# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 663.2:634.8:551.583
DOI https://doi.org/10.37734/2518-7171-2026-2-1

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ PIWI ТА ПОРІВНЯЛЬНИХ СОРТОЗРАЗКІВ ВИНОГРАДУ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ТА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Ю. О. БОБОШКО,** аспірантка
ORCID ID: 0009-0005-0854-3282
(Одеський національний технологічний університет)

***Анотація.*** *Мета дослідження. Встановити технологічний потенціал досліджених сортозразків винограду на основі комплексного оцінювання фізико-хімічних показників технологічної стиглості та структурно-механічних характеристик грона й ягоди, а також визначити параметри, придатні для диференціації підходів до первинної переробки сировини. Методика дослідження. Проаналізовано 12 сортозразків винограду. Масову концентрацію цукрів визначали рефрактометрично, титровану кислотність – титруванням NaOH, pH – потенціометрично; усі визначення виконували у трьох повторностях. Оцінювали також масу грона, кількість ягід, масу 100 ягід і 100 насінин, частки гребенів, шкірки, насіння та м'якоті, показником складання і структурним показником. Додатково розраховано потенційний вміст спирту та індекс зрілості. Для узагальнення результатів використано описову статистику, коефіцієнт кореляції Пірсона та аналіз головних компонент після z-стандартизації змінних; багатовимірний аналіз трактовано як розвідувальний з огляду на обсяг вибірки. Результати. Масова концентрація цукрів у дослідженій вибірці змінювалася від 160 до 250 г/дм³, титрована кислотність – від 6,8 до 11,6 г/дм³, частка м'якоті – від 53,09 до 67,73%, шкірки – від 12,43 до 29,30%. Найвищу цукристість і найбільший структурний показник встановлено для Золодень 12.09 – 250 г/дм³ і 6,22 відповідно; найвищу титровану кислотність, показник складання та частку м'якоті – для Совіньон Ритос: 11,6 г/дм³, 5,45 і 67,73% відповідно. Кореляція між масою грона і цукристістю в межах наявної вибірки становила r = 0,67; перші дві головні компоненти пояснювали 66,0% сумарної варіабельності. Наукова новизна полягає у комплексному зіставленні показників фізико-хімічної стиглості з механічною структурою грона для технологічної диференціації досліджених сортозразків. Висновки. Поєднання фізико-хімічних і структурно-механічних характеристик дає змогу повніше характеризувати технологічний потенціал винограду, ніж використання окремих показників стиглості. Встановлені відмінності за співвідношенням сокової та твердої фаз обґрунтовують необхідність диференційованого вибору режимів дроблення, пресування та контакту сусла з твердими частинами ягоди. Отримані результати є основою для подальшої перевірки запропонованого підходу в багаторічних дослідженнях і контрольованих мікровініфікаціях.*

***Ключові слова:*** *PIWI, виноград, технологічний потенціал, фізико-хімічні показники, структурно-механічні характеристики, механічний склад, технологічна оцінка.*

**Постановка проблеми.** Сучасне виноградарство функціонує в умовах посилення кліматичної мінливості, що проявляється зміщенням фенологічних фаз, прискоренням накопичення цукрів, нерівномірністю опадів, зростанням тривалості посушливих періодів та частоти температурних екстремумів. Для виноробства принциповим наслідком є можливе розходження між технологічною, фенольною та ароматичною стиглістю: досягнення високої цукристості не завжди супроводжується оптимальним кислотним і структурним профілем винограду [2].

За таких умов адаптація виноградно-виноробного виробництва не може зводитися лише до коригування строків збирання. Необхідними стають перегляд сортового портфеля, локальна оцінка генотипів, зниження фітосанітарного навантаження та формування технологічних рішень, які враховують фактичні властивості сировини. Одним із перспективних напрямів є використання сортів PIWI, селекціонованих на підвищену стійкість до основних грибкових захворювань [3].

Агрономічна стійкість PIWI-сортів має безпосереднє значення для сталого виноградарства, оскільки потенційно дозволяє зменшити кількість фунгіцидних обробок, витрати пального та пов'язані з ними екологічні навантаження. Проте технологічна цінність таких сортів визначається не лише стійкістю. Для виноробства необхідно

© Ю. О. Бобошко, 2026

встановити, як конкретний сорт накопичує цукри, зберігає кислотність, формує pH та яку частку грона становлять м'якоть, шкірка, насіння і гребені [4].

Механічний склад винограду є важливим, але часто недооціненим блоком технологічної інформації. Від співвідношення сокової та твердої фаз залежить потенційний вихід сусла, інтенсивність екстракції фенольних та інших компонентів, чутливість до режиму пресування і тривалості контакту сусла з твердими частинами ягоди. Отже, поєднання показників стиглості з морфологічними характеристиками може забезпечити більш обґрунтовану оцінку технологічного потенціалу [6].

Для українського виноробства проблема має практичне значення через необхідність одночасно підвищувати кліматичну стійкість, ресурсоефективність та якість продукції. У цьому контексті PIWI та інші перспективні генотипи доцільно розглядати не як однорідну групу, а як набір сортів із різними технологічними профілями. Саме тому актуальним є формування багатокритеріального підходу, який дозволяє пов'язати аналітичні характеристики винограду з можливими рішеннями первинного виноробства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Міжнародна наукова література останніх років демонструє перехід від оцінки PIWI переважно як агрономічного інструмента до комплексного аналізу їх енологічної придатності. Pedneault і Provost узагальнили переваги та обмеження грибостійких сортів для органічного виноградарства та наголосили, що резистентність повинна оцінюватися разом із якістю винограду й вина [3]. Teissedre показав значну різноманітність хімічного складу винограду та вин із резистентних сортів [4].

Огляди селекційних програм Європи засвідчують, що сучасний розвиток PIWI спрямований на поєднання полігенної стійкості, стабільної врожайності та прийнятної або високої якості вина [5]. Це принципово відрізняє сучасну концепцію PIWI від раннього використання міжвидових гібридів, коли стійкість нерідко супроводжувалася небажаними сенсорними ознаками.

Для сорту Solaris у північних умовах встановлено здатність накопичувати значну кількість цукрів і формувати виразний ароматичний профіль. Водночас показано високу чутливість сенсорного результату до передферментаційних операцій і режиму сульфітації [7]. Це підтверджує, що потенціал сорту реалізується лише за технології, адаптованої до конкретного складу сировини.

Для Muscaris досліджено молекулярне підґрунтя характерного ароматичного профілю та визначено сполуки, пов'язані з вираженими фруктово-лічієвими відтінками [8]. Отже, оцінка сорту лише за цукристістю та кислотністю є недостатньою: однакові базові показники можуть відповідати різним ароматичним і технологічним сценаріям.

Дослідження фенольного складу грибостійких сортів, вирощених у Німеччині та Італії, також демонструють значну генотипову диференціацію [9]. Для практики це важливо тому, що більша частка шкірки або насіння потенційно змінює площу та інтенсивність контакту сусла з джерелами фенольних речовин, а отже – вимоги до подрібнення, пресування та мацерації.

Кліматичні дослідження винограду доводять тісний зв'язок температурного режиму, водозабезпечення і теруарних факторів зі швидкістю дозрівання, кислотністю та якістю вина [10]. Тому результати, отримані для одного регіону, не повинні механічно переноситися на інший. Для PIWI це особливо актуально, оскільки сортові переваги можуть проявлятися по-різному залежно від клімату та строку збирання.

У літературі достатньо широко представлені окремі дослідження фізико-хімічного складу, ароматичного профілю, фенольних речовин та агрономічної стійкості. Водночас менше уваги приділено інтеграції показників стиглості з механічною будовою грона в межах одного технологічного алгоритму. Саме ця невирішена частина проблеми визначає спрямованість представленого дослідження.

До вибірки включено PIWI, інші перспективні стійкі генотипи та порівняльні сортозразки Vitis vinifera. Тому в роботі термін «досліджені сортозразки» застосовано до всієї вибірки, а висновки щодо PIWI формулюються з урахуванням порівняльного дизайну дослідження.

**Постановка завдання.** Метою дослідження було здійснити комплексну технологічну оцінку 12 сортозразків винограду за фізико-хімічними та механічними показниками, визначити основні джерела їх варіабельності та обґрунтувати диференційовані напрями технологічного використання.

Для досягнення мети передбачалося систематизувати вихідні показники; розрахувати потенційний вміст спирту та індекс зрілості; зіставити структуру грона з показниками стиглості; виконати описову, кореляційну та багатовимірну статистичну оцінку; визначити технологічно контрастні профілі та сформулювати практичні рекомендації щодо подальшої валідації.

Робоча гіпотеза полягала в тому, що інтегроване використання фізико-хімічних і механічних параметрів дозволяє точніше диференціювати технологічний потенціал виноградної сировини, ніж інтерпретація лише за цукристістю та титрованою кислотністю.

**Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження були 12 сортозразків винограду:

Золодень 12.09, Золодень 20.10, Патрія, Соляріс (середнє значення), Соляріс (Житомир), Мускаріс, Йоханітер, Гіберналь, Девін, Совіньон Ритос, Кернер і Геліос. Предметом дослідження були фізико-хімічні показники виноградного сусла та механічні характеристики грона й ягоди, що визначають потенційну технологічну придатність сировини.

**Методи досліджень, обладнання та організація досліджень.** Експериментальні дослідження виконували на базі лабораторії кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеського національного технологічного університету. Для всіх досліджених сортозразків застосовували єдину схему підготовки та аналізу проб. Масову концентрацію цукрів у виноградному суслі визначали рефрактометричним методом за допомогою лабораторного рефрактометра. Визначення виконували відповідно до методу OIV-MA-AS2-02 (Evaluation of sugar by refractometry) [1]. Титровану кислотність визначали кислотно-основним титруванням розчином NaOH; результати виражали у г/дм³ у перерахунку на винну кислоту. Визначення проводили відповідно до OIV-MA-AS313-01 (Total acidity), що передбачає титрування стандартним лужним розчином до встановленої кінцевої точки [1]. Активну кислотність (pH) визначали потенціометричним методом за допомогою лабораторного pH-метра, попередньо відкаліброваного стандартними буферними розчинами; визначення виконували відповідно до OIV-MA-AS313-15 (pH) [1].

Структурно-механічний аналіз винограду включав визначення маси грона, кількості ягід, маси 100 ягід і 100 насінин, а також масових часток гребенів, шкірки, насіння та м'якоті. Масу визначали гравіметричним методом із використанням лабораторних електронних ваг, кількість ягід – прямим підрахунком. Після механічного розділення проби на структурні складові їх частку розраховували у відсотках від загальної маси відповідної проби. Показник складання визначали як відношення маси м'якоті до маси шкірки, структурний показник – як відношення маси м'якоті до маси твердого скелета грона. Усі фізико-хімічні та структурно-механічні визначення виконували у трьох повторностях; для подальшого аналізу використовували середні значення.

Потенційний об'ємний вміст етилового спирту розраховували як відношення масової концентрації цукрів до коефіцієнта 16,83; індекс зрілості – як відношення масової концентрації цукрів до титрованої кислотності. Статистичну обробку результатів здійснювали із застосуванням Microsoft Excel та програмного середовища Python. Для досліджених показників розраховували середні, мінімальні та максимальні значення. Лінійні взаємозв'язки оцінювали за коефіцієнтом кореляції Пірсона. Для виявлення основних напрямів варіабельності застосовували аналіз головних компонент (PCA) після z-стандартизації восьми змінних: масової концентрації цукрів, титрованої кислотності, pH, маси грона, кількості ягід, маси 100 ягід, показника складання та структурного показника. З огляду на обмежений обсяг вибірки результати кореляційного аналізу та PCA інтерпретували як розвідувальні без інферентного перенесення на генеральну сукупність.

**Статистична оцінка одержаних результатів**

Середня масова концентрація цукрів у вибірці становила 206,33 г/дм³ за діапазону 160–250 г/дм³. Середня титрована кислотність дорівнювала 8,82 г/дм³ за діапазону 6,8–11,6 г/дм³, а середнє pH – 2,92. Отже, навіть у межах одного набору сортозразків сформовано широкий спектр співвідношень цукристості й кислотності, які потребують різних технологічних рішень.

Найвищу цукристість встановлено для Золодень 12.09 – 250 г/дм³, Соляріс (Закарпаття) – 242 г/дм³ і Золодень 20.10 – 235 г/дм³. Для цих зразків розрахований потенційний вміст спирту становив відповідно 14,85; 14,38 і 13,96% об. Найнижчу цукристість мав Геліос – 160 г/дм³, що відповідає потенційному вмісту спирту 9,51% об.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники досліджених сортозразків та розрахункові індекси**

| Сорт | Цукри, г/дм³ | Титрована кислотність, г/дм³ | pH | Потенційний спирт, % об. | Індекс зрілості |
|---|---|---|---|---|---|
| Золодень 12.09 | 250 | 8.80 | 3.15 | 14.85 | 28.41 |
| Золодень 20.10 | 235 | 9.00 | 2.95 | 13.96 | 26.11 |
| Патрія | 196 | 6.80 | 2.73 | 11.65 | 28.82 |
| Соляріс (Закарпаття) | 242 | 9.00 | 3.11 | 14.38 | 26.89 |
| Соляріс (Житомир) | 218 | 9.50 | 3.00 | 12.95 | 22.95 |
| Мускаріс | 199 | 8.20 | 2.90 | 11.82 | 24.27 |
| Йоханітер | 190 | 9.90 | 3.10 | 11.29 | 19.19 |
| Гіберналь | 195 | 7.90 | 2.80 | 11.59 | 24.68 |
| Девін | 190 | 8.20 | 2.90 | 11.29 | 23.17 |
| Совіньон Ритос | 186 | 11.60 | 2.70 | 11.05 | 16.03 |
| Кернер | 215 | 9.00 | 2.86 | 12.77 | 23.89 |
| Геліос | 160 | 7.90 | 2.90 | 9.51 | 20.25 |

Найвищу титровану кислотність мав Совіньон Ритос – 11,6 г/дм³, далі Йоханітер – 9,9 г/дм³ і Соляріс (Житомир) – 9,5 г/дм³. Такий кислотний запас може бути технологічно цінним у теплі роки або для стилів, орієнтованих на виражену свіжість, однак потребує оцінки разом із pH, ароматичною зрілістю та сенсорним профілем.

Індекс зрілості був найвищим для Патрія та Золодень 12.09, тоді як нижчі значення встановлено для Йоханітер і Совіньон Ритос. Цей показник зручний для порівняння, проте не замінює окремої оцінки кислотного складу, pH та фенольної стиглості. Саме тому його використано лише як складову інтегрованого профілю.

Середня маса грона становила 194,93 г, однак діапазон був значним – від 119,44 г для Совіньон Ритос до 390,70 г для Золодень 12.09. Розмір грона сам по собі не визначає якість, але разом із кількістю та масою ягід відображає морфологічну організацію сировини і співвідношення площі поверхні ягід до їх об'єму.

Найвищу масу 100 ягід мав Девін – 225,64 г, далі Золодень 20.10 – 218,21 г і Золодень 12.09 – 183,88 г. Найнижчі значення встановлено для Гіберналь – 70,93 г та Йоханітер – 79,23 г. Дрібніша ягода за інших однакових умов означає відносно більшу площу шкірки на одиницю маси, що може посилювати значення режиму контакту сусла з твердими тканинами.

Показник складання був максимальним для Совіньон Ритос – 5,45 і Кернер – 4,32, що відповідає високому співвідношенню м'якоті до шкірки. Структурний показник був максимальним для Золодень 12.09 – 6,22, високим для Кернер – 4,67, Золодень 20.10 – 4,27 і Девін – 4,11. Найнижче значення встановлено для Гіберналь – 1,90.

Частка м'якоті коливалася від 53,09 до 67,73%, шкірки – від 12,43 до 29,30%, насіння – від 9,58 до 20,1%, гребенів – від 3,05 до 6,65%. Такий розкид підтверджує, що механічний склад не є другорядною характеристикою, а формує окремий вимір технологічної придатності.

Найвищу частку м'якоті мав Совіньон Ритос – 67,73%, далі Кернер – 63,45% і Девін – 61,33%. Найвищу частку шкірки встановлено для Патрія – 29,30%, Соляріс (Житомир) – 27,77% і Гіберналь – 27,75%. Отже, перша група потенційно характеризується більшою часткою сокової фази, тоді як

Таблиця 2

**Механічні показники будови грона та ягоди**

| Сорт | Маса грона, г | Ягід, шт. | Маса 100 ягід, г | Маса 100 насінин, г | Показник складання | Структурний показник |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Золодень 12.09 | 390.70 | 206 | 183.88 | 20.75 | 2.34 | 6.22 |
| Золодень 20.10 | 189.50 | 84 | 218.21 | 22.20 | 2.98 | 4.27 |
| Патрія | 258.60 | 168 | 147.80 | 36.43 | 1.87 | 3.58 |
| Соляріс (Закарпаття) | 225.60 | 185 | 114.70 | 30.23 | 2.45 | 3.50 |
| Соляріс (Житомир) | 202.96 | 160 | 122.02 | 19.06 | 2.12 | 3.37 |
| Мускаріс | 199.30 | 199 | 94.52 | 32.93 | 2.32 | 3.14 |
| Йоханітер | 164.20 | 195 | 79.23 | 26.52 | 2.58 | 2.95 |
| Гіберналь | 122.94 | 164 | 70.93 | 20.90 | 1.91 | 1.90 |
| Девін | 191.96 | 81 | 225.64 | 36.97 | 3.16 | 4.11 |
| Совіньон Ритос | 119.44 | 105 | 106.19 | 12.02 | 5.45 | 3.97 |
| Кернер | 149.80 | 156 | 92.37 | 34.26 | 4.32 | 4.67 |
| Геліос | 124.14 | 85 | 139.73 | 36.44 | 2.98 | 2.89 |

Таблиця 3

**Структура грона, % від маси**

| Сорт | Гребені, % | Шкірка, % | Насіння, % | М'якоть, % |
|---|---|---|---|---|
| Золодень 12.09 | 3.05 | 25.31 | 12.43 | 59.22 |
| Золодень 20.10 | 3.27 | 19.25 | 20.15 | 57.33 |
| Патрія | 3.98 | 29.30 | 11.83 | 54.88 |
| Соляріс (Закарпаття) | 5.94 | 23.07 | 14.47 | 56.52 |
| Соляріс (Житомир) | 3.80 | 27.77 | 9.58 | 58.85 |
| Мускаріс | 5.62 | 23.70 | 15.70 | 54.98 |
| Йоханітер | 5.91 | 22.26 | 14.37 | 57.46 |
| Гіберналь | 5.38 | 27.75 | 13.77 | 53.09 |
| Девін | 4.79 | 19.43 | 14.45 | 61.33 |
| Совіньон Ритос | 6.65 | 12.43 | 13.19 | 67.73 |
| Кернер | 3.81 | 14.67 | 18.07 | 63.45 |
| Геліос | 4.33 | 19.15 | 19.37 | 57.15 |

друга потребує ретельнішого контролю подрібнення, мацерації та пресування.

**Аналіз одержаних результатів.** Кореляційний аналіз виявив додатний зв'язок між масою грона та цукристістю на рівні r = 0.67. У межах наявного набору більші грона частіше поєднувалися з вищою масовою концентрацією цукрів. Проте через невелику кількість агрегованих спостережень цей результат не розглядається як причинний або універсальний; він визначає напрям для перевірки на багаторічному матеріалі.

За результатами PCA перша головна компонента пояснювала 40.3%, друга – 25.7% дисперсії, разом – 66.0%. Отже, двовимірна проєкція зберігає близько двох третин варіабельності вихідного восьмипараметричного простору. Це достатньо для розвідувальної візуалізації, але не для остаточної класифікації сортів.

Розташування сортозразків у просторі головних компонент підтвердило, що їх диференціація формується одночасно показниками стиглості та морфології. Золодень 12.09 відокремлювався поєднанням високої цукристості, великої маси грона і високого структурного показника. Совіньон Ритос, навпаки, характеризувався високою кислотністю, високим показником складання та найбільшою часткою м'якоті.

**Технологічна інтерпретація сортових профілів.** Золодень 12.09. Поєднання 250 г/дм³ цукрів,

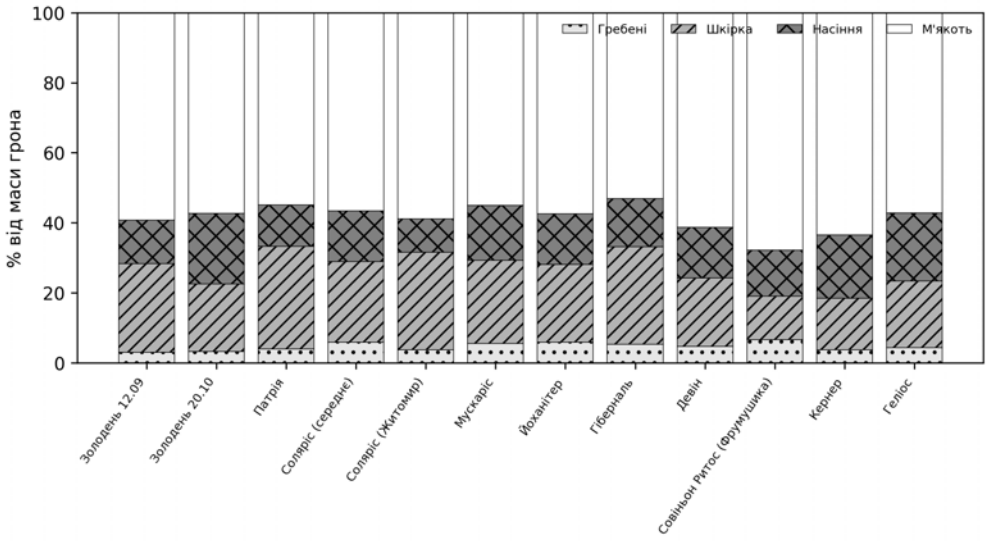



**Рис. 1. Структура грона досліджених сортозразків, % від маси грона**

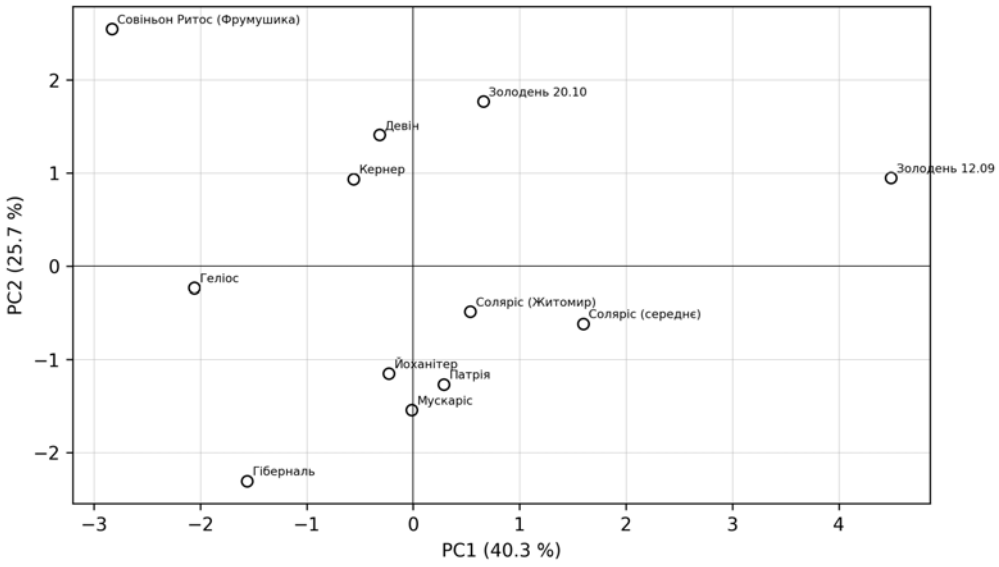



**Рис. 2. Розподіл сортозразків у просторі двох головних компонент (PC1 = 40.3%, PC2 = 25.7%)**

кислотності 8,8 г/дм³ та pH 3,15 формує найбільш концентрований за цукристістю профіль у вибірці. Розрахований потенційний спирт становить 14,85% об. Водночас частка шкірки 25,31% є відносно високою, тому при переробці білої сировини доцільно уникати надмірного механічного руйнування тканин і тривалого неконтрольованого контакту сусла зі шкіркою.

Золодень 20.10. Цукристість 235 г/дм³ поєднується з кислотністю 9,0 г/дм³ та pH 2,95. Порівняно з варіантом 12.09 цей зразок має меншу масу грона, але більшу масу 100 ягід і найвищу в наборі частку насіння 20,15%. Така структура підсилює значення делікатного пресування, оскільки інтенсивне руйнування насіння може збільшувати небажану екстракцію.

Патрія. Для Патрія встановлено 196 г/дм³ цукрів і найнижчу титровану кислотність у вибірці – 6,8 г/дм³. Водночас частка шкірки є максимальною – 29,30%. Це поєднання демонструє, чому одного показника кислотності недостатньо: сировина з м'якшим кислотним профілем може одночасно мати значну частку твердих тканин і вимагати контрольованого режиму пресування.

Соляріс. Середній профіль Solaris характеризувався 242 г/дм³ цукрів і 9,0 г/дм³ кислотності, тоді як зразок із Житомира мав 218 г/дм³ і 9,5 г/дм³ відповідно. Контраст двох варіантів ілюструє значення умов вирощування для реалізації сортового потенціалу. Міжнародні дослідження Solaris також показують високу залежність сенсорного результату від технології переробки [7].

Мускаріс. Мускаріс мав 199 г/дм³ цукрів, 8,2 г/дм³ кислотності та 54,98% м'якоті. За базовими параметрами профіль є помірним, однак міжнародні дані свідчать про специфічний ароматичний потенціал сорту [8]. Оскільки леткі сполуки в цій роботі не визначалися, ароматичний напрям розглядається як гіпотеза для подальшої мікровініфікації, а не як власний експериментальний висновок.

Йоханітер. Йоханітер поєднував відносно невисоку цукристість 190 г/дм³ з високою кислотністю 9,9 г/дм³. Такий профіль може бути корисним для свіжих стилів або як компонент купажування в умовах, коли інші сорти швидко втрачають кислотність. Невелика маса 100 ягід додатково підкреслює необхідність контролю контакту сусла зі шкіркою.

Гіберналь. Гіберналь характеризувався 195 г/дм³ цукрів, кислотністю 7,9 г/дм³, найменшою масою 100 ягід – 70,93 г та одним із найвищих значень частки шкірки – 27,75%. Структурний показник 1,90 був найнижчим у вибірці, що вказує на відносно більший внесок твердого скелета і потребу в м'якому режимі переробки.

Девін. Девін мав 190 г/дм³ цукрів, 8,2 г/дм³ кислотності, найбільшу масу 100 ягід – 225,64 г і високу частку м'якоті – 61,33%. Структурний показник 4,11 свідчить про сприятливе співвідношення соковоїта твердої фаз. Для практики це робить сорт цікавим для технологій, орієнтованих на високий вихід сусла за обмеженої екстракції.

Совіньон Ритос. Цей зразок мав найвищу кислотність – 11,6 г/дм³, найнижче pH – 2,70, найвищий показник складання – 5,45 і найбільшу частку м'якоті – 67,73%. Такий профіль поєднує виражений кислотний резерв із потенційно високою соковіддачею. У теплих умовах це може бути важливою адаптаційною перевагою, яка потребує перевірки у вині.

Кернер. Кернер мав 215 г/дм³ цукрів, 9,0 г/дм³ кислотності, 63,45% м'якоті та структурний показник 4,67. У роботі його доцільно використовувати як порівняльний сортозразок, а не автоматично відносити до сучасних PIWI. Такий референт дозволяє оцінювати, наскільки морфологічні переваги досліджуваних стійких форм відрізняються від технологічно придатного Vitis vinifera-профілю.

Геліос. Геліос мав найнижчу цукристість – 160 г/дм³ при кислотності 7,9 г/дм³ і pH 2,90. Розрахований потенційний спирт становив 9,51% об. Тому його технологічна оцінка особливо залежить від цільового стилю, строку збирання і фактичної фенольної та ароматичної зрілості. Морфологічно зразок характеризувався 57,15% м'якоті та 19,15% шкірки.

**Наукова новизна одержаних автором результатів.** Наукова новизна полягає у комплексному зіставленні показників фізико-хімічної стиглості з механічною структурою грона та ягоди для технологічної диференціації досліджених сортозразків винограду.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень**

1. Систематизація фізико-хімічних і структурно-механічних показників виявила істотну варіабельність 12 досліджених сортозразків: масова концентрація цукрів становила 160–250 г/дм³, титрована кислотність – 6,8–11,6 г/дм³, частка м'якоті – 53,09–67,73%, шкірки – 12,43–29,30%.

2. Розрахункові показники підтвердили контрастність технологічних профілів: найвищу цукристість і структурний показник встановлено для Золодень 12.09 (250 г/дм³ і 6,22), тоді як Совіньон Ритос характеризувався найвищою титрованою кислотністю (11,6 г/дм³), показником складання (5,45) та часткою м'якоті (67,73%).

3. Зіставлення структури грона з показниками стиглості показало, що сортозразки з близькими значеннями цукристості й кислотності можуть істотно відрізнятися за співвідношенням м'якоті, шкірки та насіння; тому механічні характеристики доцільно враховувати під час вибору режимів дроблення, пресування та контакту сусла з твердими частинами ягоди.

4. Кореляційний аналіз і PCA підтвердили багатофакторність технологічної диференціації: у межах наявної вибірки кореляція між масою грона і цукристістю становила r = 0,67, а перші дві головні компоненти пояснювали 66,0% сумарної варіабельності. Через обсяг вибірки ці результати слід розглядати як розвідувальні.

5. Подальша перевірка встановлених закономірностей має включати багаторічні біологічні повторності, контрольовані мікровініфікації та визначення фенольних, ароматичних і сенсорних показників, що дасть змогу оцінити відтворюваність виявлених технологічних відмінностей.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. OIV. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. Paris: International Organisation of Vine and Wine, 2026.

2. Jones G. V., White M. A., Cooper O. R., Storchmann K. Climate Change and Global Wine Quality. *Climatic Change*. 2005. Vol. 73, No. 3. P. 319–343. DOI: 10.1007/s10584-005-4704-2.

3. Pedneault K., Provost C. Fungus resistant grape varieties as a suitable alternative for organic wine production: Benefits, limits, and challenges. *Scientia Horticulturae.* 2016. Vol. 208. P. 57–77. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.03.016.

4. Teissedre P.-L. Composition of grape and wine from resistant vines varieties. *OENO One.* 2018. Vol. 52, No. 3. P. 211–217. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.3.2223.

5. Mian G., Nassivera F., Sillani S. Grapevine Resistant Cultivars: A Story Review and the New Challenges Faced by a Sustainable Wine Sector. *Sustainability.* 2023. Vol. 15, No. 1. Art. 390. DOI: 10.3390/su15010390.

6. Keller M. The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology. 3rd ed. London: Academic Press, 2020.

7. Zhang S., Petersen M. A., Liu J., Toldam-Andersen T. B. Influence of Pre-Fermentation Treatments on Wine Volatile and Sensory Profile of the New Disease Tolerant Cultivar Solaris. *Molecules*. 2015. Vol. 20, No. 12. P. 21609–21625. DOI: 10.3390/molecules201219791.

8. Wang X., Frank S., Steinhaus M. Molecular Background of the Lychee Aroma of Vitis vinifera L. ‘Muscaris’. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024. Vol. 72, No. 3. P. 1674–1682. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c08298.

9. Ehrhardt C., Arapitsas P., Stefanini M., Flick G., Mattivi F. Analysis of the phenolic composition of fungus-resistant grape varieties cultivated in Italy and Germany using UHPLC-MS/MS. *Journal of Mass Spectrometry.* 2014. Vol. 49, No. 9. P. 860–869. DOI: 10.1002/jms.3440.

10. Vršič S., Pulko B., Vodovnik Plevnik T., Perko A. The Impact of Climatic Warming on Earlier Wine-Grape Ripening in Northeastern Slovenia. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, No. 6. Art. 611. DOI: 10.3390/horticulturae10060611.

## REFERENCES

1. OIV. (2026). Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. International Organisation of Vine and Wine.

2. Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., & Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73(3), 319–343. https://doi.org/10.1007/s10584-005-4704-2

3. Pedneault, K., & Provost, C. (2016). Fungus resistant grape varieties as a suitable alternative for organic wine production: Benefits, limits, and challenges. *Scientia Horticulturae*, 208, 57–77. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.016

4. Teissedre, P.-L. (2018). Composition of grape and wine from resistant vines varieties. *OENO One*, 52(3), 211–217. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.3.2223

5. Mian, G., Nassivera, F., & Sillani, S. (2023). Grapevine resistant cultivars: A story review and the new challenges faced by a sustainable wine sector. *Sustainability*, 15(1), 390. https://doi.org/10.3390/su15010390

6. Keller, M. (2020). The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology (3rd ed.). Academic Press.

7. Zhang, S., Petersen, M. A., Liu, J., & Toldam-Andersen, T. B. (2015). Influence of pre-fermentation treatments on wine volatile and sensory profile of the new disease tolerant cultivar Solaris. *Molecules*, 20(12), 21609–21625. https://doi.org/10.3390/molecules201219791

8. Wang, X., Frank, S., & Steinhaus, M. (2024). Molecular background of the lychee aroma of Vitis vinifera L. ‘Muscaris’. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 72(3), 1674–1682. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c08298

9. Ehrhardt, C., Arapitsas, P., Stefanini, M., Flick, G., & Mattivi, F. (2014). Analysis of the phenolic composition of fungus-resistant grape varieties cultivated in Italy and Germany using UHPLC-MS/MS. *Journal of Mass Spectrometry*, 49(9), 860–869. https://doi.org/10.1002/jms.3440

10. Vršič, S., Pulko, B., Vodovnik Plevnik, T., & Perko, A. (2024). The impact of climatic warming on earlier wine-grape ripening in northeastern Slovenia. *Horticulturae,* 10(6), 611. https://doi.org/10.3390/horticulturae10060611

***Yu. Boboshko,*** *PhD student (Odesa National University of Technology).* ***Technological potential of PIWI and comparative grape genotypes based on a comprehensive assessment of physicochemical and structural-mechanical characteristics***

***Abstract.*** *Purpose. To determine the technological potential of the studied grape genotypes through an integrated assessment of physicochemical maturity indices and structural-mechanical characteristics of clusters and berries, and to identify parameters suitable for differentiating primary processing approaches. Methods. Twelve grape*

*genotypes were analysed. Sugar concentration was determined refractometrically, titratable acidity by NaOH titration, and pH potentiometrically; all determinations were performed in triplicate. The study also evaluated cluster mass, berry number, mass of 100 berries and 100 seeds, proportions of stems, skins, seeds and pulp, pulp-to-skin ratio, and structural index. Potential alcohol and a sugar-to-acidity maturity index were additionally calculated. Descriptive statistics, Pearson correlation analysis and principal component analysis after z-standardisation were used to summarise the data; owing to the sample size, the multivariate analysis was interpreted as exploratory. Results. Sugar concentration ranged from 160 to 250 g/dm³, titratable acidity from 6.8 to 11.6 g/dm³, pulp proportion from 53.09 to 67.73%, and skin proportion from 12.43 to 29.30%. Zoloden 12.09 showed the highest sugar concentration and structural index, 250 g/dm³ and 6.22, respectively. Sauvignon Rytos showed the highest titratable acidity, pulp-to-skin ratio and pulp proportion: 11.6 g/dm³, 5.45 and 67.73%, respectively. Within the available dataset, the correlation between cluster mass and sugar concentration was r = 0.67, while the first two principal components explained 66.0% of total variability. The scientific novelty consists in the integrated comparison of physicochemical maturity indices with cluster mechanical structure for technological differentiation of the studied grape genotypes. Conclusions. Combining physicochemical and structural-mechanical characteristics provides a more comprehensive assessment of grape technological potential than using individual maturity indices alone. The observed differences in the balance between juice and solid fractions support a differentiated choice of crushing, pressing and juice-to-solids contact regimes. The results provide a basis for subsequent validation of the proposed approach in multi-year studies and controlled microvinifications.*

***Keywords:*** *PIWI, grapes, technological potential, physicochemical parameters, structural-mechanical characteristics, mechanical composition, technological assessment.*

Дата першого надходження статті до видання: 13.08.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.10.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.11.2026