

Визначення причин появи «pinking» у білих винах та його усунення

**М. В. Білько, С. М. Гунько, І. М. Бабич, О. В. Наumenко, Р. М. Мукоїд,
М. В. Іщенко, І. В. Добоній, С. Г. Даниленко, А. О. Бовкун, О. В. Стоцька**

Стаття присвячена дослідженням появи та усунення явища «pinking» в білих винах. Проаналізовано декілька факторів, які можуть спричиняти появу порожевіння: ступінь зрілості винограду та застосування ферментних препаратів. Встановлено вплив препаратів на основі полівінілполіпіралідону на усунення «pinking». Доведено, що зі збільшенням цукристості винограду схильність до порожевіння у винах знижується, що пояснюється зменшенням вмісту антоціанів наприкінці технічної зрілості винограду. Експериментальними дослідженнями підтверджено, що застосування ферментних препаратів пектолітичної дії з целюлазними, геміцелюлазними, β -глюканазними активностями сприяє посиленню інтенсивності солом'яного кольору та появі тілесних тонів, однак не впливає на порожевіння. Така обробка сприяла незначному збільшенню вмісту фенольних сполук у виноматеріалах, однак не впливала на вміст антоціанів і на схильність до «pinking». Обробка виноматеріалів комплексними препаратами на основі полівінілполіпіралідону, які включають сорбенти та флокулянти є ефективним способом усунення «pinking». Схильність виноматеріалів до «pinking» при цьому знижується 70...90 % до 1...2 %. Це пояснюється наявністю в препаратах сорбентів і флокулянтів, які реагують з фенольними речовинами, що спричиняють «pinking» білих вин, та виводять їх із системи.

Отже, є підстави стверджувати, що переробка винограду в період закінчення технічної зрілості буде сприяти меншій схильності виноматеріалів до «pinking»; ферментні препарати пектолітичної дії не впливають на появу цього явища в білих винах, а препарати на основі полівінілполіпіралідону разом з бентонітом, активним вугіллям, желатином або казеїном, є ефективним способом зниження схильності виноматеріалів до «pinking».

Ключові слова: «pinking», білі вина, зрілість винограду, ферментні препарати, полівінілполіпіралідон, фенольні речовини, антоціани.

1. Вступ

У деяких білих винах в процесі виготовлення та зберігання може з'являтися рожевий відтінок різної інтенсивності. У науковому світі це явище отримало назву «pinking». Дана проблема почала з'являтися 30...40 років тому та серйозно почала розглядатися виноробами з усього світу [1–3]. За цей період часу вчені різних країн досліджували причини виникнення «pinking». Однак механізм появи цього явища та речовини, які його обумовлюють, досі не встановлені, хоча існують декілька гіпотез. Розуміння цих процесів важливе, оскільки поява в кольорі білих вин рожевих відтінків вказує на початок окиснення, відхилення від вимог чинної нормативної документації та втрату привабливості

для споживачів. Розвиток цієї вади може зробити його зовсім непридатним до вживання та призвести до накопичення речовин, шкідливих для споживачів. Тому дослідження в напрямку визначення причин виникнення та шляхів усунення явища «pinking» у білих винах, є актуальними, а отримані результати дозволять наблизитися до вирішення важливої проблеми у виноробстві – окисненості білих столових вин.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

«Pinking» напряму пов'язаний з виноградом та процесами, які відбуваються під час визрівання, та способами його переробки до ферментативного періоду.

Хімічна речовина, що викликає «pinking», залишається невідомою, дослідження її структури триває, хоча цю ваду пов'язують з окисненням сполук фенольного комплексу. Серед вчених немає єдиної думки щодо представників цього класу речовин.

В роботі [2], вказується, що це явище може виникнути через перетворення лейкоантоціанідинів (флаван-3, 4-діолів) до відповідних їм флавенів (флаван-3-ен-3-ол) у сильно відновному середовищі. Після цього під впливом кисню флавени швидко окислюються до відповідних кольорових катіонів флавілію – антоціанів. Проте не зрозуміло, які фактори в процесі технології вин сприятимуть цьому процесу.

Інша гіпотеза пояснювала порожевіння повільним кислотним розщепленням міжфлаванних зв'язків деяких проантоціанідинів, присутніх у шкірках винограду, до відповідного проміжного продукту, який після впливу кисню перетворюється на катіони флавілію [4]. Проведені дослідження проводили тільки на одному винограді сорту Сірія. Залишається не в'ясненим питання появи антоціанів у інших сортах винограду.

Дослідження інших вчених показали, що шкірки білих сортів винограду Шардоне, Совіньон блан та Рислінг містять вимірні сліди антоціанів. Головним чином – це мальвідін-3-О-глюкозид [5]. Але залишається не з'ясованим питання залежності вмісту антоціанів, від ступеня стиглості винограду, адже відомо, що в процесі дозрівання вміст фенольних речовин у винограді змінюється, що відповідно впливає на потенційну схильність виноматеріалів до «pinking».

Антоціани мацеруються під час переробки винограду у сусло, але додавання діоксиду сірки маскує їх у безбарвний флаван-4-сульфонат. Коли кількість діоксиду сірки у винах зменшується, наприклад, під час зберігання або під впливом кисню, спостерігається збільшення форми флавілію антоціанів у вині через дисоціацію флаван-4-сульфонату. Коли концентрація забарвленої форми антоціанів досягає певної концентрації, рожевий колір можна візуально виявити у білому вині. В роботі [6] вказано, що мінімальна кількість антоціанів, яка необхідна для візуалізації рожевого кольору у вині, становить 0,3 мг/дм³. Але, якщо такий рівень антоціанів може бути відмічений оком дегустатора, то доцільним буде проведення дослідження в напрямку пошуку препарату, який забезпечить зменшення їх концентрації або повне їх видалення із вина.

В роботі [7] висунуто припущення, що появі «pinking» сприяє використання в технології ферментних препаратів (ФП) пектолітичної дії, які мають маце-

руючий ефект по відношенню до фенольних сполук винограду. Разом з тим, не встановлено рівень збільшення вмісту фенольних сполук та їх вплив на появу антоціанів в білих винах.

В роботі [8] автори не виключають дію металів змінної валентності – міді або заліза – в процесах окиснення фенольних сполук. Але метали як активатори окиснення фенолів окислюють їх до відповідних хінонів, які мають жовто-коричневі кольори, а не рожеві.

Деякі автори відмічають, що «pinking» зазвичай не впливає на інші сенсорні особливості вина [4], але в роботі [9] висловлена інша думка, що порожівання пов'язано з окисненістю, отже відбувається зміна аромату та смаку. Вочевидь «pinking» – це початковий процес окиснення, його продовження призводить до набуття коричневих відтінків у кольорі, хоча вино може темніти, мінуючи стадію порожівання.

Запобігання та заходи усунення «pinking» передбачають обробку виноматеріалів препаратами, які здатні попередити окиснення. Найпоширенішими засобами профілактики рожевого кольору є використання аскорбінової кислоти перед розливом у пляшки або обробка вин полівінілполіпіролідом (ПВПП) чи казеїнатом калію [1, 2], які можуть адсорбувати фенольні сполуки, відповідальні за зміну кольору. Дослідження цих авторів були направлені на встановлення впливу окремих речовин на усунення або попередження «pinking». Сумісний вплив препаратів на основі ПВПП з іншими сорбентами та флокулянтами, які широко розповсюджені у виноробстві, не достатньо вивчені у науковому просторі.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження полягала у визначенні причин виникнення та шляхів усунення явища «pinking» у білих винах, що дасть можливість запобігти зміні їх органолептичних характеристик та втраті привабливості білих вин для споживача.

Для реалізації поставленої мети вирішували наступні задачі:

- встановити вплив ступеня зрілості винограду сорту Тіморассо на органолептичні характеристики білих вин, зокрема колір, вміст фенольних сполук, антоціанів та схильність до «pinking»;
- встановити вплив ферментних препаратів на колір білих виноматеріалів із сорту Загрей, вміст фенольних речовин та антоціанів;
- дослідити вплив препаратів на основі ПВПП на зменшення схильності виноматеріалів із Ркацтелі, Мускат білий та Совіньйон блан до «pinking».

4. Матеріали та методи дослідження

4. 1. Гіпотеза дослідження

Об'єктом дослідження була технологія білих столових вин.

Наукова гіпотеза полягає у тому, що у білих сортах винограду є невеликий вміст антоціанів, який залежить від ступеня визрівання винограду. Ферментні препарати можуть сприяти екстрагуванню фенольних сполук, в тому числі й антоціанів у сусло, тим самим призводячи до появи «pinking» у винах. Комплексні препарати на основі ПВПП сумісно з сорбентами та флокулянтами здатні зменшити або усунути прояв «pinking» у білих винах.

4. 2. Досліджувані матеріали

Матеріалами досліджень були виноград сортів Ркацелі, Совіньйон Блан, Мускат білий, Тіморассо, Загрей та білі сухі вина з них, виготовлені в умовах виробництва Одеського та Миколаївського регіону з використанням ФП і ПВПП.

Характеристика ФП наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика ферментних препаратів (Martin Vialatte, Франція)

Найменування препарату	Склад ферментів
Viazym Flux	Пектинази, целюлази, β -глюканаза
Viazym Clarif ONE	Пектинази: полігалактуроноза, пектинметилестераза, пектинліаза
Viazym MP	Пектинази, целюлази, геміцелюлози, β -глюканаза

Препарати на основі ПВПП, характеристика яких представлена в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика препаратів на основі ПВПП (Martin Vialatte, Франція)

Найменування матеріалу	Склад та характеристика
Полівінілполіпіралідон (PVPP)	усуває явища мадеризації та потемніння білих вин, зв'язує в'язучі таніни, помітно знижує гіркоту в смаку, покращує свіжість та аромат
Polycase	Склад: ПВПП та казеїн; усуває явища мадеризації, видаляє в'язучі, гіркі окислювальні поліфеноли, знижує інтенсивність кольору, усуває жовто-бурі відтінки, освіжає смак, не викликає переоклеювання
Polypresse AF	Склад: рослинний протеїн (без глютену), ПВПП, бентоніт, желатин і активне вугілля; усуває прояви окислення, знижує інтенсивність забарвлення вин, знижує інтенсивність в'язучих тонів в післясмаку, видаляє окислені поліфеноли, зменшує інтенсивність кольору вина і покращує зовнішній вид вина
Polyclin	Склад: ПВПП, рослинні протеїни, целюлоза, активовані бентоніти; швидко освітлює вина, видаляє окислені фенольні речовини, знижує інтенсивність кольору, усуває жовто-бурі відтінки, освіжає смак, знижує терпкість та усуває гіркоту; відновлює в винах сортові аромати
Freshprotect	Склад: ПВПП, бентоніт, целюлоза і гуміарабік; зменшує відчуття гіркоти і трав'янисті тони у вині
Colorprotect	Склад: бентоніт, ПВПП і рослинні протеїни; підвищує стійкість до окислення вин, покращує органолептичні властивості вин, усуває жовтий відтінок в кольорі

Наведені в табл. 2 препарати містять у своєму складі сорбенти або флокулянти, які реагують з фенольними речовинами вина та здатні усувати вади, пов'язані з невластивими відтінками кольорів вин.

4. 3. Методика та методи проведення досліджень

Перший етап досліджень був присвячений впливу вмісту цукру у винограді на схильність до «pinkings» у білих столових виноматеріалах. Дослідження проводили на винограді сорту Тіморассо. Технологія вин передбачала збирання винограду за цукристості 215...234 г/дм³ та титрованої кислотності 6...9 г/дм³.

Чотири партії винограду з вмістом цукрів 198, 215, 226 та 234 г/дм³ поставляли на виноробню у пластикових ящиках. Потім виноград висипали в бункер-живильник, звідки подавали у валкову дробарку гребеневідокремлювач. М'язгу сульфитували із розрахунку 50...70 мг/дм³ і направляли на пресування у мембранний прес, звідки сусло у кількості 60 дал/т перекачували у ємність для відстоювання на 18 год за температури 14...16 °С.

Після чого знімали з осаду, перекачували в резервуар для бродіння. В сусло вводили сухі дріжджі, які попередньо були реактивовані у воді протягом 20 хв. за температури 30...35 °С, потім додавали сусло температурою 20...25 °С. В процесі бродіння здійснювали контроль температури в межах 15±2 °С. Коли вміст цукру у суслі досягав 3 г/дм³ або менше, знімали з дріжджового осаду і ще раз сульфитували із розрахунку 20...30 мг/дм³ вільного SO₂. Готові виноматеріали зберігали за температури 6...8 °С протягом 2 місяців.

Другий етап досліджень був присвячений впливу ФП пектолітичної дії на прояв «pinkings» у білих столових виноматеріалах. Виноматеріали виготовляли з винограду сорту Загрей, з початковим вмістом цукрів 202 г/дм³.

Виробництво виноматеріалів здійснювали за 4-ма схемами.

Схема 1 – контрольний зразок без додавання ФП. Інші зразки (схема 2...4) були виготовлені з додаванням у м'язгу ФП пектолітичної дії, а саме Viazym Flux (схема 2), Viazym Clarif ONE (схема 3) та Viazym MP (схема 4) перед пресуванням у кількості 0,2...0,4 г/10 кг м'язги.

Третій етап досліджень був присвячений вибору та обґрунтуванню препаратів стабілізуючої дії на основі ПВПП для попередження або зменшення появи «pinkings». Виноматеріали із винограду сортів Ркацителі, Совіньйон Блан, Мускат білий, які були схильні до «pinkings» або мали порожевіння, оклеювали підготовленими суспензіями препаратів у дозах рекомендованих виробником.

Оклеювання проводили наступним чином.

У досліджуваних зразках до проведення оклеювання визначали вміст фенольних сполук та антоціанів.

Наважки препаратів 2 г розчиняли у 100 см³ дистильованої води, ретельно перемішували до стану суспензії та залишали для набухання протягом 2 год.

Кожен зразок виноматеріалів вносили у циліндри на 250 см³, додавали підготовлені препарати із розрахунку 30 г/гл, та ретельно перемішували. Після внесення препарату залишали циліндри на 2...3 доби. Після цього освітлену частину виноматеріалів фільтрували через фільтрувальний папір.

У всіх досліджуваних зразках визначали масові концентрації фенольних речовин, використовуючи колориметричний метод аналізу із застосуванням реактиву Фоліна-Чокальтеу. Масову концентрацію антоціанів визначали, застосовуючи колориметричний метод аналізу із стабілізацією кольору підкисленим соляною кислотою розчином етилового спирту [10].

Для виявлення схильності виноматеріалу до «pinking» було використано методику з перекисом водню, яка передбачала введення розчину перекису водню у зразок з наступною витримкою протягом 24 год. Потім проводили вимірювання оптичної густини виноматеріалів до та після окиснення перекисом. Вино має схильність до pinking, якщо значення оптичної густини при D_{500} збільшилося більше, ніж на 5 % у порівнянні з контролем [4].

Аналізовані виноматеріали спочатку піддавали тонкій фільтрації (на 0,45 мкм або 0,65 мкм), потім вимірювали оптичну густину в кюветі товщиною 10 мм на фотоелектроколориметрі КФК-3 (Росія) у видимому діапазоні спектру 440–670 нм. Як розчин порівняння використовували дистильовану воду. Далі у конічну колбу об'ємом 50 см³ відміряли 10 см³ вина, додавали 0,25 см³ розчину H₂O₂, залишали за кімнатної температури на 24 год, потім вимірювали оптичну густину в кюветі товщиною 10 мм проти дистильованої води.

Математичну та статистичну обробку експериментальних даних проводили при визначенні критеріїв С-тесту Кокрана, t-критерію Фішера та Ст'юдента. Точність даних визначали за допомогою критерію Кокрана, а адекватність математичної моделі перевіряли за допомогою критеріїв Фішера та Ст'юдента. Статистичну обробку проводили у Microsoft Excel 2013 (США), значення оцінювали із середнім та стандартним відхиленнями.

5. Результати досліджень показників винограду та білих виноматеріалів

5.1. Дослідження впливу ступеня зрілості винограду на «pinking» білих вин

В роботі [1] відмічається, що ступінь дозрівання винограду впливає на вміст в ньому фенольних речовин винограду. Збільшення вмісту фенольних речовин може призводити до збільшення антоціанів, які входять до групи фенольних сполук, та можуть обумовлювати рожевий відтінок у кольорі білих вин [5].

Сенсорний аналіз кольору білих виноматеріалів, які були виготовлені з різним початковим вмістом цукрів, показав, що зразки майже не відрізнялись своїми відтінками (табл. 3). Білі виноматеріали мали світло-солом'яні кольори; у зразку з середнім вмістом цукру були зафіксовані жовтуваті відтінки. Рожеві відтінки у зразках не відмічали.

Таблиця 3

Результати органолептичної оцінки білих вин із винограду сорту Тіморассо

Масова концентрація цукрів у винограді, г/дм ³	Прозорість	Колір	Аромат	Смак
198,0±1,0	Прозоре	Світло-солом'яний з відтінком зелені	Свіжий з нотками зелені	Помірно кислотний, свіжий

215,0±1,0	Прозоре	Світло-солом'яний	Свіжий з нотками зелені	Помірно кислотний, свіжий
226,0±1,1	Прозоре	Солом'яний з жовтуватими відтінками	Квітково-фруктовий, з тонами яблук	Гармонійний, приємний, легкий
247,0±1,2	Прозоре з блиском	Солом'яний	Квітково-фруктовий, легкий тон яблук	Гармонійний, свіжий, але не спиртуозний

Згідно результатів фізико-хімічних досліджень (табл. 4) по мірі збільшення цукристості винограду вміст фенольних речовин знижується, а вміст барвних речовин на початку технічної зрілості збільшується. Разом з тим, досягнення середнього та високого ступеня зрілості (вміст цукрів у винограді 226 г/дм³ і більше) призводить до зниження рівня антоціанів, що добре узгоджується з даними літератури [11, 12].

Таблиця 4

Результати фізико-хімічних досліджень вин із винограду сорту Тіморассо

Масова концентрація		
цукрів, г/дм ³	фенольних речовин, мг/дм ³	антоціанів, мг/дм ³
виноград	виноматеріали	
198,0±1,1	224,6±6,7	1,7±0,1
215,0±1,1	210,2±6,3	2,0±0,2
226,0±1,1	197,8±5,9	3,4±0,3
234,0±1,2	175,0±5,3	3,0±0,3

Разом з тим, концентрація антоціанів у виноматеріалах становила 2,0...3,4 мг/дм³, але рожевий відтінок не фіксувався оком дегустаторів.

Після проведеного тесту на «pinking» потенціал, аналіз результатів дозволив встановити, що зі збільшенням цукристості винограду схильність до порожевіння у винах падає (рис. 1). На це вказує невеликий пік (менше 5 %) оптичної густини в діапазоні 540...670 нм у виноматеріалах за цукристості винограду 226,0 г/дм³ (рис. 1, в) та відсутність будь-якого піку за 247,0 г/дм³ (рис. 1, г).

Схильним до потенційного порожевіння виявився зразок, який мав найменшу початкову масову концентрацію цукрів – 198,0 мг/дм³ (рис. 1, а). Власні дослідження дещо відрізняються від гіпотези, висунутої деякими авторами [13].

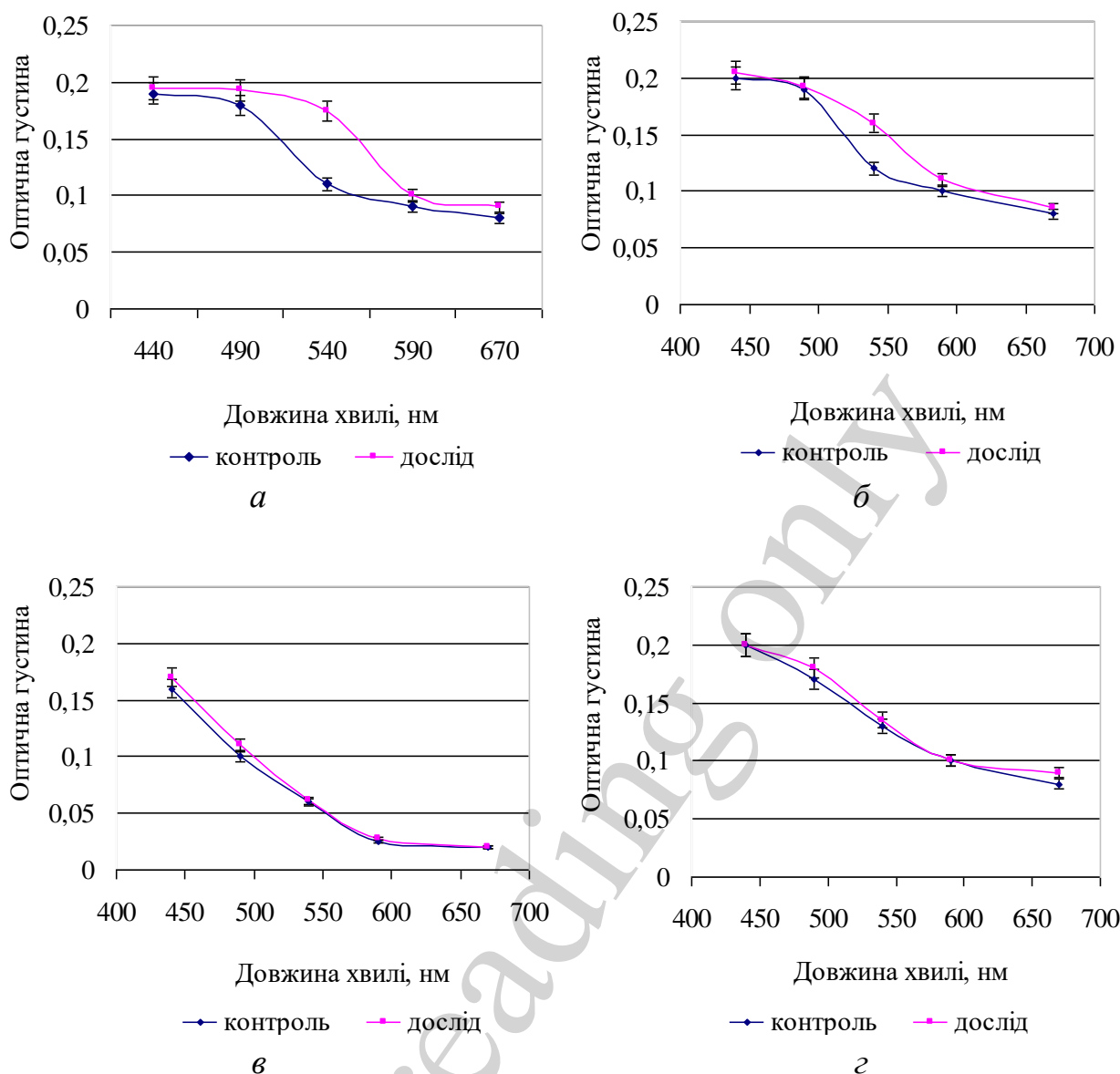


Рис. 1. Динаміка оптичної густини до та після тестування на «pinking» виноматеріалу з винограду сорту Тіморассо із масовою концентрацією цукру у винограді, г/дм³: *a* – 198; *б* – 215; *в* – 226; *г* – 247

5. 2. Дослідження впливу ферментних препаратів на вміст антоціанів у виноматеріалах та на схильність до порожевіння

Ферментні препарати (ФП) широко використовуються у сучасному виноробстві. Попередня ферментативна обробка м'язги є одним з найбільш ефективних методів інтенсифікації низки технологічних процесів, сприяє розриву зв'язків між полісахаридами клітинної стінки шкірки винограду і мембран клітинних органів [14]. Внаслідок цього збільшується вихід суслу з одиниці сировини, інтенсифікуються процеси мацерації м'язги і, як наслідок, підвищується вміст в суслі терпенових сполук, компонентів фенольного комплексу, зокрема, антоціанів [15–18].

Використання ФП впливає на зміну жовтих і червоних відтінків виноматеріалів. Червоний пігмент вказує на наявність низької, але все ж видимої кілько-

сті антоціанів. Вченими відмічається, що більшість вин оброблених ФП характеризувалися зміною інтенсивності червоного кольору [18].

Співставлення результатів органолептичного аналізу кольору виноматеріалів із винограду сорту Загрей, виготовлених з використанням ФП, дозволили відмітити наявність більш насиченого солом'яного кольору. ФП Viazym MP, який містить окрім пектинази ще й целюлази, геміцелюлози і β -глюканазу, надавав зразку тілесних відтінків (рис. 2). Рожеві відтінки в дослідних зразках не спостерігали.

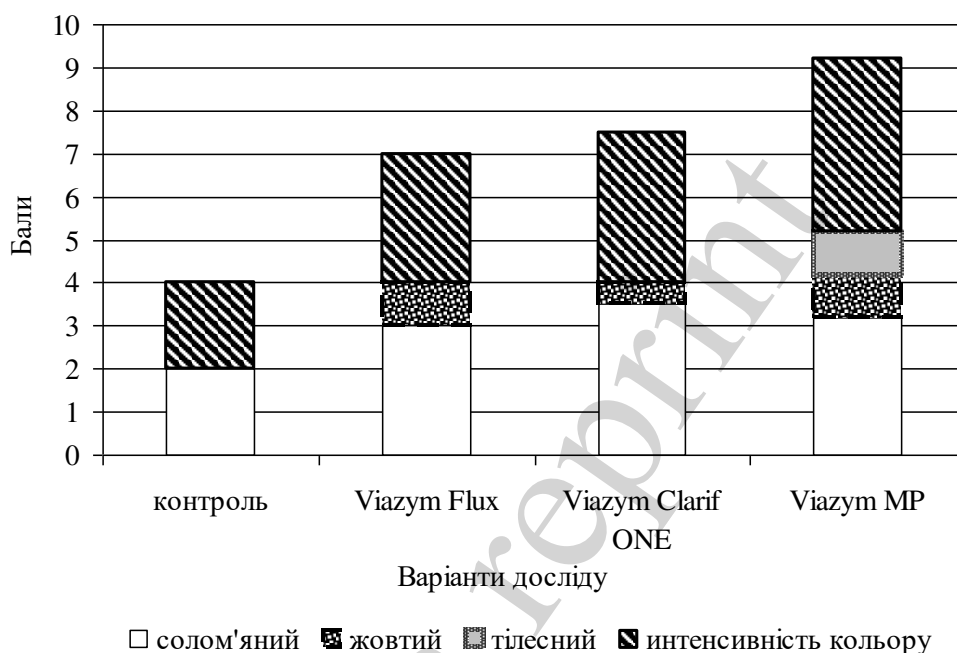


Рис. 2. Дескрипторна оцінка кольору зразків білих виноматеріалів із винограду сорту Загрей

Вміст фенольних речовин в досліджуваних зразках на 2...6 % перевищував контрольний зразок ($118,6 \pm 1,1$ мг/дм³), що не є суттєвою різницею, а антоціани в досліджуваних зразках не виявили. Тест на «pinking» потенціал також не показав схильність виноматеріалів до порожевіння. Слід відмітити, що початковий вміст цукрів у винограді сорту Загрей становив 190 г/дм³.

5. 3. Впливу препаратів на основі полівінілполіпіралідону на усунення «pinking» у білих винах

Дані літератури вказують на позитивний вплив допоміжних речовин на етапі стабілізації вин або перед розливом [1, 4, 19]. Так, аскорбінова кислота, яка має антиоксидантний ефект по відношенню до фенольних сполук, запобігає їх окисненню [20]. Альтернативою є зниження концентрації або повне видалення прекурсорів з вин за допомогою оклеювання. Для цього використовують матеріали, які не мають сильного сорбувального ефекту, такі як ПВПП [1, 21, 22], казеїнат натрію або їх комбінації з бентонітом [23, 24]. Вчені відмічають позитивний вплив активного вугілля на рожевий колір, але він також видаляє інші

сполуки, важливі для аромату та загальної якості вин. ПВПП має адсорбуючу дію по відношенню до фенольних сполук та формує водневі зв'язки з гідроксильними групами поліфенолів [24, 25].

Результати досліджень білих виноматеріалів після оклеювання матеріалами стабілізуючої дії на основі ПВПП дозволили виявити найефективніший з них для зниження прояву «pinking». Так, оклеювання препаратом Polycase, до складу якого окрім ПВПП входить казеїн та Polypresse AF, який містить бентоніт, желатин та активне вугілля, не виявили у виноматеріалів схильність до цієї вади (рис. 3).

Це можна пояснити наявністю окрім ПВПП сорбентів в складі препаратів, які реагують з фенольними речовинами виноматеріалів, що спричиняють «pinking», виводячи їх із системи.

Різниця в оптичних густинах на довжині хвилі 520 нм, яка відповідає за вловлювання червоних відтінків, не перевищувала 5 %. Застосування Colorprotect, що містить бентоніт, целюлозу та рослинний протеїн сприяв зменшенню схильності виноматеріалів до «pinking» в середньому на 50 %. Чистий ПВПП та препарат Freshprotect значно підвищували стійкість до цієї вади, але не забезпечували захист від прояву «pinking», адже різниця густин складала більше 5 %.

Слід відмітити, що виноматеріали, які застосовували в цьому досліді були схильними до «pinking», а для їх виготовлення використовували виноград з цукристістю не більше 200 г/дм³.

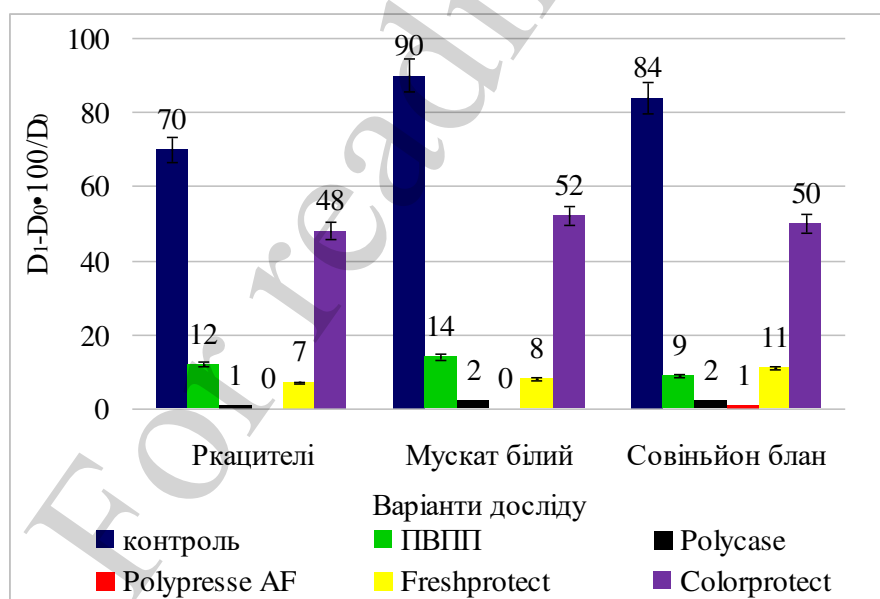


Рис. 3. Схильність виноматеріалів до «pinking» до та після обробки препаратами на основі ПВПП, %: D_0 , D_1 – оптична густина на довжині хвилі D_{520} до та після оклеювання відповідно

6. Обговорення результатів досліджень появи та усунення явища «pinking» у білих винах

При дослідженні впливу різної цукристості винограду Тіморасо на колір білих вин, згідно даних в табл. 3, не було відмічено суттєвих відмінностей між

зразками. Це пояснюється зниженням вмісту фенольних сполук, які піддаються окисненню та можуть спричинити появу «pinking» в білих винах. Разом з тим, вміст антоціанів у винограді Тіморассо в процесі визрівання мав тенденцію до збільшення з піком $3,4 \text{ мг/дм}^3$, але така концентрація антоціанів не сприймалась оком дегустаторів. Раніше проведені дослідження [6], вказували на те, що для візуалізації рожевого відтінку в винах достатньо $0,3 \text{ мг/дм}^3$ антоціанів. Різниця в отриманих даних може бути пояснена різними умовами зберігання виноматеріалів та дозуванням діоксиду сірки, який має маскувальну дію по відношенню до антоціанів. У виноматеріалах Тіморассо підтримували вільну форму діоксиду сірки на рівні $20\ldots 30 \text{ мг/дм}^3$. Однак, автори статті [6] не контролювали цей показник.

В роботі [2] вказується, що одним із шляхів появи рожевого відтінку у білих винах є перетворення лейкоантоціанідинів (безбарвних сполук) до катіонів флавілію – антоціанів. Схильність до «pinking» виноматеріалів, які виготовлені із винограду на початку технічної зрілості (рис. 1, а, б), пояснюється високим вмістом фенольних сполук, які знаходяться у прямій залежності з лейкоантоціанідинами – представниками фенольного комплексу.

Встановлена в результаті органолептичних досліджень відсутність рожевих відтінків кольору у білих виноматеріалах, виготовлених з ФП із винограду сорту Загрей, можна пояснити мінімальним мацеруючим ефектом по відношенню до фенольних речовин винограду (рис. 2). Раніше проведені дослідження [7] показали, що пектолітичні ФП з побічною глікозидазною активністю змінюють відтінок кольору вин, в основному, в бік жовтої складової. Хоча червона складова також змінювала свої значення. В роботі [15] відзначали, що ФП з побічною целюлозною активністю, паралельно з мацерацією фенольних сполук, екстрагують оксидази винограду, які здійснюють окислювальну трансформацію та частково виводяться із системи на стадії освітлення суслу.

Результати, наведені рис. 3, підтверджують ефективність препаратів на основі ПВПП на зниження схильності білих виноматеріалів до «pinking». Чистий ПВПП не забезпечує усунення цього явища, на відміну від препаратів, які містять у своєму складі такі сорбенти як бентоніт, активне вугілля, казеїн та флокулянт желатин. Вочевидь, вони реагують з фракціями фенольних сполук, які спричиняють появу «pinking», виводячи їх із системи. Зокрема, казеїнат калію здатний адсорбувати фенольні сполуки, відповідальні за зміну кольору [1], ПВПП разом з бентонітом більш ефективно сорбує фенольні речовини, ніж чистий ПВПП [22, 23].

Визначена схильність до «pinking» білих вин із винограду Тіморассо з діапазоном цукрів $198\ldots 247 \text{ г/дм}^3$ без урахування температурних умов визрівання, що також може впливати на вміст фенольних сполук винограду.

Слід відмітити, що дослідження були обмежені умовами зберігання виноматеріалів, а саме протягом двох місяців в холодному приміщенні без доступу кисню. За інших технологічних умов результати досліджень можуть відрізнятися від наведених у статті.

Низький вміст антоціанів в білих виноматеріалах до $3,4 \text{ мг/дм}^3$ призводить до ускладнень їх визначення колориметричним методом. Більш точні результа-

ти можна отримати, використовуючи хроматографічні методи аналізу. Незважаючи на обмеження та ускладнення, результати даних досліджень можуть бути використані для підвищення якості білих вин.

Оскільки вміст фенольних сполук, в тому числі антоціанів, винограду визначається його зрілістю, а вин – використанням сорбентів, то прояв «pinking» буде залежати від терміну збирання винограду та вибору комплексних препаратів на основі ПВПП.

Подальші дослідження слід направити на пошук технологічних прийомів переробки винограду з метою мінімізації речовин фенольного комплексу, що сприяють прояву «pinking», обробки, умов та режимів зберігання білих вин.

7. Висновки

1. Ступінь зрілості винограду впливає на схильність виноматеріалів до «pinking». Зі збільшенням цукристості винограду сорту Тіморассо з 198 до 247 г/дм³ схильність до порожевіння у винах знижується. Досягнення середнього та високого ступеня зрілості (вміст цукрів у винограді 226 г/дм³ і більше) призводить до зниження рівня антоціанів та відсутності схильності виноматеріалів до «pinking».

2. Застосування ферментних препаратів пектолітичної дії до 2...6 % підвищує вміст фенольних сполук у виноматеріалах із винограду сорту Загрей цукристістю 190 г/дм³. До збільшення барвних фракцій фенольних речовин – антоціанів та відповідно до схильності виноматеріалів до «pinking» внесення ферментних препаратів не впливає.

3. Усунення явища «pinking» у білих винах із винограду сортів Ркацителі, Мускат білий та Совіньон блан на 98-100 % можна досягти використовуючи комплексні препарати на основі полівінілполіпіралідону, які включають бентоніт, желатин, активне вугілля (Polypresse AF) або казеїн (Polycase).

Література

1. Nel, A. P., du Toit, W. J., van Jaarsveld, F. P. (2020). Pinking in White Wines - A Review. South African Journal of Enology and Viticulture, 41 (2), 151–157. doi: <https://doi.org/10.21548/41-2-3952>
2. Cojocaru, G. A., Antoce, A. O. (2019). Effect of certain treatments to prevent or partially reverse the pinking phenomenon in susceptible white wines. BIO Web of Conferences, 15, 02003. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191502003>
3. Bennett, L. E., Jegasothy, H., Konczak, I., Frank, D., Sudharmarajan, S., Clingeffer, P. R. (2011). Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. Journal of Functional Foods, 3 (2), 115–124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.005>
4. Andrea-Silva, J., Cosme, F., Ribeiro, L. F., Moreira, A. S. P., Malheiro, A. C., Coimbra, M. A. et. al. (2014). Origin of the Pinking Phenomenon of White Wines. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62 (24), 5651–5659. doi: <https://doi.org/10.1021/jf500825h>

5. Arapitsas, P., Oliveira, J., Mattivi, F. (2015). Do white grapes really exist? *Food Research International*, 69, 21–25. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.002>
6. Cosme, F., Andrea-Silva, J., Filipe-Ribeiro, L., Moreira, A. S. P., Malheiro, A. C., Coimbra, M. A. et. al. (2019). The origin of pinking phenomena in white wines: An update. *BIO Web of Conferences*, 12, 02013. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191202013>
7. Scutarașu, E. C., Cotea, V. V., Luchian, C. E., Colibaba, L. C., Katalin, N., Oprean, R., Niculaua, M. (2019). Influence of enzymatic treatments on white wine composition. *BIO Web of Conferences*, 15, 02032. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191502032>
8. Clark, A. C., Wilkes, E. N., Scollary, G. R. (2015). Chemistry of copper in white wine: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21 (3), 339–350. doi: <https://doi.org/10.1111/ajgw.12159>
9. Gabrielli, M., Fracassetti, D., Romanini, E., Colangelo, D., Tirelli, A., Lambri, M. (2021). Oxygen-induced faults in bottled white wine: A review of technological and chemical characteristics. *Food Chemistry*, 348, 128922. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128922>
10. Гержикова, В. Г. (Ред.) (2009). Методы технохимического контроля в виноделии. Симферополь: Таврида, 304.
11. Білько, М. В., Олійник, А. О., Бабко, Д. Є. (2019). Полівінілполіпіролідон для запобігання порожевінню у білих винах. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 25 (6), 138–143. doi: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-6-18>
12. Маркосов, В. А., Агеева, Н. М., Ничвидюк, О. В., Даниелян, А. Ю., Тургенев, В. В. (2020). Изменение концентрации фенольных соединений в винограде Пино нуар и приготовленных из него виноматериалах. *Магарач. Виноградарство и виноделие*, 22 (3), 260–265. doi: <https://doi.org/10.35547/im.2020.22.3.015>
13. Nel, A. P., Van Jaarsveld, F. P. (2018). Guidelines to reduce pinking potential in white wines. *Winetech Technical, Oenology Research*. URL: <https://www.wineland.co.za/guidelines-reduce-pinking-potential-white-wines/>
14. Gao, Y., Zietsman, A. J. J., Vivier, M. A., Moore, J. P. (2019). Deconstructing Wine Grape Cell Walls with Enzymes During Winemaking: New Insights from Glycan Microarray Technology. *Molecules*, 24 (1), 165. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules24010165>
15. Остроухова, Е. В. (2013). Создание методологии управления качеством виноградных вин с использованием ферментативного катализа. *Ялта: Институт винограда и вина «Магарач»*, 285. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28767776>
16. Claus, H., Mojsov, K. (2018). Enzymes for Wine Fermentation: Current and Perspective Applications. *Fermentation*, 4 (3), 52. doi: <https://doi.org/10.3390/fermentation4030052>
17. Агеева, Н. М., Тихонова, А. Н., Бирюков, А. П. (2020). Влияние ферментных препаратов на ароматобразующие компоненты красных столовых вин. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 10 (2), 251–260. doi: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-251-260>

18. Levaj, B., Vahcic, N., Dragovic-Uzelac, V., Svetlicic, S., Sabljak, V., Herceg, K. et. al. (2012). Influence of Processing on Yield and Quality of Cloudy Plum Juices. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 7, 34–38. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/123160>
19. Minute, F., Giotto, F., Filipe-Ribeiro, L., Cosme, F., Nunes, F. M. (2021). Alternative Methods for Measuring the Susceptibility of White Wines to Pinking Alteration: Derivative Spectroscopy and CIEL*a*b* Colour Analysis. *Foods*, 10 (3), 553. doi: <https://doi.org/10.3390/foods10030553>
20. Filipe-Ribeiro, L., Andrea-Silva, J., Cosme, F., Nunes, F. M. (2022). Pinking. *White Wine Technology*, 187–195. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823497-6.00024-7>
21. Spagna, G., Barbagallo, R. N., Martino, A., Pifferi, P. G. (2000). A simple method for purifying glycosidases: α -l-rhamnopyranosidase from *Aspergillus niger* to increase the aroma of Moscato wine. *Enzyme and Microbial Technology*, 27 (7), 522–530. doi: [https://doi.org/10.1016/s0141-0229\(00\)00236-2](https://doi.org/10.1016/s0141-0229(00)00236-2)
22. Мельник, И., Кучухидзе, А., Митев, П., Стоянов, Н. (2016). Технологические обработки по предотвращению появления pinking в шампанских виноматериалах. *Proceedings of University of Ruse*, 55 (10.2), 41–45. URL: <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp16/10.2/10.2-9.pdf>
23. Cosme, F., Fernandes, C., Ribeiro, T., Filipe-Ribeiro, L., Nunes, F. M. (2020). White Wine Protein Instability: Mechanism, Quality Control and Technological Alternatives for Wine Stabilisation – An Overview. *Beverages*, 6 (1), 19. doi: <https://doi.org/10.3390/beverages6010019>
24. Cosme, F., Capão, I., Filipe-Ribeiro, L., Bennett, R. N., Mendes-Faia, A. (2012). Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physicochemical and sensory characteristics. *LWT - Food Science and Technology*, 46 (2), 382–387. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.016>
25. Kufa, A. (2019). A microbiological solution to visible wine defects: pinking and protein haze formation. Stellenbosch University. URL: <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/105903>