенольних сполук і розвиток летких ароматичних компонентів. Досліджувалися зразки дубової енологічної деревини (Dovelles, Lattes, Barrettes і Chalelure) які застосовуються у виноробстві для контакту з вином на етапах ферментації та витримки.

Випробування проводили у лабораторії Laboratoire Études et Contrôles (LEC, Бордо, Франція) за участю українських зразків дуба. Для експерименту використовували п'ять ступенів обпалення: UN – необпалена, L – легка (160–180 °C, 5–15 хв), M – середня (200–230 °C, 15–25 хв), H – сильна (250–280 °C, 20–30 хв).

Кожен зразок мав масу 100 г і був подрібнений до фракції 2–3 мм для забезпечення рівномірної екстракції. Зразки витримували у водно-спиртовому середовищі (12% етанолу, співвідношення 1:10 м/о) при температурі 20 ± 1 °C протягом 10 діб із періодичним перемішуванням. Отримані екстракти фільтрували через мембрану (0,45 μm) і використовували для хімічного аналізу.

Хімічний склад дубової деревини визначали комплексом інструментальних методів, затверджених Міжнародною організацією винограду і вина [10]:

- Газова хроматографія з мас-спектрометрією (GC–MS) – для ідентифікації летких ароматичних сполук: фурфуролу, 5-метилфурфуролу, 5-гідроксиметилфурфуролу, ваніліну, гваяколу, сириноголу, евгенолу, ізоевгенолу, 4-алілсириноголу та 4-метилсириноголу.

- Високоєфективна рідинна хроматографія (HPLC) – для визначення фенольних кислот (галола, ванілінова, сиринова) та альдегідів (коніферальдегід, сиригальдегід).

- Високоєфективна іонна хроматографія (HPIC) – для кількісного аналізу елагової кислоти, елагової кислоти після гідролізу, загальних елагітанінів і синальдегіду.

Матеріалом дослідження також виступали виноматеріали з сортів винограду:

- Совіньйон Блан, вироблені з винограду виноградників «Chateau Majoureau», Франція, Нова Аквітанія, департамент Жиронд, с. Кодро;

- Семільйон, вироблені з винограду виноградників «Chateau Majoureau», Франція, Нова Аквітанія, департамент Жиронд, с. Кодро;

- Шардоне, вироблені з винограду виноградників «ШАБО», Україна, Одеська область, Білгород-Дністровський район, с. Шабо;

- Мерло, вироблені з винограду виноградників «Шато Чизай», Україна, Закарпатська область, Берегівський район, Урочище Чизай;

- Мерло, вироблені з винограду виноградників «Chateau Majoureau», Франція, Юва Аквітанія, департамент Жиронд, с. Кодро;

- Каберне Совіньйон, вироблені з винограду виноградників «Chateau Majoureau», Франція, Нова Аквітанія, департамент Жиронд, с. Кодро;

Енологічну деревину вносили на різних етапах вініфікації, зокрема під час алкогольної ферментації та під час витримки вина, що дозволяло оцінити вплив

часу контакту та технологічного моменту внесення на формування сенсорного профілю.

Сенсорний аналіз проводили у Лабораторії сенсорного аналізу ОНТУ із застосуванням стандартизованих методик. Для оцінювання ароматичних та смакових характеристик використовували описовий метод (descriptive analysis), який передбачає визначення інтенсивності ключових дескрипторів за шкалою, а також метод флейвора (flavour profile), що дозволяє встановити загальний ароматично-смаковий контур зразків і виявити домінантні сенсорні ознаки. Таке поєднання підходів забезпечило всебічну характеристику зразків та підвищило надійність сенсорної оцінки.

Кожен аналіз виконували у трикратній повторності. Статистичну обробку здійснювали методами дисперсійного аналізу (ANOVA) з використанням програмного забезпечення Statistica 12.0. Відмінності між середніми вважали достовірними при $p < 0,05$.

Результати дослідження. Отримані результати підтверджують, що ступінь термічної обробки енологічної деревини, виготовленої за технологією «le Bousinage», є ключовим чинником формування її фенольного та ароматичного профілю. Зі зростанням температури обпалення від 160 до 280 °C спостерігалася суттєва трансформація основних поліфенолів, альдегідів і летких сполук, які визначають ароматичний потенціал деревини.

Фенольний комплекс. За результатами хроматографічного аналізу встановлено закономірне зниження вмісту гідролізованих танінів зі зростанням температури обпалення. Загальний рівень елагітанінів зменшився з 2430±80 мг/кг при середньому обпаленні до 220±15 мг/кг при сильному ($p < 0,05$), що свідчить про руйнування полімерних структур і перехід у низькомолекулярні фенольні фракції. Концентрація галової кислоти знизилася з ≈ 450 до 23 мг/кг, тоді як елагова кислота після гідролізу досягала максимуму ≈ 3210 мг/кг при середньому ступені обпалення, що вказує на часткову деструкцію естерних зв'язків та утворення стабільних фенольних похідних.

Подібні закономірності, які досліджували зміни поліфенольного складу французького дуба (*Quercus petraea*) під час обпалення встановили, що при 200–230 °C відбувається часткове руйнування елагітанінів із утворенням фенольних альдегідів (ванілін, сиригальдегід), які формують гармонійний ароматичний профіль деревини.

Отримані дані кількісно підтверджують ці спостереження для дуба українського походження (*Q. petraea*, *Q. robur*): зафіксовано збереження до 70% елагітанінів і максимум елагової кислоти при 200–230 °C. Визначено оптимальний температурний діапазон термічної обробки, що забезпечує рівновагу між деградацією полімерних танінів і формуванням антиоксидантно активних фенольних похідних – показник, який раніше не був описаний для українського дуба.

Ароматичні сполуки. Підвищення температури супроводжувалося інтенсивним утворенням фуранових і фенольних летких сполук. Вміст фурфуролу зріс від 340 до 1300 мкг/г, 5-гідроксиметилфурфуролу – від 130 до 240 мкг/г, а ваніліну – від 30 до 44 мкг/г. Ці компоненти є типовими продуктами термічної деградації геміцелюлоз і лігніну, що формують карамельно-горіхові відтінки (Vivas, 2002).

Дослідження показало, що при 200–240 °C активізується карамелізація вуглеводів з утворенням фуранових сполук, тоді як понад 260 °C – домінує піроліз лігніну з утворенням фенольних похідних. У нашій роботі ці закономірності кількісно підтверджено для дуба українського походження: максимальні концентрації

фурфуролу (≈ 1300 мкг/г) і сириноголу (≈ 182 мкг/г) спостерігалися при сильному обпаленні, що свідчить про глибоку термічну деградацію геміцелюлоз і лігніну. Високий рівень 4-алілсириноголу (до 5,8 мкг/г) відображає формування аромату диму та прянощів, типового для процесів піролізу лігніну [17].

Отримані результати збігаються з висновками Spillman et al. (2004), які встановили, що середній рівень обпалення ($\approx 200\text{--}230$ °C) стимулює утворення ароматичних альдегідів (ванілін, сиригальдегід), тоді як за вищих температур (> 260 °C) у структурі дуба починають переважати фенольні димні сполуки (гваякол, сиринол), що знижує ароматичну гармонію вина та підтвердили, що саме середній ступінь обпалення забезпечує оптимальне співвідношення фуранових і фенольних компонентів, тоді як надмірне обпалення призводить до втрати фруктових та ванільних нот.

Таким чином, середній ступінь обпалення ($200\text{--}230$ °C) є оптимальним для технології «le Bousinage», оскільки забезпечує збалансований перехід від поліфенольних до ароматичних структур. Отримані кількісні параметри (елагітаніни $2430 \rightarrow 220$ мг/кг; фурфурол $340 \rightarrow 1300$ мкг/г; ванілін $30 \rightarrow 44$ мкг/г) підтверджують, що контрольований рівень обпалення формує комплексний ароматичний потенціал без надмірної димності.

У цілому результати демонструють, що український дуб може бути повноцінною сировиною для виготовлення енологічної деревини високої якості, а встановлені температурні параметри можуть бути використані для оптимізації виробничих режимів технології «le Bousinage».

Обговорення. Відбір дубової деревини та її дозрівання є необхідними технологічними етапами у виробництві бондарної продукції та енологічної деревини. Сушка дубової деревини є одним із ключових етапів її підготовки як для бондарного виробництва, так і для виготовлення енологічної деревини. Правильне проведення цього процесу визначає фізико-хімічні властивості деревини, впливає на кількісний і якісний склад екстрагованих речовин та, відповідно, на сенсорні характеристики виноматеріалів, витриманих у контакт з дубом. Під час природного сушіння змінюється хімічний склад дуба: зменшується концентрація гірких танінів і підвищується вміст ароматичних речовин, таких як лактони, фенольні альдегіди, леткі феноли.

Отримані результати підтверджують, що ступінь обпалення за технологією «le Bousinage» є визначальним фактором формування фенольного та ароматичного профілю дубової деревини. Це узгоджується з висновками [5; 6; 11], які також встановили тісний зв'язок між температурою обпалення та утворенням ключових ароматичних компонентів.

Бузінаж (le Bousinage) – процес обпалення вогнем внутрішньої поверхні бочки. Залежно від тривалості обпалення, інтенсивності полум'я та досягнутої температури (зазвичай $430\text{--}460$ °C протягом 14–25 хвилин, залежно від обраного ступеня обпалення), органолептичний профіль деревини змінюється внаслідок її хімічної трансформації. Обпалення істотно змінює хімічний склад деревини. Термічна деградація макромолекул призводить до вивільнення летких сполук, а нагрівання стимулює утворення нових ароматичних компонентів. Основні продукти піролізу класифікуються на:

- монометоксильовані гваякольні групи, до яких належать: ванілін (аромат ванілі), євгенол (аромат гвоздики), гваякол (димовий аромат)
- диметоксильовані сиригільні групи, серед яких: сиринол (інтенсивний димовий аромат), ацетосиринол, сиринальдегід.

У бондарстві бузінаж – це не просто технологічна операція, а ключовий етап, що визначає смакову глибину й ароматичний баланс вина, яке витримується в бочках. Обпалення формує характер витримки, її складність і винну еволюцію. Крім того, для надання вина ароматики дуба, навіть коли витримка відбувається в нейтральних ємностях (нержавійка, бетон), використовують енологічну деревину, оброблену методом, аналогічним до бузінажу. Дубові елементи, обпалені за тими ж принципами, що й внутрішня поверхня бочок, передають винам аналогічні органолептичні властивості, створюючи ефект витримки в бочках.

Саме відкритий вогонь сприяє утворенню ширшого спектра ароматичних сполук, ніж обпалення у ростерах, через неоднорідність нагрівання по товщині деревини [6; 4]. Наші результати кількісно підтверджують цю закономірність для українського дуба (*Q. petraea*, *Q. robur*), розширюючи дані Courtegelongue на інший географічний тип сировини.

Порівняно з даними [14], які вивчали процеси екстракції ароматичних компонентів під час витримки вина, наше дослідження показало, що деградація фенольних сполук починається ще на рівні самої деревини, до її контакту з вином. Зниження концентрації елагітанінів від ≈ 2400 до ≈ 220 мг/кг свідчить, що основна термічна деструкція танінів відбувається саме під час обпалення, а не у процесі мацерації.

Отримані закономірності узгоджуються з даними [4; 3], які встановили, що енологічна деревина, обпалена традиційними методами, здатна відтворювати органолептичні характеристики, притаманні бочці. Саме на цьому принципі – процесі радіального обпалення відкритим вогнем – ґрунтується технологія обпалення енологічної деревини «le Bousinage».

На першому етапі дослідження, на основі аналітичних матеріалів, узагальнених в оглядовій статті [1], було розроблено технологічну схему виробництва енологічної деревини, результатом чого стала власна авторська технологія її виготовлення для подальшого використання у виноробстві.

Технологія виробництва енологічної деревини «le Bousinage» є результатом трирічних наукових досліджень, результати яких захищені патентами у Франції (FR 2874851), а також в Австралії, Китаї, Швейцарії, Німеччині, Іспанії, Великобританії, Угорщині, Італії та США. На ароматичному рівні ця технологія забезпечує оптимальні умови для термічної обробки дубових дощок з метою досягнення органолептичних характеристик, подібних до тих, які формуються внаслідок витримки в бочках.

У ході дослідження було поставлено такі завдання:

- Здійснити всебічну характеристику енологічної деревини з дуба;
- Проаналізувати леткий склад деревини різних ступенів обпалення на підставі результатів хімічного аналізу;
- Оцінити зміни сенсорних характеристик вин під впливом дубової деревини різного ступеня обпалення.

Одним із ключових чинників, що визначає характер впливу дубової бочки на смак і аромат вина, є ступінь обпалення внутрішньої поверхні деревини. Термічна обробка змінює хімічну структуру основних компонентів деревини – насамперед лігніну, геміцелюлоз, целюлози та елагітанінів. Залежно від інтенсивності обпалення, ці компоненти по-різному розпадаються, утворюючи леткі сполуки, що екстрагуються у вино під час витримки. Процес обпалення є ключовим етапом підготовки дубової деревини: саме в цей момент відбуваються піроліз лігніну, карамелізація геміцелюлоз і деградація елагітанінів, унаслідок чого утворюються

леткі фенольні, фуранові та альдегідні сполуки, що формують типовий аромат дуба. Хімічні реакції, що відбуваються під час обпалення, включають піроліз лігніну (утворення ваніліну, гваяколу, евгенолу, сиринголу), карамелізацію цукрів (утворення фуранових сполук із ароматами карамелі й мигдалю), а також термічний розпад елагітанінів [3; 13].

Ступінь обпалення визначає спектр ароматичних маркерів та формує індивідуальний сенсорний профіль деревини [12]. Легке обпалення (light toast) забезпечує переважання нот кокосу, свіжого дерева й танінової стійкості завдяки високому вмісту елагітанінів. Середнє (medium toast) створює баланс між фенольними і фурановими сполуками, надаючи вину гармонійних відтінків ванілі, горіхів і карамелі. Сильне обпалення (heavy toast) спричиняє глибоку деградацію лігніну з появою димних, кавових і пряних тонів, водночас зменшуючи структурну насиченість вина. Таким чином, ступінь обпалення безпосередньо визначає співвідношення фенольних і летких сполук, що формують загальну ароматичну складність і характер напою.

Кожен ступінь обпалення створює свій специфічний ароматичний профіль, який винороб може використовувати для досягнення бажаної стилістики вина. Серед типових ароматів, що формуються внаслідок різного ступеню обпалення: сухофрукти, ваніль, кава, тост, спеції, дим, горіхи, кокос, мигдаль, чорний перець тощо.

Таблиця 1

Основні ступені обпалення та їх вплив на вино

Джерело аромату	Продукти деградації	Характерний аромат
Полісахариди деревини (цукри)	5-гідроксиметил-2-фуральдегід	Карамель
	Метил-5-фурфурол	Підсмажений мигдаль
	2- і 3-фуральдегід	Свіжий мигдаль
Лігніни	Леткі феноли (гваякол, метил-4-гваякол, евгенол, сирингол, крезол тощо)	Пряно-деревний, копчений, гвоздичний, смолистий тощо
	Фенілалкілкетони (бутірованілон, ацетованілон, пропіванілон)	Ванільно-бальзамічний
	Фенольні альдегіди (ванілін, коніферальдегід, сиринальдегід, синапальдегід)	Ваніль, деревина, солодкі прянощі

Згідно з дослідженнями чотири фенольні альдегіди починають утворюватися вже при температурі 120°C. Монометоксильовані похідні (ванілін, коніферальдегід) дестабілізуються при 165°C, тоді як диметоксильовані (сиринальдегід, синапальдегід) – лише при 250°C. Підвищення температури обпалення від 160 до 280°C супроводжується переходом від домінування гідролізованих елагітанінів до формування летких фенольних і фуранових сполук. Така трансформація відображає типовий механізм термічної деградації лігніну, геміцелюлоз і танінів.

Реакція Майяра, яка вимагає присутності цукрів, амінокислот і високої температури, також сприяє утворенню ароматичних сполук.

Таким чином, ступінь обпалення не лише впливає на інтенсивність ароматичних сполук, а й визначає танінову структуру, об'єм і загальну гармонію вина. Вибір відповідного ступеню є одним із найважливіших рішень у процесі витримки.

Хімічний аналіз

З метою визначення змін у складі фенольних та летких компонентів дубової деревини під впливом різного ступеня обпалення у лабораторії Laboratoire Études et Contrôles (Франція) було проведено комплексний хроматографічний аналіз зразків *Quercus petraea* та *Quercus robur*. Для дослідження застосовували методи високоефективної рідинної хроматографії (HPLC), високоефективної іонної хроматографії (HPLC) та газової хроматографії з мас-спектрометрією (GC-MS). Це дозволило кількісно оцінити вміст основних фенольних кислот, альдегідів, фурфурольних сполук, а також летких фенолів і лактонів, що формують ароматичний профіль вина. Отримані результати наведено в таблиці, де відображено залежність концентрацій індивідуальних сполук від температури та тривалості обпалення деревини за технологією «le Bousinage» [10].

Аналіз показав, що підвищення температури та тривалості обпалення дубової деревини істотно змінює її хімічний склад. Галова кислота та загальні еллагітаніни зазнають глибокої деградації, що узгоджується з термолабільністю цих сполук. Елагова кислота демонструє коливання: після середнього обпалення концентрація

Таблиця 2

Джерела аромату: деградація основних компонентів

Ступінь обпалення	Хімічні зміни	Органолептичний ефект	Рекомендовані стилі вин
Легка (Light toast) 160–180 °C	Мінімальна деградація лігніну → невелика кількість ваніліну; незначний розклад полісахаридів; найвищий вміст елагітанінів, швидка екстракція	Ніжні ванільні ноти, яскрава фруктовість і кислотність, вищий таніновий вплив, стримана структура	Підходить для тонких червоних або молодих білих вин, які потребують мінімального впливу аромату дуба та вищого рівня танінів
Середня (Medium toast) 200–230 °C	Помірна деградація лігніну → утворення ваніліну, евгенолу; розпад геміцелюлози → карамельні ноти; зменшення елагітанінів → м'якші таніни	Комплексні аромати ванілі, спецій, карамелі, мигдалю; округлість, глибина, баланс; середньо-насичена структура	Підходить для зрілих червоних вин або білих витриманих вин
Сильна (Heavy toast) 250–280 °C	Сильна деградація лігніну та танінів; піроліз → димні феноли (гваякол, сирингол, крезол); зниження ваніліну; можливе утворення акролейну	Аромати димленого дерева, тютюну, чорного перцю, какао; м'яка структура, мінімальний таніновий вплив; глибина, але ризик втрати сортової типовості	Підходить для потужних червоних вин, які потребують стилістичної трансформації та солодких вин, яким потрібні димні, складні тони

зростає, проте при сильному – різко зменшується. Ванілін та синальдегід зберігають відносну стабільність, без різких коливань між ступенями обпалення. Натомість фурфурол, 5-метилфурфурол та 5-гідроксиметилфурфурол значно зростають при сильному обпаленні, що свідчить про інтенсивний розклад вуглеводної матриці деревини. Особливо вираженою є тенденція накопичення сириноголу та його похідних (4-алілсириноголу, 4-метилсириноголу), які практично відсутні при легкому обпаленні, але різко збільшуються при сильному. Важливо, що віскі-лактони (транс- та цис-ізомери) у зразках не ідентифікувалися, що може пояснюватися специфікою біологічного виду деревини.

Таким чином, головна тенденція полягає у переході від домінування гідролізованих танінів до накопичення летких фенольних та фуранових сполук при підвищенні ступеня обпалення.

Дослідження показують, що при легкому обпаленні зберігається більша кількість фенольних сполук, тоді як при сильному обпалюванні – їхній вміст суттєво зменшується. Вплив ступеня обпалення дубової щепи на вміст елагітанінів під час витримки вина, було встановлено певні закономірності. При легкому обпаленні зафіксовано найвищий рівень С-глікозидних елагітанінів – 41,76 мг/л, який досягався вже на сьомий день витримки. За умов середнього обпалення максимальний вміст становив 18,89 мг/л, і він досягався на двадцять перший день. У випадку сильного обпалення спостерігали найнижчий показник – лише 1,92 мг/л, що проявлявся на двадцять восьмий день експерименту. Ці результати свідчать про зворотну залежність між ступенем обпалення та концентрацією екстрагованих елагітанінів.

Наші дані підтверджують результати [14], які на молекулярному рівні охарактеризували вплив термічної обробки на ароматичну диференціацію французької деревини дуба (*Quercus sessilis*). Процес обпалення дубової деревини відкритим вогнем створює температурний градієнт, унаслідок якого у зовнішніх шарах деревини формуються фуранові сполуки (фурфурол, 5-гідроксиметилфурфурол), у середніх – фенольні альдегіди (ванілін, сиригальдегід), а у внутрішніх – зберігаються елагітаніни.

На відміну від цього, наше дослідження спрямоване на кількісну оцінку цих змін у деревині українського походження (*Q. petraea*, *Q. robur*) після різних ступенів обпалення. Встановлено, що середній рівень температури (200–230 °C) забезпечує оптимальний баланс між деградацією елагітанінів і утворенням ароматичних сполук (фурфурол – до 1295 мкг/г, сиригол – до 182 мкг/г, ванілін – $\approx$ 44 мкг/г), що кількісно підтверджує результати Courtegelongue та розширює їх на деревину іншого географічного походження. Таким чином, наші дані не лише підтверджують молекулярну модель Courtegelongue, а й конкретизують її у вигляді кількісних показників для оптимізації режимів обпалення у промисловій практиці.

Технологія обпалення деревини за технологією «le Bousinage» імітує ефекти, що виникають у верхніх шарах клепок при традиційному обпаленні бочки: інтенсивна та короткотривала теплова дія здійснюється у радіальному напрямку. При цьому поверхневі шари деревини зазнають значно вищих температур порівняно з глибшими шарами, що створює виражений тепловий градієнт. Цей градієнт відіграє ключову роль у формуванні складного ароматичного профілю та забезпечує високу відповідність сенсорних характеристик кінцевого продукту деревині, що використовується в класичних бочках.

Підготовка дубових заготовок до термічної обробки передбачає їх нарізання на відрізки довжиною один метр та обробка контактних поверхонь для досягнення

Таблиця 3

**Леткий склад (мкг/г) шматочків деревини дуба
при різних ступенях обпалення за технологією «le Bousinage»
за результатами хроматографічного аналізу**

Тип зразка: деревина дуба (<i>Quercus petraea</i> та <i>Quercus robur</i>)		Легка ступінь обпалення L	Середня ступінь обпалення M	Сильна ступінь обпалення H
Температура обпалення		160-180 °C	200-230 °C	250-280 °C
Тривалість обпалення		5-15 хвилин	15-25 хвилин	20-30 хвилин
Колір обпаленої деревини		Світло коричневий	Коричневий	Темно-коричневий
Галова кислота	HPLC	449.6	337.1	23.4
Елагова кислота	HPIC	857.4	776.7	1015.2
Елагова кислота після гідролізу	HPIC	3104.2	3210.1	1236.4
Загальні еллагітаніни	HPIC	2246.8	2433.4	221.1
Ванілінова кислота	HPLC	28.7	17.0	64.3
Сирингова кислота	HPLO	35.0	26.2	171.8
Ванілін	HPIC	30.3	26.0	44.4
Сирингальдегід	HPLC	92.0	76.2	304.8
Коніферальдегід	HPLC	293.5	227.1	131.9
Синапальдегід	HPIC	658.0	680.4	634.4
Фурфурол	HPLC	339.5	490.2	1295.4
5-метилфурфурол	HPLO	45.3	49.7	139.7
5-гідроксиметилфурфурол	HPIC	126.8	200.1	236.5
Гваякол	GCMS	не виявлено	не виявлено	3.1
Транс-віскі-лактон	GCMS	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Цис-віскі-лактон	GCMS	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Сирингол	GCMS	1.7	3.5	182.5
Евгенол	GCMS	1.0	1.7	2.2
Ізоевгенол	GCMS	2.7	4.4	7.9
4-алілсирингол	GCMS	0.9	1.2	5.8
4-метилсирингол	GCMS	не виявлено	не виявлено	3.2

максимально гладкої текстури, аналогічної внутрішній стороні бочки. Згідно з даними бондарної практики, вино здатне проникати на глибину до 6 мм у товщу клепок, витягуючи ароматичні сполуки, характерні для деревини. З огляду на це, для імітації аналогічного ефекту, заготовки додатково стругаються на глибину до 12 мм з обох боків, що забезпечує оптимальне ароматичне збагачення.

Подальше радіальне обпалення здійснюється шляхом повільного прогрівання заготовок, розміщених на спеціальних рамах навколо жаровні, топленої дубовими полінами. Така технологія забезпечує формування температурного градієнта по товщині деревини, аналогічного тому, що утворюється в клепці бочок під час традиційного обпалення.

Ключовим етапом є швидке охолодження заготовок одразу після термічної обробки, що сприяє реконденсації летких ароматичних сполук, таких як фурфурол, о-крезол, гваякол тощо – подібно до процесів, що відбуваються у класичному бондарстві.

Комплекс технологічних умов, передбачених технологією «le Bousinage», забезпечує вищу насиченість ароматичного профілю у порівнянні з методами обпалення в ростерах або печах – як за кількісними, так і за якісними характеристиками ароматичних молекул. У контакті з вином така деревина демонструє органолептичні властивості, максимально наближені до бондарної клепок.

Сенсорний аналіз

Для комплексної оцінки впливу енологічної деревини різного ступеня обпалення на формування органолептичних властивостей вина було проведено сенсорний аналіз у Лабораторії сенсорного аналізу ОНТУ. Сенсорне дослідження мало на меті встановити зміни ароматичного та смакового профілю білих та червоних вин, залежно від типу й інтенсивності термічної обробки дубової деревини. Для оцінювання застосовували стандартизовані методики, зокрема описовий метод (descriptive analysis) для визначення інтенсивності ключових дескрипторів та метод профілю флейвора (flavour profile). Для проведення сенсорної оцінки була сформована дегустаційна комісія відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO 8586 та ISO 5492, які регламентують підготовку, кваліфікацію та роботу дегустаторів у сенсорних дослідженнях. Склад комісії забезпечував достатню репрезентативність і відтворюваність результатів, що дозволило об'єктивно оцінити вплив енологічної деревини різного ступеня обпалення на ароматичні та смакові характеристики вин.

Надалі наведено приклад сенсорного аналізу білого вина сорту Шардоне (рис. 1) та червоного вина сорту Мерло (рис. 2). Представлені профілі відображають узагальнені результати оцінювання, отримані на основі середніх балів дегустаційної комісії, сформованої відповідно до міжнародних стандартів сенсорного аналізу. Таке подання дає змогу порівняти характерні ароматичні й смакові особливості обох вин та простежити вплив різних ступенів обпалення енологічної деревини, виготовленої за технологією «le Bousinage».

На рисунку 1 представлено п'ять радарних діаграм («павутин»), що відображають сенсорні характеристики вин сорту Шардоне після 12-місячної витримки з енологічною деревиною різних ступенів обпалення (NC, L, M, M+, H), обпаленою за технологією «le Bousinage» у дозуваннях 1–5 г/л. Контрольний зразок демонструє стабільно високу фруктову свіжість і помірну ароматичну інтенсивність, характерні для вин без контакту з деревиною.

Для варіантів із не обпаленою деревиною (NC) ароматична інтенсивність утримується на рівні контролю при дозуванні 1 г/л, але зменшується до 3 балів

у варіанті 5 г/л. Показник «свіжі фрукти» залишається стабільним до 4 г/л, проте різко знижується при максимальному дозуванні. Пряні, ванільні та димні ноти залишаються слабо вираженими, кислотність підвищується у варіантах 2 і 5 г/л, а гіркота – у зразку 4 г/л. Найбільш збалансованими виявилися дози 1–3 г/л.

Легке обпалення (L) забезпечує помірну зміну сенсорного профілю. Ароматична інтенсивність стабільна у зразках 1–4 г/л і зростає до 6 балів при 5 г/л. Фруктовість частково знижується у зразках 1–3 г/л, але повертається до рівня контролю при 4–5 г/л. М'які пряні й ванільні ноти посилюються у дозуваннях 2–4 г/л, тоді як димність залишається мін

Середня ступінь обпалення (M) формує насиченіший ароматичний профіль. Ароматична інтенсивність підвищується до 5 балів у варіантах 4 та 5 г/л, тоді як фруктовість здебільшого стабільна. Пряна інтенсивність та ванільні ноти посилюються, а димність зберігається на рівні 1 бала у всіх дозуваннях. Гіркота незначна, кислотність у зразках 3 і 5 г/л – підвищена. Загалом середнє обпалення забезпечує гармонійний баланс між фруктовістю і вторинними ароматами.

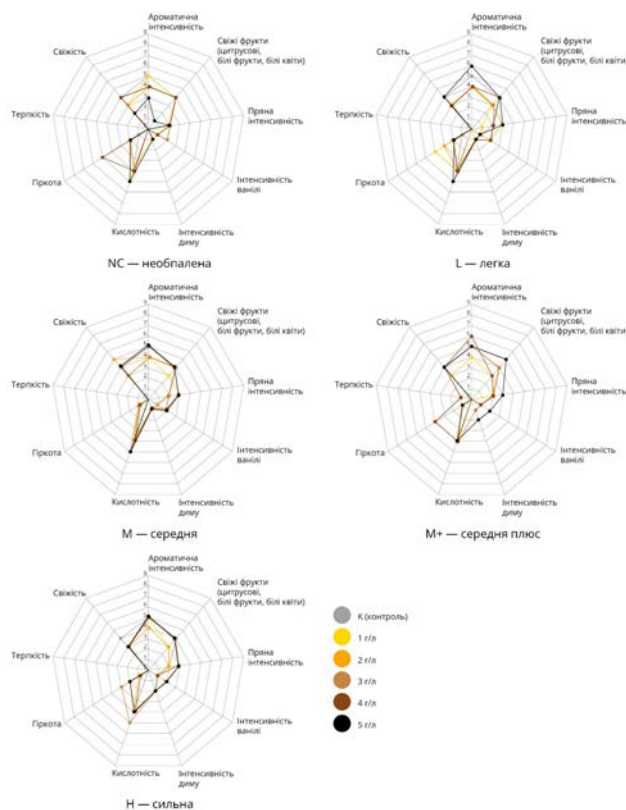


Рис. 1. Сенсорний профіль вин сорту Шардоне після 12-місячної витримки з енологічною деревиною, обпаленою за технологією «le Bousinage», визначений за описовим методом та методом профілю флейвора, для різних ступенів обпалення (NC, L, M, M+, H) та дозувань 1–5 г/л у порівнянні з контролем

Середня плюс ступінь обпалення (M+) характеризується більш інтенсивним ароматичним профілем. Ароматична інтенсивність досягає максимуму при дозуванні 4 г/л (6 балів). Фруктові ноти здебільшого стабільні, зниження спостерігається лише у зразках 1 і 4 г/л. Пряність та ваніль виражені помірно, а димність зростає у варіантах 3 і 5 г/л. У зразках 3 і 4 г/л суттєво зростає гіркота, що може бути наслідком інтенсивної термічної деградації дубильних компонентів. Середня плюс ступінь обпалення формує багатший аромат, але при високих дозуваннях може посилювати гіркі тони.

Сильне обпалення (H) забезпечує найбільш виразний дубовий вплив. Ароматична інтенсивність у всіх зразках утримується на рівні 4–5 балів. Фруктові ноти знижуються у дозах 1–2 г/л, але відновлюються при 3–5 г/л. Пряність і ваніль посилюються у зразках 3–5 г/л, а димність у всіх варіантах підвищена до 2 балів. Гіркота зростає у зразках 2 і 3 г/л, тоді як свіжість загалом знижується до 3 балів. Сильний ступінь обпалення надає винам виразних тостових і димних характеристик, зберігаючи при цьому помірну фруктовість і кислотність.

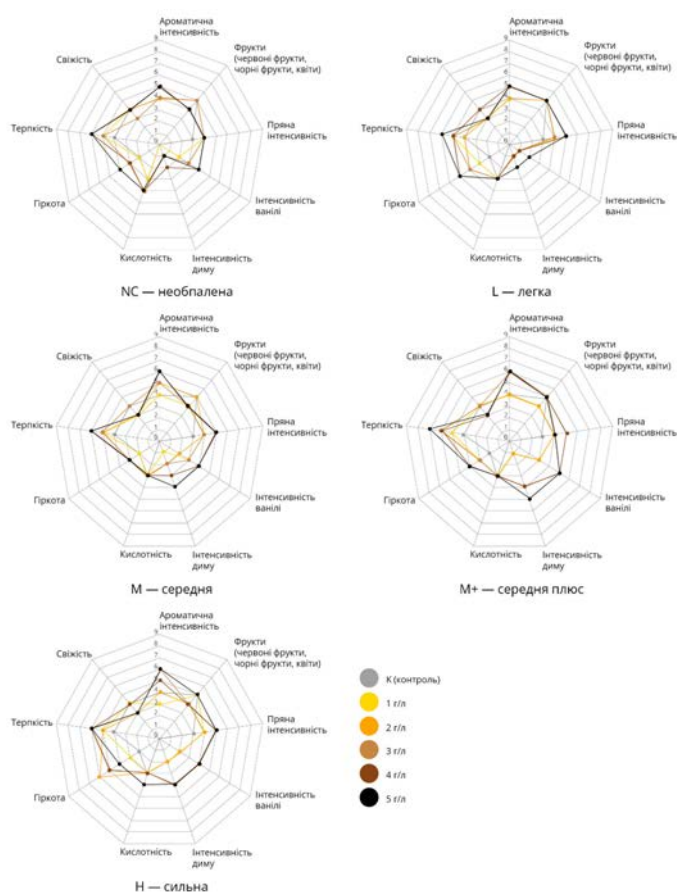


Рис. 2. Сенсорний профіль вин сорту Мерло після 12-місячної витримки з енологічною деревиною, обпаленою за технологією «le Bousinage», визначений за описовим методом та методом профілю флейвора, для різних ступенів обпалення (NC, L, M, M+, H) та дозувань 1–5 г/л у порівнянні з контролем

На рисунку 2 представлено «павутинні» діаграми, що відображають особливості органолептичного профілю вин сорту Мерло після 12-місячної витримки з енологічною деревиною різних ступенів обпалення (NC, L, M, M+, H), виготовленою за технологією «le Bousinage», у дозуваннях 1–5 г/л. Контрольний зразок вирізняється максимальною фруктовістю (червоні та чорні фрукти, квіти) та помірно ароматичною інтенсивністю, що відповідає типовим характеристикам Мерло без контакту з деревиною.

Використання не обпаленої деревини (NC) насамперед впливає на інтенсивність вторинних ароматів, зберігаючи базову фруктовість вина. Ароматична інтенсивність відповідає контролю у варіантах 1–3 г/л і підвищується до 5 балів при 4–5 г/л. Фруктовий дескриптор залишається стабільним у зразках до 3 г/л, хоча зменшується у верхніх дозуваннях. Пряність посилюється до 4 балів у всіх варіантах, що вказує на формування дубових відтінків навіть без термічної обробки деревини. Ванільні тони підвищуються від 2 до 4 балів, димні ноти стають помітними починаючи з 2 г/л, досягаючи максимуму при 4 г/л. Кислотність зростає у зразках 2–5 г/л, гіркота – до 3–4 балів при високих дозуваннях, а терпкість утримується на високому рівні (5–6 балів). Свіжість загалом стабільна (3–4 бали). Таким чином, не обпалена деревина зберігає сортовий характер Мерло, але за дозування понад 3 г/л значно підсилює пряні, гіркі та терпкі ноти.

Застосування деревини легкого обпалення (L) забезпечує помірне збагачення сенсорного профілю без втрати фруктовості. Ароматична інтенсивність підвищується до 5 балів у дозуваннях 3–5 г/л. Фруктовість зберігається на максимальному рівні (5 балів). Пряні ноти посилюються (до 5 балів у зразках 4–5 г/л), ваніль проявляється стабільно (1–2 бали), димність слабо виражена, але зростає до 2 балів при 5 г/л. Кислотність зберігається на рівні контролю, а гіркота збільшується до 4–5 балів у високих дозах. Терпкість підвищується до 6 балів, а свіжість частково знижується. У підсумку легке обпалення формує гармонійний ароматичний профіль, доповнюючи фруктовість м'якими пряними та ванільними нотами.

Середній ступінь обпалення (M) суттєво збагачує структуру аромату. Ароматична інтенсивність зростає до 6 балів при дозуваннях 4–5 г/л. Фруктовість зберігається на рівні 4–5 балів, хоча дещо знижується у варіанті 1 г/л. Пряна інтенсивність і ванільність помітно посилюються у верхніх дозах (до 5 та 4 балів відповідно), димність збільшується до 4 балів. Кислотність стабільна, гіркота помірно зростає, а терпкість посилюється до 6 балів при дозуваннях 4–5 г/л. Свіжість переважно знижується до 3 балів. Таким чином, режим M сприяє формуванню насиченого, пряно-димного профілю.

Ступінь обпалення M+ забезпечує ще більш екстрактивний характер. Ароматична інтенсивність досягає 6 балів у зразках 3–5 г/л, фруктовість стабілізується на рівні 5 балів, пряність підсилюється до 5 балів, а ванільність – до 5 балів, що характерно для обпалення M+. Димність демонструє стрімке зростання до 5 балів. Гіркота посилюється (до 4 балів), а терпкість досягає максимуму (6–7 балів). Свіжість частково знижується. Загалом ступінь M+ формує найбільш виразний ванільний та димний ароматичний комплекс серед помірних режимів термічного впливу.

Сильний ступінь обпалення (H) створює найбільш інтенсивний дубовий вплив на Мерло. Ароматична інтенсивність зростає до 6 балів у варіантах 3–5 г/л, фруктові ноти частково знижуються при 2–4 г/л, але відновлюються при 5 г/л. Пряність і ванільність досягають максимальних значень (5 та 4 бали), а димність є найінтенсивнішою серед усіх режимів (4 бали). Кислотність переважно відповідає

контролю, гіркота істотно зростає (до 5–6 балів), а терпкість залишається високою (6 балів). Свіжість знижується до 3 балів у деяких варіантах. Загалом сильне обпалення формує потужний димний профіль, що є доречним лише для вин із виразною структурою.

Тип деревини та дозування альтернативних дубових виробів повинні підбиратися залежно від характеристик вина, цілей витримки та етапу технологічного процесу. Рекомендовані дози коливаються від 0,25 до 15 г/л, залежно від форми матеріалу, бажаної інтенсивності ефекту та стилю вина. Під час мацерації оптимальне дозування дубової щепи (3–6 г/л) забезпечує збалансовану екстракцію фенольних сполук і стабільність кольору, тоді як надмірне дозування або надто тривалий контакт можуть призвести до втрати гармонійності та зниження якості сенсорного профілю [7]. Подібні результати які встановили, що швидкість і кінетика екстракції поліфенолів із дубових щеп залежать не лише від ботанічного виду деревини, але й від кількості внесеного матеріалу: більша маса чипсів прискорює дифузію фенольних сполук у вино на початкових етапах контакту. Крім того, товщина дубових елементів істотно впливає на динаміку екстракції та якість вина: тонші елементи забезпечують швидше насичення фенольними і ароматичними сполуками, тоді як товстіші – сприяють поступовій дифузії, що зумовлює більш збалансований розвиток аромату та текстури напою [5]. На початкових етапах контакту відбувається активна екстракція фенольних і летких речовин, зокрема елагітанінів, що може спричиняти тимчасовий грубуватий чи «зелений» присмак. Надалі ці сполуки зазнають полімеризації та трансформацій, формуючи більш гармонійний ароматично-смаковий профіль.

Отримані результати узгоджуються з висновками, що розмір і формат дубових фрагментів безпосередньо впливають на швидкість дифузії фенольних і летких сполук у вино [8]. У нашому дослідженні встановлено, що дрібнодисперсні форми (щепи, кубики), оброблені за технологією «le Bousinage», забезпечують інтенсивне початкове насичення вина фурфуролом і фенольними альдегідами вже протягом перших днів контакту. Водночас великоформатні елементи (клепки, вставки) сприяють поступовій екстракції з перевагою стабільних ароматичних компонентів – сиринголу, ваніліну та елагової кислоти.

Таким чином, підтверджено, що швидкість і повнота екстракції визначаються не лише геометричними параметрами деревини, а й способом її термічної обробки. Застосування технології «le Bousinage» забезпечує контрольований ароматичний профіль навіть у дрібних формах енологічної деревини, що дозволяє відтворювати ефект бочкової витримки за коротший термін без втрати гармонійності сенсорних характеристик.

Вибір дозування продукції ТМ Bousinage базується на науково обґрунтованих підходах, підтверджених результатами попередніх досліджень [7; 15; 18]. Встановлено, що оптимальне дозування енологічної деревини визначається не лише інтенсивністю бажаного смакового та ароматичного ефекту, а й характеристиками конкретного вина, яке підлягає витримці. Для молодих і легких вин доцільним є використання мінімальних доз, які забезпечують делікатне підкреслення фруктовості та свіжості без надмірного дубового впливу. У випадку більш насичених вин застосування підвищених доз сприяє кращій інтеграції танінів, розвитку складніших ароматів і формуванню додаткової глибини смаку. Тривалість контакту також є критичним фактором: короткочасна витримка забезпечує легкі ароматичні акценти, тоді як триваліший контакт з деревиною формує виразніші тостові, пряні та димні ноти та більш гармонійну структуру. Таким чином,

оптимальне дозування продукції ТМ Bousinage повинно визначатися з урахуванням стилю вина, його потенціалу витримки та цільового сенсорного ефекту, відповідно до закономірностей, описаних у вищезгаданих роботах.

На основі результатів трирічних досліджень, встановлено, що перевищення концентрації дубової альтернативи понад 12 г/л спричиняє надмірний дубовий вплив, який призводить до втрати смакової гармонійності та приглушення сортових характеристик вина. Оптимальні межі дозування залежать від форми деревного матеріалу, його питомої ваги та технологічного етапу застосування, проте узагальнені результати свідчать, що найкращий баланс між ароматичною насиченістю та сенсорною гармонією досягається при дозуванні 3–5 г/л. Такі параметри забезпечують помірну екстракцію фенольних і летких сполук без перевантаження вина дубовими тонами, що узгоджується з рекомендаціями вищезгаданих авторів.

Технологія обпалення, яку використовує ТМ Bousinage, забезпечує максимально можливе збереження природних ароматичних компонентів у деревині. Завдяки цьому ця продукція відзначається значно більшою багатогранністю й складністю порівняно з деревиною, виготовленою методами торрефакції або обпалення у звичайних печах.

Аналогічно до традиційного бондарства, ТМ Bousinage пропонує свої продукти у п'яти класичних ступенях обпалення (UN – необпалена, L – легка, M – середня, M+ – середня плюс, H – сильна), що дає змогу виноробу гнучко керувати ароматичним профілем вина, підбираючи оптимальний рівень залежно від стилю напою та бажаного сенсорного результату. Залежно від форми (щепи, кубики, клежки, вставки), ступеня обпалення та способу застосування, енологічна деревина може вводитися як на етапі мацерації та ферментації, так і під час витримки або перед розливом у пляшки. Її використання сприяє стабілізації кольору, зменшенню інтенсивності рослинних і редуційних тонів, збагаченню вин фруктовими, пряними та тостовими відтінками, формуванню округлості та повноти смаку.



Рис. 3. Енологічні продукти виготовлені за технологією «le Bousinage»

Dovelles – дубові клежки, або стеви для нейтральних ємностей – це довгі планки дубової деревини, призначені для застосування у нержавіючих або бетонних ємностях. Вони забезпечують поступову та контрольовану екстракцію

Таблиця 4

**Енологічна ціль та органолептичний вплив застосування
Dovelles TM Bousinage**

Тип вина	Енологічна ціль	Органолептичний вплив
Концентровані червоні вина	Dovelles M i M+ поступово розкривають ароматичний потенціал вина. Обпалення Н надає більшої димності та пряності.	Солодкість, відтінки ванілі, чорносливу й прянощів. Легкі димні ноти залежно від ступеня обпалення. Більша ароматична складність.
Легкі червоні вина	Dovelles M i M+ розкривають ароматичний потенціал вина, дозволяючи йому м'яко виражатися.	Ваніль, пряність, смажені та підпечені відтінки залежно від обпалення. Посилене відчуття солодкості та сортових ароматів. Зростання об'єму і структури смаку.
Повнотілі білі вина	Dovelles M i M+ сприяють розвитку ароматичного потенціалу, розкриваючи фруктові ноти та надаючи тіло і повноту винам. Зменшуються рослинні і піразинові характеристики; м'який дубовий характер формується при контакті до 6 міс. після ЯМБ.	Ваніль, абрикос, персик, пряність, підпечений хліб. Вино стає тонким, структурним і комплексним.
Легкі білі вина	Dovelles L i M покращують повноту смаку вина, надаючи більш елегантні й складні смакові профілі та пом'якшуючи різкі ароматичні ноти.	Ваніль, абрикос, персик, мінеральність, ароматичний чай. Тонке, структурне і комплексне враження.

фенольних і ароматичних сполук, відтворюючи ефект класичної витримки у новій барріці. Використання клепок надає вину вишукані деревні ноти, формує багатогарбований ароматичний профіль і сприяє розвитку смакової гармонії, тоді як їхня кількість підбирається відповідно до бажаного рівня інтенсивності впливу.

Як видно з таблиці, енологічний ефект дубової альтернативи (Dovelles L, M, M+) залежить від типу вина та інтенсивності обпалення.

– Для концентрованих червоних вин, Dovelles M i M+ забезпечують розкриття аромату, поєднання солодкості, ванілі та прямих відтінків, а при сильному обпаленні – легку димність.

– У легких червоних винах вони формують м'якший аромат, підсилюють солодкість і сортову виразність, збагачуючи структуру смаженими нюансами.

– Для повнотілих білих вин середнє обпалення розвиває фруктові тони, надає тіло, пригнічує рослинні та піразинові ноти, формуючи збалансований дубовий характер.

– У легких білих винах Dovelles L i M підкреслюють елегантність і комплексність, пом'якшують різкі ноти й додають відтінки ванілі, мінеральності та чаю.

Таблиця 5

Рекомендації із застосування Dovelles TM Bousinage

DOVELLES			
Тип вина	Рекомендоване дозування	Момент внесення	Рекомендована тривалість контакту
Концентровані червоні вина	1–6 планок / 100 л	Витримка	Від 8 місяців
Легкі червоні вина			Від 6 місяців
Повнотілі білі вина			Від 8 місяців
Легкі білі вина			Від 6 місяців

Dovelles рекомендується застосовувати у дозуванні 1–6 планок/100 л вина з мінімальною тривалістю контакту від 6 до 8 місяців, залежно від типу вина: довший період для концентрованих червоних та повнотілих білих вин.

Lattes – вставки для бочок, або мініклепка – це вставки для бочок, або мініклепки, що являють собою компактні елементи дубової деревини, які вставляються безпосередньо у вже використані барріки, продовжуючи їхній експлуатаційний ресурс. Конструктивно вони формуються у модулі за допомогою гнучких кріплень та фіксуються у бочковому отворі. Такий підхід дозволяє поєднувати ароматичний внесок свіжообпаленої деревини з ефектом природного мікроокиснення крізь стінки старої бочки. Характер впливу Lattes відзначається повільною, збалансованою екстракцією, яка формує делікатні деревні відтінки та гармонійне смакове забарвлення вина.

Таблиця 6

Енологічна ціль та органолептичний вплив застосування Lattes TM Bousinage

Тип вина	Енологічна ціль	Органолептичний вплив
Концентровані червоні вина	Lattes M, M+ та H забезпечують повільну й поступову екстракцію компонентів деревини, що імітує процес витримки у бочках. Сприяють підвищенню ароматичної складності вина.	Відчутні ноти ванілі та спецій, а також смажені й підсмажені аромати залежно від ступеня обпалення. Зростає відчуття солодкості, об'ємності та структурності смаку.
Повнотілі білі вина	Lattes L, M та M+ оптимальні для білих вин, у яких необхідно підкреслити ноти сухофруктів і спецій.	Нюанси ванілі, мінеральності, ароматичного чаю, а також смажені й підсмажені аромати. Смак відзначається вишуканістю, структурністю й складністю.

Встановлено, що використання дубової альтернативи Lattes забезпечує повільну екстракцію дубових компонентів, що повністю імітує процеси, притаманні класичній бочковій витримці.

– У концентрованих червоних винах Lattes M, M+ та H збагачують ароматичну складність і надають солодкість та структурність із ванільно-пряними й смаженими нотами.

– Для повнотілих білих вин Lattes L, M та M+ підкреслюють ноти сухофруктів і спецій, забезпечують мінеральність, витонченість і складність смаку.

Таблиця 7

Рекомендації із застосування Lattes TM Bousinage

LATTES			
Тип вина	Рекомендоване дозування	Момент внесення	Рекомендована тривалість контакту
Концентровані червоні вина	3–12 планок на баррік	Витримка в бочці	Від 4 місяців
Повнотілі білі вина			

Таким чином, використання Lattes дозволяє гнучко управляти сенсорним профілем, наближаючи його до ефекту традиційної дубової витримки, але з більшою технологічною керованістю.

Рекомендоване застосування Lattes для концентрованих червоних вин становить 3–12 планок на барік з тривалістю контакту від 4 місяців під час витримки в бочці; для повнотілих білих вин – подібна технологія застосовується, хоча конкретні параметри варіюють залежно від стилю.

Barrettes – кубики, доміно – це дубові кубики, що характеризуються тривимірною структурою, яка забезпечує інтенсивну та рівномірну екстракцію фенольних і ароматичних компонентів у вино. Завдяки високій ефективності масообміну вони здатні прискорювати формування сенсорного профілю вина. Використання Barrettes є доцільним як у червоних, так і у білих винах, оскільки вони сприяють посиленню фруктовій експресії, наданню вину більшої округлості та в'язкості («жирності»), а також забезпечують розвиток збалансованого смаку з підвищеною ароматичною складністю.

Таблиця 8

Енологічна ціль та органолептичний вплив застосування Barrettes TM Bousinage

Тип вина	Енологічна ціль	Органолептичний вплив
Концентровані червоні вина	Barrettes L, M та M+ знижують інтенсивність трав'янистих і рослинних відтінків та сприяють стабілізації кольору. Barrettes M і M+ забезпечують поступове розкриття ароматичного потенціалу. Barrettes H додають виражені димні та пряні нюанси.	Відчуття солодкості, відтінки ванілі, легкі димні ноти залежно від ступеня обпалення. Більша ароматична складність.
Легкі червоні вина	Barrettes L, M та M+ зменшують прояви трав'янистості й стабілізують колір. Barrettes M і M+ сприяють поступовому розкриттю ароматів та вираженню фруктових нот.	Ваніль, спеції, смажені й підпечені відтінки залежно від обпалення. Посилене відчуття солодкості та різноманіття ароматів. Зростання об'єму й структури смаку.
Повнотілі білі вина	Barrettes M та M+ сприяють розвитку ароматичного потенціалу, розкриваючи фруктові ноти, надаючи тілу та округлості. Знижуються рослинні характеристики. Екстракція відбувається поступово.	Ваніль, абрикос, персик, спеції, підпечений хліб. Смак тонкий, структурний і комплексний.
Легкі білі вина	Barrettes L та M підсилюють текстуру й відчуття у роті, створюючи більш елегантні та складні смакові профілі, пом'якшуючи аромати.	Ваніль, абрикос, персик, мінеральність, ароматичний чай. Тонке, структурне й комплексне враження.

Згідно з дослідженнями, дубова альтернатива у формі Barrettes має широкий спектр енологічних ефектів:

– У червоних винах Barrettes L, M і M+ знижують трав'янистість, стабілізують колір і підкреслюють фруктовість, тоді як Barrettes H додають димні та пряні нюанси.

– У білих винах Barrettes M і M+ надають тіло, округлість і комплексність, тоді як Barrettes L і M підсилюють текстуру, роблять аромат елегантним, додають ноти ванілі, фруктів і мінеральності.

Таким чином, Barrettes є універсальним інструментом для корекції смаку й аромату вин різних стилів, поєднуючи стабілізаційний ефект у червоних із розвитком фруктово-пряного профілю в білих.

Рекомендації із застосування Barrettes TM Bousinage			
BARRETTES			
Тип вина	Рекомендоване дозування	Момент внесення	Рекомендована тривалість контакту
Концентровані червоні вина	3–6 г/л	Витримка	Від 3 місяців
Легкі червоні вина	1–4 г/л		
Повнотілі білі вина	3–6 г/л		
Легкі білі вина	1–3 г/л		

Рекомендоване дозування Barrettes становить 1–6 г/л залежно від стилю вина: для концентрованих червоних та повнотілих білих – 3–6 г/л, для легких червоних – 1–4 г/л, для легких білих – 1–3 г/л; мінімальна тривалість контакту – від 3 місяців.

Chapelure – чінси, або щена.

Це тонкі фрагменти дубової деревини, які характеризуються високою питомою площею поверхні та, відповідно, інтенсивним контактом із вином. Завдяки цій властивості вони забезпечують швидку та ефективну екстракцію фенольних і ароматичних сполук. Chapelure може застосовуватися як на етапі алкогольної ферментації, так і під час витримки вин, виконуючи подвійне технологічне завдання – корекцію сенсорного профілю та стабілізацію хімічного складу. В умовах ферментації додавання дубової щепи сприяє розкриттю фруктових відтінків, згладженню рослинних і «зелених» тонів, інтенсифікації та стабілізації кольору червоних вин, а також наданню тілу вина більшої округлості й повноти. При використанні на етапі витримки Chapelure формує характерні для бочкової витримки сенсорні характеристики, забезпечуючи поєднання фруктовості з делікатними дубовими та тостовими нюансами.

Дубова альтернатива Chapelure є багатфункціональним інструментом, який може застосовуватися на різних етапах виноробства – від холодної мацерації та ферментації до витримки та підготовки вина до розливу.

– Концентровані червоні вина: внесення Chapelure L, M і M+ під час мацерації чи ферментації стабілізує колір, знижує зелені тони, підвищує об'єм смаку. Під час витримки або перед розливом Chapelure (L–H) формує виразний дубовий профіль із солодкістю, ваніллю та легкою димністю, збільшуючи ароматичну складність.

– Легкі червоні вина: під час ферментації Chapelure зменшує редуційні характеристики та піразини, посилює фруктовість і додає округлості тілу. Використання

Таблиця 10

**Енологічна ціль та органолептичний вплив застосування
Chapelure TM Bousinag**

Тип вина	Енологічна ціль	Органолептичний вплив
Концен- тровані червоні вина	Під час холодної мацерації, ферментації та постферментаційної мацерації: Найбільш доцільний момент внесення для стабілізації кольору – після відділення ягід від гребенів. Chapelure L, M і M+ сприяє підвищенню об'єму смаку в роті та збагачує ароматичний профіль вина. Після малолактичної ферментації, під час витримки або перед розливом у пляшки: Chapelure L, M, M+ та H формує аромат і смакові відчуття, притаманні шляхетній дубовій бочці	Відчуття солодкості, нюанси ванілі. Легкі відтінки димності залежно від ступеня обсмаження деревини. Зростання ароматичної складності.
Легкі червоні вина	Під час ферментації: додавання Chapelure дає змогу винному аромату розкритися, підкреслюючи фруктові відтінки, додаючи тілу вина округлості. Знижується редукційний характер та вміст піразинів. Колір вина стабілізується та посилюється. Використання Chapelure L додає більше тіла, проте з менш вираженим ароматичним внеском, тоді як Chapelure M та M+ сприяє покращенню смакових характеристик. Після малолактичної ферментації, під час витримки або перед розливом у пляшки: застосування Chapelure M і M+ сприяє формуванню гармонійного ароматичного профілю вина.	Аромати ванілі, прянощів, підсмажених і смажених нот залежно від ступеня обсмаження. Посилене відчуття солодкості та сортових ароматів. Збільшення об'єму та структурності смаку в роті.
Повнотілі білі вина	Під час ферментації: використання Chapelure L надає вину більш виразного тіла. Chapelure M і M+ формує ароматичну витонченість, м'якість і елегантність. Після малолактичної ферментації, під час витримки або перед розливом у пляшки: застосування Chapelure L і M створює характерний аромат і смакове відчуття, притаманне витримці у благородній барріці..	Ваніль, абрикос, персик, прянощі, тости. Смак тонкий, структурований і складний.
Легкі білі вина	Під час ферментації, під час витримки або перед розливом у пляшки: застосування Chapelure L et M формує ароматичну витонченість, м'якість і елегантність. Має антиоксидантний ефект, збільшує об'єм смаку в роті та знижує прояв редукційних тонів і піразинів.	Ваніль, абрикос, персик, мінеральні тони, ароматичний чай. Смак тонкий, структурований і складний.

Chapelure M та M+ після малолактичної ферментації створює гармонійний ароматичний баланс із нотами ванілі, спецій, підсмажених відтінків та відчуттям більшої структурності.

– Повнотілі білі вина: Chapelure L під час ферментації формує виразне тіло, а M і M+ – ароматичну елегантність і витонченість. На етапі витримки Chapelure L і M створюють ароматичний профіль, подібний до благородної барріки, із нотами ванілі, абрикоса, персика, тостів і спецій.

– Легкі білі вина: Chapelure L і M можуть застосовуватися як під час ферментації, так і перед розливом, формуючи м'якість, антиоксидантний ефект, фруктові й мінеральні тони, чайні відтінки та зменшуючи редукційність. Це робить смак тонким, структурованим і складним.

Таким чином, Chapelure дозволяє керувати як хімічними, так і сенсорними параметрами вин різних стилів, забезпечуючи ефект, максимально наближений до бочкової витримки, при цьому знижуючи небажані ноти та підвищуючи ароматичну складність.

Таблиця 11

Рекомендації із застосування Chapelure TM Bousinage

CHAPELURE			
Тип вина	Рекомендоване дозування	Момент внесення	Рекомендована тривалість контакту
Концентровані червоні вина	1–6 г/л	Холодна мацерація, мацерація після бродіння, постмалолактична ферментація, перед розливом у пляшки	Від 2 тижнів
Легкі червоні вина	1–4 г/л	Бродіння Витримка	Від 2 тижнів
Повнотілі білі вина	1–6 г/л	Бродіння, постмалолактична ферментація, перед розливом у пляшки	Від 2 тижнів
Легкі білі вина	1–3 г/л	Бродіння Витримка	Від 1 тижня

Chapelure може застосовуватися як на ранніх етапах виноробства (холодна мацерація, бродіння), так і під час витримки чи перед розливом. Для концентрованих червоних і повнотілих білих вин рекомендується доза 1–6 г/л з тривалістю контакту не менше 2 тижнів. Для легших стилів (червоні та білі вина) застосовуються нижчі дози (1–3 або 1–4 г/л), з мінімальним періодом контакту від 1–2 тижнів. Такий підхід забезпечує як стабілізацію кольору та смаку, так і формування комплексного ароматичного профілю, наближеного до бочкової витримки.

Таким чином, проведена експериментальна робота дала змогу сформулювати чіткі практичні рекомендації щодо використання дубової альтернативи. Усі досліджувані форми (Dovelles, Lattes, Barrettes, Chapelure) забезпечують поступове зростання сенсорної складності вина, водночас проявляючи певні індивідуальні особливості впливу. Застосування дубової деревини сприяє зниженню інтенсивності рослинних і редукційних відтінків, стабілізації кольору, а також гармонізації співвідношення між фруктовістю та дубовим характером. Вибір конкретної форми й режиму внесення визначається стилістикою вина: для легких вин оптимальним є коротший контакт і менші дози, тоді як для концентрованих і повнотілих – доцільним є підвищене дозування та триваліший період витримки.

Висновки.

1. У результаті проведеного комплексного хімічного та сенсорного аналізу енологічної деревини українського походження (*Quercus petraea*, *Q. robur*),

виготовленої за технологією «le Bousinage», встановлено, що температурний режим обпалення є визначальним фактором формування фенольного та ароматичного профілю дубової деревини. Оптимальним виявився діапазон 200–230 °C (ступінь М), який забезпечує збалансоване співвідношення між деградацією елагітанінів і утворенням летких альдегідів та фуранових сполук. Цей діапазон дозволяє отримати деревину з найбільш гармонійним енологічним потенціалом.

Із підвищенням температури обпалення відбувається:

- зниження елагітанінів від 2430 до 220 мг/кг через руйнування естерних зв'язків,
- зменшення галової кислоти майже до повної деградації (до 23 мг/кг),
- стабілізація елагової кислоти після гідролізу на рівні ≈ 3200 мг/кг при середньому обпаленні,
- інтенсивне утворення ароматичних компонентів, зокрема фурфуролу (до 1295 мкг/г), НМФ (до 236 мкг/г), сириноголу (до 182 мкг/г), ваніліну (до 44 мкг/г).

Таким чином, середнє обпалення (М) забезпечує найбільш раціональний баланс між поліфенольною структурою та ароматичним потенціалом.

2. Вперше систематизовано дані про хімічний профіль українського дуба при різних ступенях обпалення, що доводить його придатність для виробництва високоякісної енологічної деревини. Український дуб за показниками формування фурфуролу, ваніліну та сириноголу не поступається французькому дубу. Показано, що:

- легке обпалення сприяє збереженню танінового потенціалу,
- середнє обпалення забезпечує гармонійну генерацію ваніліну, сиригальдегіду й фуранових компонентів,
- сильне обпалення формує максимальний рівень фенолів (гваякол, сиринол) та димних нот, які можуть домінувати над іншими ароматами.

3. Сенсорний аналіз вин (Шардоне, Мерло) продемонстрував:

- NC та L – найкраще для збереження фруктового профілю і свіжості,
- М – оптимальне збагачення ванільними, горіховими та карамельними ароматами без перевантаження дубовими нотами,
- М+ та Н – надає інтенсивної пряності, димності і терпкості, що доречно для повнотілих червоних вин.

Встановлено, що надмірні дозування (> 5 г/л) або сильний ступінь обпалення можуть спричинити зростання гіркоти й зниження свіжості вина.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі експериментальних даних і сенсорного аналізу сформульовано такі технологічні рекомендації для використання енологічної деревини, виготовленої за технологією «le Bousinage»:

1. Вибір оптимального ступеня обпалення

– NC – для делікатних білих і фруктових червоних вин; зберігає фруктовість та кислотність.

– L (легка ступінь обпалення) – для легких червоних і білих вин; підкреслює фруктовість, додає м'яку пряність.

– М (середня ступінь обпалення) (рекомендовано як універсальний варіант) – забезпечує гармонійні відтінки ванілі, карамелі, горіхів.

– М+ (середня плюс ступінь обпалення) – доречно для повнотілих червоних вин; надає інтенсивних нот ванілі та тостів.

– Н (сильна ступінь обпалення) – рекомендовано для вин зі значним поліфенольним потенціалом; домінантний димний і пряний ефект.

2. Рекомендовані дозування

– 1–3 г/л для легких вин; 2–5 г/л для червоних та повнотілих білих.

– Максимально допустима доза: не більше 12 г/л, щоб уникнути різкого дубового профілю та втрати сортості.

3. Оптимальна тривалість контакту

– для білих вин: 2–4 місяці при L–M,

– для червоних вин: 4–8 місяців при M–H,

– для дрібної фракції деревини: мінімум 2–4 тижні, залежно від бажаного ефекту.

4. Технологічні етапи застосування

– Ферментація (особливо для червоних): стабілізація кольору, зниження зеленіх тонів, формування структури.

– Витримка: розвиток ванільних, карамельних, тостових, горіхових нот.

– Перед розливом: легка корекція смаку при низьких дозах (1–2 г/л).

5. Практичні висновки для виробників

– Українська дубова деревина за умови правильного обпалення може повністю замінити французьку за ароматичним потенціалом.

– Технологія «le Vousinage» створює деревину із стабільним, контрольованим ароматичним профілем, придатним для точного сенсорного коригування вин.

– Для більшості стилів вин найкращі результати забезпечують ступені L та M у дозуваннях 3–5 г/л.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Aleksovych, V., & Tkachenko, O. (2024). Use of oak alternative products in vinification. *Food Science and Technology*, 18(1), 39–50. <https://doi.org/10.15673/foodst.v18i1.2856>. Vol. 18, Issue 1. P. 39–50.

2. Assembly T. H. E. G. RESOLUTION OIV-OENO 675B-2022 SPECIFIC MONOGRAPHS FOR ELLAGITANNINS Specific monograph for oenological tannins containing ellagitannins Method for the determination of sub-class affiliations Characterisation by high-performance liquid chromatography (HPLC). Issue April 2001. P. 1–12.

3. Blancs V., Œnologie B. P. L., Cépages V. D. E. et al. a u. 2012. ISBN 1572136400508.

4. Bois D. U., Sur D. E. C., Composition S. A. et al. L'intensité. 1989. P. 223–250.

5. Botha A., Toit W. du, Brand J. et al. The Effect of Different Oak Products Used during Fermentation and Ageing on the Sensory Properties of a White Wine over Time. *Foods*. Vol. 9, 02.09.2020. DOI:10.3390/foods9091220.

6. Courregelongue M., Benoit B. Impact des opérations de chauffe sur la diversité aromatique du bois de chêne : recherche de marqueurs moléculaires et incidence œnologique To cite this version: HAL Id : tel-04368901 DOCTEUR DE L ' UNIVERSITÉ DE BORDEAUX. 2024.

7. Gombau J., Solé I., Judit C. et al. Influence of the thickness of oak alternatives on the composition and quality of red wines. *European Food Research and Technology*. Vol. 250, Issue 9. P. 2431–2443. DOI:10.1007/s00217-024-04550-8.

8. Guide des cours et des stages " Bordeaux ".

9. Id O., Id O. Аналіз впливу дубової витримки на органолептичні показники моносортних вин з різних винних регіонів України. 2025. P. 198–215. ISBN 0009000774065.

10. Oiv-oen R. International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2022). Specific monographs for ellagitannins: OIV-OENO 675B-2022. In *Oenological tannins* [Electronic version]. Retrieved from <https://www.oiv.int/node/2890/download/pdf>. 2016. P. 1–11.

11. Romano R., Manzo N., Rivas-gonzalo J. C. LWT – Food Science and Technology Effect of size and toasting degree of oak chips used for winemaking on the ellagitannin content and on the acutissimin formation *. Vol. 60, 2015. P. 934–940. DOI:10.1016/j.lwt.2014.10.046.

12. Rubio-Bretón P., Lorenzo C., Salinas M. et al. Influence of oak barrel aging on the quality of red wines. 2014. P. 265–266. ISBN 978-1-63117-325-7.
13. Sarni F., Moutounet M., Puech J.-L. et al. No Title. *Holzforschung*. Vol. 44, Issue 6. P. 461–466. DOI:doi:10.1515/hfsg.1990.44.6.461.
14. Saucier C., Jourdes M., Glories Y. et al. Extraction, Detection, and Quantification of Flavano-Ellagitannins and Ethylvescalagin in a Bordeaux Red Wine Aged in Oak Barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 54, Issue 19. P. 7349–7354. DOI:10.1021/jf061724i.
15. Vin C. V. INCIDENCE DES TECHNIQUES DE VINIFICATION SUR LA CONSTITUTION DES VINS BLANCS. 1978. P. 49–56.
16. Корчевська Ю. WINE AGING AND THE SCIENCE OF BARRELS: A STUDY ON THE USE OF OREGON OAK AS AN ALTERNATIVE TO IMPORTED OAK IN AGING PORTLAND WINES AND ITS IMPACT ON FLAVOR DEVELOPMENT. *SWorldJournal*. 30.01.2022. P. 3–12. DOI:10.30888/2663-5712.2025-29-02-054.
17. Луканін О. С., Мельник Н. Б., Lukanin O. S. et al. Екстракт дубовий водний – альтернатива дубової бочки. P. 19–22.
18. Jackson, R. S. (2008). *Wine Science: Principles and Applications* (3rd ed.). San Diego: Academic Press.
19. Vivas, N. (2002). *Manuel de tonnellerie à l'usage des utilisateurs de fûtaille*. Bordeaux: Editions Féret.

REFERENCES:

1. Aleksovych, V., & Tkachenko, O. (2024). Use of oak alternative products in vinification. *Food Science and Technology*, 18(1), 39–50. <https://doi.org/10.15673/fst.v18i1.2856>. Vol. 18, Issue 1. P. 39–50.
2. Assembly T. H. E. G. (2001). RESOLUTION OIV-OENO 675B-2022 SPECIFIC MONOGRAPHS FOR ELLAGITANNINS Specific monograph for oenological tannins containing ellagitannins Method for the determination of sub-class affiliations Characterisation by high-performance liquid chromatography (HPLC). Issue April 2001. P. 1–12.
3. Blancs V., (Enologie B. P. L., Cépages V. D. E. et al. a.u. (2012). ISBN 1572136400508.
4. Bois D. U., Sur D. E. C., Composition S. A. et al. (1989). L'intensité. P. 223–250.
5. Botha A., Toit W. du, Brand J. et al. (2020). The Effect of Different Oak Products Used during Fermentation and Ageing on the Sensory Properties of a White Wine over Time. *Foods*. Vol. 9, 02.09.2020. DOI:10.3390/foods9091220.
6. Courregelongue M., Benoit B. (2024). Impact des opérations de chauffe sur la diversité aromatique du bois de chêne : recherche de marqueurs moléculaires et incidence œnologique To cite this version : HAL Id : tel-04368901 DOCTEUR DE L ' UNIVERSITÉ DE BORDEAUX.
7. Gombau J., Solé I., Judit C. et al. Influence of the thickness of oak alternatives on the composition and quality of red wines. *European Food Research and Technology*. Vol. 250, Issue 9. P. 2431–2443. DOI:10.1007/s00217-024-04550-8.
8. Guide des cours et des stages " Bordeaux".
9. Id O., Id O. (2025). Analiz vplyvu dubovoi vytrymky na orhanoleptychni pokaznyky monosortovykh vyn z riznykh vynnykh rehioniv Ukrainy. P. 198–215. ISBN 0009000774065.
10. Oiv-oeno R. International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2022). Specific monographs for ellagitannins: OIV-OENO 675B-2022. In *Oenological tannins* [Electronic version]. Retrieved from <https://www.oiv.int/node/2890/download/pdf>. 2016. P. 1–11.
11. Romano R., Manzo N., Rivas-gonzalo J. C. (2015). LWT – Food Science and Technology Effect of size and toasting degree of oak chips used for winemaking on the ellagitannin content and on the acutissimin formation *. Vol. 60, P. 934–940. DOI:10.1016/j.lwt.2014.10.046.

12. Rubio-Bretón P., Lorenzo C., Salinas M. et al. (2014). Influence of oak barrel aging on the quality of red wines. P. 265–266. ISBN 978-1-63117-325-7.
13. Sarni F., Moutounet M., Puech J.-L. et al. No Title. *Holzforschung*. Vol. 44, Issue 6. P. 461–466. DOI:doi:10.1515/hfsg.1990.44.6.461.
14. Saucier C., Jourdes M., Glories Y. et al. Extraction, Detection, and Quantification of Flavano-Ellagitannins and Ethylvescalagin in a Bordeaux Red Wine Aged in Oak Barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 54, Issue 19. P. 7349–7354. DOI:10.1021/jf061724i.
15. Vin C. V. (1978). INCIDENCE DES TECHNIQUES DE VINIFICATION SUR LA CONSTITUTION DES VINS BLANCS. P. 49–56.
16. Korchevska Yu. (2022). WINE AGING AND THE SCIENCE OF BARRELS: A STUDY ON THE USE OF OREGON OAK AS AN ALTERNATIVE TO IMPORTED OAK IN AGING PORTLAND WINES AND ITS IMPACT ON FLAVOR DEVELOPMENT. *SWorldJournal*. 30.01.2022. P. 3–12. DOI:10.30888/2663-5712.2025-29-02-054.
17. Lukanin O. S., Melnyk N. B., Lukanin O. S. et al. Ekstrakt dubovyi vodnyi – alternatyva dubovoi bochky. P. 19–22.
18. Jackson, R. S. (2008). *Wine Science: Principles and Applications* (3rd ed.). San Diego: Academic Press .
19. Vivas, N. (2002). *Manuel de tonnellerie à l'usage des utilisateurs de fûtaille*. Bordeaux: Editions Féret.

Дата першого надходження статті до видання: 11.12.2025
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.01.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 07.04.2026