

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ НЕКРІПЛЕНИХ ВИН З ЯГІД ПОРІЧКИ ЧЕРВОНОЇ

А. Ю. ТОКАР¹, доктор сільськогосподарських наук

І. В. ГАЙДАЙ¹, кандидат технічних наук

О. М. ЛИТОВЧЕНКО², доктор технічних наук

В. І. ВОЙЦЕХІВСЬКИЙ³, кандидат сільськогосподарських наук

Уманський національний університет

Інститут садівництва НААН України

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Плоди порічки червоної сорту Ласуня накопичують у середньому 5,9 % цукрів і 2,17 % титрованих кислот, середньо багаті на аскорбінову кислоту (58,8 мг у 100 г) та фенольні речовини (337,5 мг у 100 г). Технологія приготування некріплених плодово-ягідних вин передбачає додавання води і цукру для забезпечення кондиційності напоїв, що зумовлює зниження вмісту біологічно активних інгредієнтів, які визначають фізіологічну цінність порічкових вин. У винах з червоної порічки сорту Ласуня зберігається у середньому 23,1 % аскорбінової кислоти і 24 % – фенольних речовин від вмісту у сировині.

Ключові слова: порічка червона, бродіння, некріплене вино, фенольні речовини, аскорбінова кислота

Постановка проблеми. У всьому світі та Європі все більшої популярності набувають оригінальні напої з натуральної сировини, яка містять комплекс біологічно активних речовин, що проявляють профілактичну та оздоровчу дію на організм людини. В Україні достатньо умов для виробництва таких напоїв, велика сировинна база, інноваційні технології, підтримка держави. Проте наразі є тенденція до збільшення виробництва напоїв з використанням штучних барвників, поліпшувачів смаку й аромату, різних консервантів, що можуть негативно вплинути на різні функції організму людини [1, 2]. Вина та напої з плодів і ягід традиційно вироблялися в Україні. Наразі в Інституті садівництва НААН України під керівництвом професора О. М. Литовченка розроблено і впроваджено у виробництво значну кількість, як алкогольних, так безалкогольних напоїв високої якості з підвищеним вмістом біологічно активних речовин, в тому числі і плодово-ягідних вин [3].

Після того, як Урядом в Україні було знято дорогі ліцензії з малих переробних підприємств, знижено акцизи на виробництво вин з власної сировини без застосування додавання спирту-ректифікату [4], відкрилась можливість розширити виробництво якісних некріплених виноградних і плодово-ягідних вин з підвищеним вмістом комплексу біологічно активних речовин сировини. Виготовлення таких вин потребує комплексних знань з технології виноробства, зокрема технологічних особливостей сировини.

Досліджень з визначення придатності плодів конкретних сортів фруктової сировини для виготовлення некріплених вин недостатньо.

Метою наших досліджень було проведення хіміко-технологічної оцінки ягід порічки червоної сорту Ласуня, вирощених в умовах Центрального Лісостепу України, формування якості некріплених вин та збереження аскорбінової кислоти і фенольних речовин плодів у них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Порічка червона широко використовується у виноробстві завдяки своєму насиченому кисло-солодкому смаку, високому вмісту пектинів та помірному вмісту поліфенолів, що надає напоям бажаних смакових та ароматичних характеристик [5]. Червона порічка має плід – ягоду червоного кольору, 8–12 мм в діаметрі, по 310 штук в кожній китиці. Батьківщина – Західна Європа (Франція, Бельгія, Німеччина та північна Італія). В науковій літературі паралельно зустрічається термін смородина червона. Не можна плутати з білою порічкою [6, 7].

Порічка корисна для здоров'я завдяки багатому вмісту вітамінів (С, А, К, групи В), мінералів (залізо, калій, кальцій, магній, йод), клітковини, антиоксидантів, пектинів і кумаринів. Вона зміцнює імунітет, покращує травлення, нормалізує роботу серцево-судинної системи та кісток, а також допомагає виводити токсини й радіоактивні речовини з організму. Порічка широко використовується в народній медицині багатьох країн як протизапальний, жарознижувальний, кровотворний і загальнозміцнюючий засіб. Ягоди застосовують для збудження апетиту, усунення нудоти, сік з ягід має сечогінну, в'язучу, жовчогінну дію [8, 9].

Сорт червоної порічки Ласуня внесений від 2007 року до Державного реєстру сортів для поширення в Україні у зонах Лісостепу і Полісся. Ягоди містять 10,9 % сухих речовин, 9,1 – цукрів, 2,1 – кислот, 2,7 % – пектинів, 57,8 мг у 100г – вітаміну С [10].

Формування якості некріплених плодово-ягідних вин залежить від комплексного впливу абіотичних та технологічних факторів на біохімічний склад сировини. Зміни компонентів біохімічного складу залежать від тривалості процесу бродіння та від застосованої раси дріжджів [11, 12]. Технологічно важливими показниками плодово-ягідної сировини є вміст цукрів і органічних кислот [13]. Рівень органічних кислот сировини визначає вміст титрованих кислот суслу, вина і впливає на гармонійність органолептичних показників [14]. У процесі ферментації частина органічних кислот використовується винними дріжджами, знижуючи титровану кислотність. У процесі життєдіяльності винні дріжджі синтезують низку органічних кислот (бурштинову, молочну, оцтову), що може також впливати на якість вина як позитивно, так і негативно [15–17]. Направленості метаболізму органічних кислот під час бродіння наразі вчені надають багато уваги та нині можемо говорити лише про проміжні результати, які вказуються на багатовекторність процесу [18]. На перетворення органічних кислот під час бродіння впливають такі фактори як початкова активна кислотність (рН), що тісно пов'язана з титрованою кислотністю), аерація суслу, температура бродіння [19–21]. У виноробстві для підкислення за необхідності застосовують органічні кислоти [22], оскільки регулювання кислотності за

оптимізації вмісту цукру є необхідним. Зважаючи на вагомий вплив раси дріжджів на формування якості вина вчені проводять пошуки нових штамів з цінними енологічними властивостями [23, 24].

Зазначені фактори впливу на формування якості виноградних вин безумовно мають значення і у виготовленні некріплених плодово-ягідних вин та вивчені на даному етапі ще менше. Питання досліджувала А. Токар [25] та показала вплив початкової концентрації титрованих кислот сусла на зміни під час бродіння. Отже, під час приготування сусел, особливо з сировини, яка має високий вміст органічних кислот, необхідно перед бродінням у суслі оптимізувати масову концентрацію титрованих кислот і цукрів.

Методика досліджень. Матеріалами були плоди, сусла, некріплені виноматеріали, що виготовлені з плодів червоної смородини сорту Ласуня. Дослідження проводили у 2023 і 2024 роках у науково-дослідній лабораторії «Технолог» кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва (УНУС). Плоди збирали на земельній ділянці, що знаходиться у м. Умань Черкаської області (Центральний Лісостеп України). Доставляли у лабораторію, де плоди сортували, мили, досліджували і з них готували сусло за відомими розрахунками [13]. Для чого до розрахованої кількості нагрітої води додавали плоди і цукор, сусло пастеризували при температурі 85°C протягом 5 хвилин, охолоджували і додавали регенеровані АСД раси ЕС-1118 роду *Saccharomyces bayanus*. Бродіння сусел проводили за температури 20–25°C, контролювали процес за зміною густини і утворенням етанолу, та за зміною титрованої кислотності у суслі. Після закінчення бродіння, відділення виноматеріалу від осаду і плодів проводили дослідження виноматеріалів. Дослід однофакторний, проводився у трьох повтореннях. Виноматеріали зберігали у вщент заповненій тарі за температури 8–12 °C. Після зберігання виноматеріалів впродовж 30 діб, їх знімали з осаду і фільтрували через фільтр-картон марки КТФ на лабораторній установці. З виноматеріалів готували міцні та солодкі вина, які також витримували і фільтрували та розливали у підготовлені пляшки, після чого вина досліджували. Дослід двофакторний, виконували у трьох повтореннях.

Для визначення фізико-хімічних показників якості виноматеріалів і вин використовували стандартні методи. Масову концентрацію (м. к.) аскорбінової кислоти визначали йодометричним методом [26], фенольних речовин – за допомогою реактиву Фоліна-Чокальтеу у перерахунку на галову кислоту (довжина хвилі 680 нм) [27]. Органолептичну оцінку проводили за 10-бальною системою з дотриманням правил та за участі незалежних дегустаторів. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за методами дисперсійного кореляційного аналізів із використанням спеціальних пакетів програм (Excel, DAD) [28].

Результати дослідження. Свіжі ягоди порічок червоних сорту Ласуня характеризувалися показниками якості, що наведені у таблиці 1. За даними таблиці 1 можна зробити висновок, що на формування якості ягід порічки, зокрема вміст СРР, цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти і фенольних речовин, істотно не впливали умови року.

Табл. 1. Показники якості ягід порічки сорту Ласуня

Рік урожаю	Середня маса плоду, г	Вміст, %			Вміст, мг у 100 г	
		СРР*	цукрів	титрованих кислот	АК**	ФР***
2023	0,54	9,2	5,4	2,28	62,0	320
2024	0,68	10,0	6,4	2,06	55,6	355
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,03</i>	<i>0,9</i>	<i>1,7</i>	<i>0,40</i>	<i>13,0</i>	<i>76</i>
<i>Середні</i>	<i>0,61</i>	<i>9,6</i>	<i>5,9</i>	<i>2,17</i>	<i>58,5</i>	<i>337,5</i>

Примітка. * – сухі розчинні речовини; ** – аскорбінова кислота; *** – фенольні речовини

Різниці вмісту за роками були нижчі від НІР₀₅ для цих показників. Винятком є середня маса плоду, яка у 2023 році в 1,26 раза менша як у 2024 році. За даними А. К. Копань і В. П. Копань [29] маса середніх ягід цього сорту 0,8–0,9 г, більших 1,0–1,1 г. Можна припустити, що рослини червоної смородини ростуть у не дуже сприятливих умовах. В той же час у 2024 році ягоди порічок повністю дозріли на 5–7 днів пізніше як у 2023 році, що свідчить про подовжену вегетацію.

З ягід червоної порічки сорту Ласуня готували винні сусла і доводили цукристість до 27,5 г/дм³, перевіряли початкові показники у суслах аналітичними методами (табл. 2).

Табл. 2. Технологічні показники сусел з червоної смородини до бродіння

Рік урожаю	Масова концентрація, г/дм ³		Масова концентрація, мг/дм ³	
	цукрів	титрованих кислот	АК	ФР
2023	27,5	8,0	165	900
2024	27,5	8,1	170	1100
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,9</i>	<i>0,9</i>	<i>15</i>	<i>310</i>

Результати дисперсійного аналізу аналітичних даних показують, що початкові технологічно важливі показники сусел істотно не відрізнялися між собою. Порівняння даних таблиць 1 і 2 показує, що в результаті нормалізації соку за вмістом титрованих кислот і додавання цукру до запланованого рівня у суслі значно підвищилася масова концентрація цукрів та знизилася масова концентрація титрованих кислот, а також аскорбінової кислоти і фенольних речовин. Таке зниження компонентів біохімічного складу пояснюється додаванням води і цукру та частковими втратами під час приготування сусел.

Основним процесом у виготовленні вин є бродіння сусел. За даними рис. 1 видно, що період розброджування у суслах був різним, у 2023 році завершився швидше, тоді як у 2024 році затягнувся до 9 доби. З 4 до 16 доби середня швидкість накопичення етилового спирту у суслі з ягід урожаю 2023 року 0,8 % об. за добу, що може відповідати періоду бурхливого бродіння.

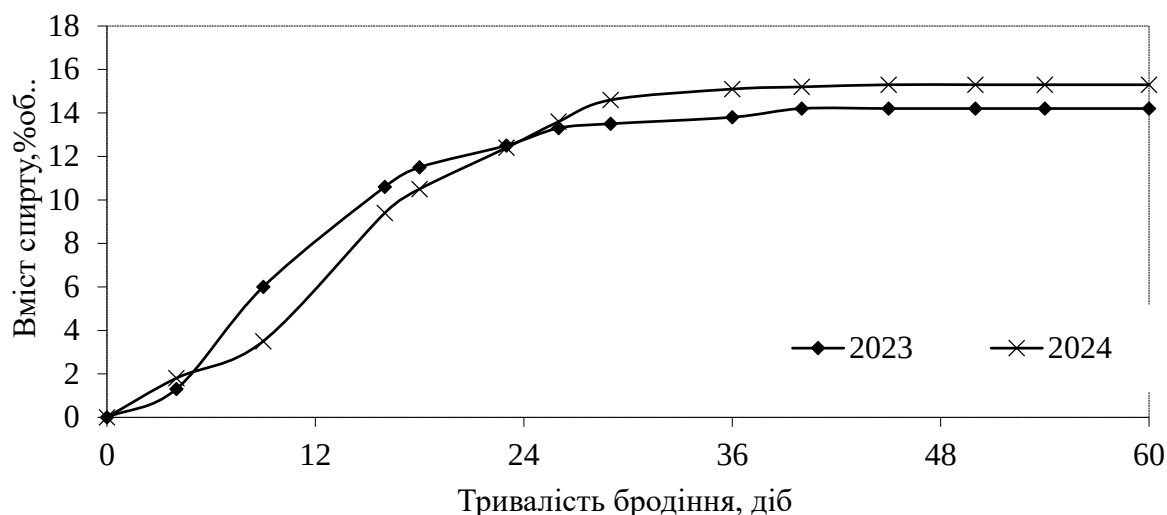


Рис. 1. Динаміка накопичення етилового спирту у суслах з ягід порічки червоної ($НІР_{05} = 0,2$)

До 18 доби інтенсивність процесу знизилася до 0,45 % об. за добу, а до 23 доби – до 0,2 % об. за добу, тобто почався період доброджування з подальшим зниженням інтенсивності накопичення етанолу. Процес завершився до 40 доби за об’ємної частки етилового спирту 14,2 %.

У 2024 році період бурхливого бродіння тривав з 9 до 18 доби за середньої інтенсивності 0,8 % об. за добу, у наступний період швидкість утворення етилового спирту складала 0,4 – до 26 доби, 0,3 – до 29 доби і далі до 0,1 % об. за добу і нижче до закінчення процесу на 45 доби з об’ємною часткою етилового спирту у виноматеріалі 16,1 %. Отже, у 2024 році ми одержали кращий результат від бродіння сусла з порічки червоної як у 2023 році.

Через те, що у 2023 році ми отримали не повне використання дріжджами цукрів сусла, масова концентрація залишкових цукрів у виноматеріалі складала 34 г/дм³ (табл. 3).

Табл. 3. Фізико-хімічні показники якості некріплених виноматеріалів з ягід порічки червоної сорту Ласуня

Рік урожаю	Об’ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація, г/дм ³			
		залишкових цукрів	титрованих кислот	летких кислот	залишкового екстракту
2023	14,2	34,0	7,7	0,47	18,4
2024	16,1	2,0	7,7	0,53	19,0
$НІР_{05}$	0,9	9,0	0,4	0,13	1,3

Спостерігалось також зниження масової концентрації титрованих кислот під час бродіння (див. табл. 2 і 3): у 2023 році – на 3,8 %, у 2024 – на 3,2 %. Таке зниження є допустимим згідно правил виробництва плодово-ягідних вин. Виноматеріали істотно не відрізнялися між собою за масовою концентрацією летких кислот і залишкового екстракту в обидва роки досліджень.

У відповідності до чинного в Україні ДСТУ 6036 : 2008 [8] виноматеріал з ягід порічки червоної 2023 року врожаю за фізико-хімічними показниками цілком відповідав вимогам до міцних некріплених вин та для покращення смакових якостей ми підвищували масову концентрацію цукрів до 50 та 90 г/дм³, яка відповідає міцному і солодкому некріпленому вину.

З виноматеріалу, що виготовлений з ягід 2024 року врожаю готували також міцне і солодке некріплене вино (табл. 4).

Табл. 4. Фізико-хімічні показники якості некріплених вин з ягід порічки червоної сорту Ласуня

Вино червонопорічкове некріплене	Рік урожаю	Об’ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація, г/дм ³			
			цукрів	титрова- них кислот	летких кислот	залишко- вого екстракту
міцне	2023	14,1	50,0	7,6	0,46	18,3
солодке		13,8	90,0	7,4	0,45	18,4
міцне	2024	15,3	50,0	7,5	0,51	18,1
солодке		15,2	90,0	7,3	0,49	18,2
НІР ₀₅		0,2	6,5	0,2	0,05	0,7

Виготовлені вина залежно від року досліджень відрізнялися між собою за об'ємною часткою етилового спирту (табл. 4). Зокрема солодке вино з плодів урожаю 2023 року мало нижчу від допустимої об'ємну частку етилового спирту на 0,2 %. Навпаки вина, виготовлені з ягід урожаю 2024 року за цим показником перевищували допустимий рівень на 0,2–0,3 %. Отже, масова концентрація цукрів у суслі до бродіння повинна бути нижчою від 27,5 г/100см³. Тому її варто в майбутньому знизити до 26,0 г/100см³, що попередить отримання недобродів, як це спостерігалось у 2023 році і забезпечить кондиційність міцних та солодких вин за об'ємною часткою етилового спирту. За рештою показників вина з порічки червоної сорту Ласуня були кондиційними та відрізнялися гарним залишковим екстрактом, що був на рівні 18,1...18,4 г/дм³.

Вина мали яскравий рожевий колір, аромат, притаманний ягодам порічки, а також гармонійний приємний смак. Органолептична оцінка якості вин підтвердила їхню високу якість, оскільки вина отримали середню оцінку у 2023 році рівну 9,2 (міцне) та 9,4 (солодке) бала, а у 2024 – 9,3 (міцне) та 9,5 (солодке) бала.

Умови року досліджень неістотно впливали на вміст АК у виноматеріалах і винах (табл. 5). Водночас відмічався істотний вплив технологічних прийомів. Під час бродіння вміст АК знижувався на 15 мг/дм³, а під час приготування вин міцних – на 10–20 мг/дм³, солодких – на 15–23 мг/дм³. Слід відмітити, що у склянці (150 см³) некріпленого вина з червоної порічки сорту Ласуня міститься 19,8–21,0 мг АК, що складає 28–30 % від добової потреби цього незамінного нутрієнта у харчуванні дорослої людини.

Табл. 5. Вміст у виноматеріалах і вині АК та ФР, мг/дм³

Рік урожаю	Сусло до бродіння	Некріплений виноматеріал	Вино	
			міцне	солодке
			Аскорбінова кислота	
2023	165	150	140	135
2024	170	155	135	132
<i>HIP₀₅</i>	10			
			Фенольні речовини	
			міцне	солодке
			Аскорбінова кислота	
2023	900	800	750	720
2024	1100	1000	900	880
<i>HIP₀₅</i>	84			

На вміст фенольних речовин у виноматеріалах і винах істотно впливали умови року, зокрема у виноматеріалах з плодів урожаю 2024 року вміст ФР вищий на 200 мг/дм³ порівняно з такими з плодів 2023 року врожаю. У міцних винах вміст ФР відповідно був вищим на 150 мг/дм³, у солодких – на 160 мг/дм³. У склянці (150 см³) некріпленого вина з червоної порічки сорту Ласуня міститься 108–135 мг натуральних поліфенолів, які в організмі проявляють Р-вітамінні властивості, і складають 40–50 % від добової потреби цього нутрієнта у харчуванні дорослої людини.

Збереженість АК і ФР у виноматеріалах і винах показана на рис. 2 і 3.

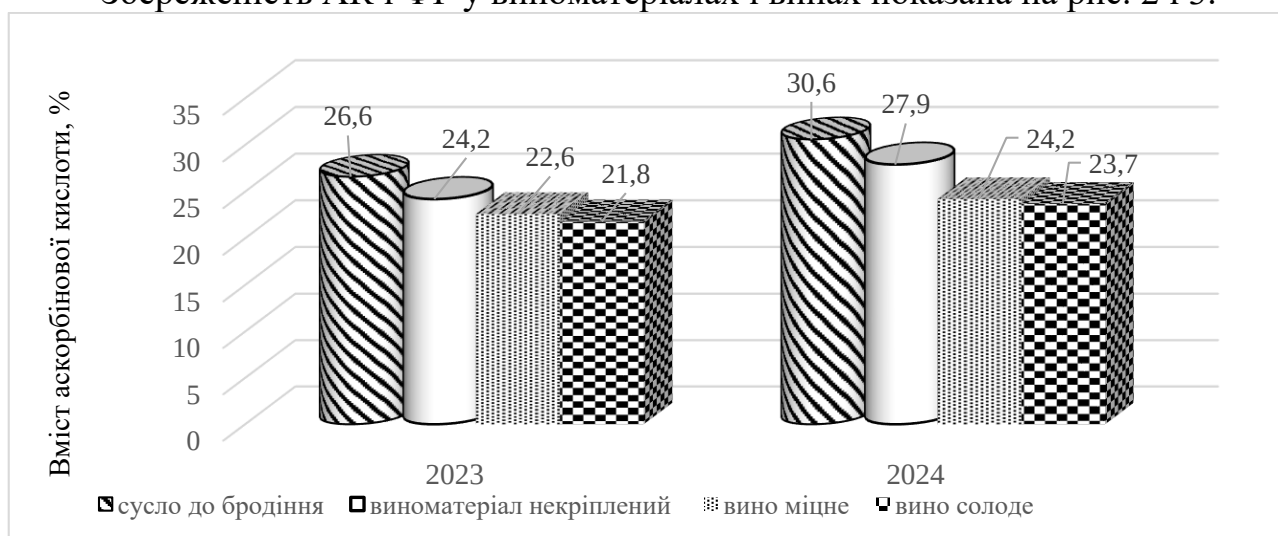


Рис. 2. Збереженість аскорбінової кислоти у виноматеріалах і вині по відношенню до вмісту у свіжих ягодах порічки червоної

На зниження вмісту АК при виготовленні некріпленого вина з ягід порічки червоної найбільше впливає нормалізація соку за масовою концентрацією титрованих кислот і розведення цукром. На цьому етапі зниження складає 69,4–73,4 %, при виготовленні некріпленого виноматеріалу втрати 2,4–2,7 %, а під час приготування вина ще 1,6–3,7 % (рис. 2).

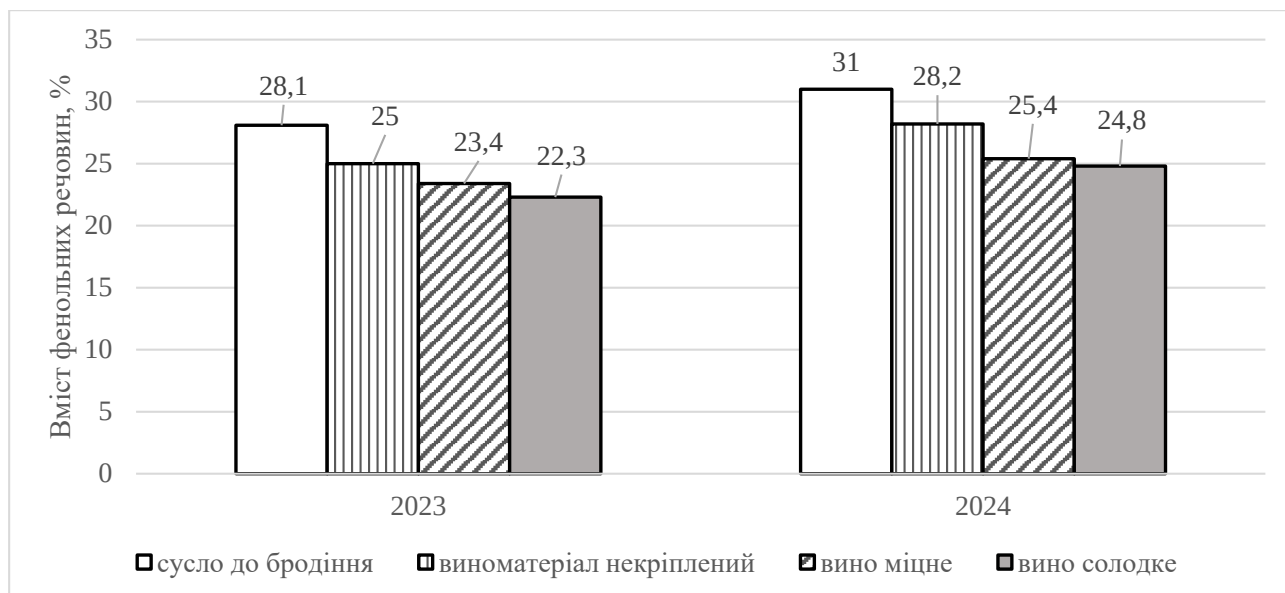


Рис. 3. Збереженість фенольних речовин у виноматеріалах і вині по відношенню до вмісту у свіжих ягодах порічки червоної

Аналогічні тенденції щодо зниження ФР, як і для зниження вмісту АК у виготовленні некріпленого вина з ягід порічки червоної. Найбільший вплив здійснює нормалізація сусла за масовою концентрацією титрованих кислот і розведення цукром, після чого у суслі залишається 28,1–31,0 % від вмісту в ягодах. Та важливо відмітити, що це не втрати, а зниження вмісту, адже об'єм сусла в рази перевищує об'єм свіжого соку. Під час бродіння сусла і виготовлення некріпленого виноматеріалу втрати 2,8–3,1 %, а під час приготування вина ще 1,6–2,8 % (рис. 3).

Висновки. Плоди червоної порічки сорту Ласуня в умовах Центрального Лісостепу України накопичують в середньому до 9,6 % сухих розчинних речовин, до 5,9 – цукрів, 2,17 % – титрованих кислот, містять 58,8 мг/100г сирової ваги аскорбінової кислоти та 337,5 мг/100 г – натуральних поліфенолів. Плоди червоної порічки сорту Ласуня придатні для виробництва некріплених міцних та солодких сортових вин високої якості (органолептична оцінка 9,2–9,5 бала), у яких вміст аскорбінової кислоти складає 132–140 мг/дм³ та фенольних речовин – 720–900 мг/дм³. Вживання 150 см³ некріплених порічкових вин спроможне задовольнити добову потребу дорослої людини у вітаміні С на 28–30 % та у натуральних поліфенолах – на 40–50 %. Найбільше знижується вміст АК і ФР під час приготування сусел через додавання води і цукру, бдизько 70 %. Під час бродіння сусел і приготування вин втрати порівняно не високі, від 1,6 до 3, 7 % У готових винах залишається по відношенню до вмісту у плодах 21,8–24,2 % АК і 22,5–25,4 % ФР.

З технологічної точки зору рекомендуємо готувати сусла з плодів червоної порічки сорту Ласуня з початковою концентрацією титрованих кислот 8,0 г/дм³, цукрів – 26,0 г/100см³. Для зброджування сусел застосовувати АСД раси ЕС-1118 роду *Saccharomyces bayanus*. Тривалість бродіння сусел 50 діб.

Література:

- [illegible]

17. Pereira V., Albuquerque F. M., Ferreira A. C. S., Cacho J., Marques J. C. HPLC-DAD methodology for the quantification of organic acids, furans and polyphenols by direct injection of wine samples. *Journal of Separation Science*. 2010. Vol. 33, № 9. P. 1204–1215. DOI:10.1002/jssc.200900811.
18. Rywińska A., Juszczak P., Wojtatowicz M., Robak M., Lazar Z., Tomaszewska L., Rymowicz W. Effect of agitation and aeration on the citric acid production by *Yarrowia lipolytica* grown on glycerol. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*. 2012. Vol. 42, № 3. P. 279–291. DOI:10.1080/10826068.2012.672924.
19. Boulton R. B., Singleton V. L., Bisson L. F., Kunkee R. E. Principles and practices of winemaking. New York: Springer Science & Business Media, 2013. 604 p. DOI:10.1007/978-1-4615-0783-1.
20. Каменєва Н., Веречук О. Сучасні технології виробництва вина в контексті глобального потепління та органічного підходу в виноградарстві. *Food Science and Technology*. 2024. Т. 18, № 2. DOI:10.15673/fst.v18i2.2911.
21. Payan C., Delcambre A., Jégou S., Salmon J. M., Siebert T. E., Jourdes M., Vidal S. Wine acidification methods: A review. *OENO One*. 2023. Vol. 57, № 3. P. 113–126. DOI:10.20870/oeno-one.2023.57.3.7678.
22. Vaquero C., Izquierdo-Cañas P. M., Mena-Morales A., et al. Use of *Lachanea thermotolerans* for biological vs. chemical acidification... *Fermentation*. 2021. Vol. 7, № 3. P. 1–14.
23. Manzanares P. Past and future of non-*Saccharomyces* yeasts. *Frontiers in Microbiology*. 2016. № 7. DOI:10.3389/fmicb.2016.00411.
24. Hjelmeland A. K., Ebeler S. E. Glycosidically bound volatile aroma compounds... *American Journal of Enology and Viticulture*. 2015. № 66(1). С. 1–11. DOI:10.5344/ajev.2014.14104.
25. Токар А. Ю. Зміна вмісту органічних кислот під час бродіння плодових сусел. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 2. С. 39–43.
26. Королюк Т. А., Усатюк С. І., Костінова Т. А., Філіпченко І. М. Методи контролю харчових продуктів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2017. 146 с.
27. Методи технохімічного контролю у виноробстві / За ред. В. Г. Гержикової. 2-е вид. Сімферополь: Тавріда, 2009. 304 с.
28. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. Київ: Дія, 2005. 288 с.
29. Копань В. П., Копань К. М., Ярещенко О. М., Ходаківська Ю. Б. Методи, результати та перспективи селекції плодових та ягідних культур... *Садівництво*. 2005. № 57. С. 59–78.

References:

1. Kondratenko, T. Y., Barabash, L. O., & Kondratenko, P. V. (2023). Status and prospects of apple production in raw orchards of Ukraine. *Horticulture. Interdepartment Subject Scientific Collection*, 78, 144–160. <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2023-78-144-160>
2. Lytovchenko, O. (2018). Directions of development of fruit-processing industry and prospects for increasing profitability of horticulture. *Horticulture*, 73, 181–192. [in Ukrainian].
3. Lytovchenko, O. M. (2010). *Health drinks*. Uman: Uman Municipal Publishing and Printing Enterprise. [in Ukrainian].

4. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018). Amendments No. 2360-VIII on the development of terroir wines and honey beverages to the Law of Ukraine “On state regulation of production and circulation of ethyl, cognac and fruit alcohol, alcoholic beverages and tobacco products”. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 17, 151. [in Ukrainian].
5. Red currant in winemaking. (2025). Retrieved September 20, 2025, from <https://www.google.com/search?q=%>. [in Ukrainian].
6. Red currants. (2025). Retrieved September 20, 2025, from https://uk.wikipedia.org/wiki/Порічки_червоні. [in Ukrainian].
7. Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., & Chase, M. W. (2017). *Plants of the world: An illustrated encyclopedia of vascular plants* (pp. 237–238). Richmond, Chicago: Kew Publishing; University of Chicago Press.
8. Useful properties of red currant. (2025). Wikipedia. Retrieved September 20, 2025, from https://uk.wikipedia.org/wiki/Порічки_червоні. [in Ukrainian].
9. SontseSad. (2025). Retrieved September 25, 2025, from <https://soncesad.com/porichka.-vitaminna-krasunya.html>. [in Ukrainian].
10. Lytovchenko, O. M., Pavliuk, V. V., & Omelchenko, I. K. (2011). *The best varieties of fruit and nut crops of Ukrainian breeding*. Kyiv: Presa Ukrainy. [in Ukrainian].
11. Seo, S. H., Yoo, S. A., Park, S. E., & Son, H. S. (2014). Effectiveness of yeast nutrients on stuck fermentation of blueberry wine. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 46(2), 143–147. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.2.143>
12. Quiros, M., Martinez-Moreno, R., Albiol, J., Morales, P., Vazquez-Lima, F., Barreiro-Vazquez, A., Ferrer, P., & Gonzalez, R. (2013). Metabolic flux analysis during exponential growth phase of *Saccharomyces cerevisiae* in wine fermentations. *PLoS One*, 8, 1–14.
13. Lytovchenko, O. M., & Tokar, A. Yu. (2025). *Industrial and farm winemaking (craft technologies): A training and practical manual*. Uman: Sochinsky M. M. Publishing. [in Ukrainian].
14. Kučerová, J., & Široký, J. (2011). Study of changes in organic acids in red wines during malolactic fermentation. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 5, 145–150.
15. Bisson, L. F., & Walker, G. A. (2015). The microbial dynamics of wine fermentation. In *Advances in fermented foods and beverages: Improving quality, technologies and health benefits* (pp. 435–476). Elsevier.
16. Castellari, M., Sartini, E., Fabiani, A., Arfelli, G., & Amati, A. (2000). An improved HPLC method for analysis of organic acids, carbohydrates, and alcohols in grape musts and wines. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 23(13), 2047–2056. <https://doi.org/10.1081/JLC-100100493>
17. Pereira, V., Albuquerque, F. M., Ferreira, A. C. S., Cacho, J., & Marques, J. C. (2010). HPLC-DAD methodology for quantification of organic acids, furans, and polyphenols in direct injection of wine samples. *Journal of Separation Science*, 33(9), 1204–1215. <https://doi.org/10.1002/jssc.200900811>
18. Rywińska, A., Juszczak, P., Wojtatowicz, M., Robak, M., Lazar, Z., Tomaszewska, L., & Rymowicz, W. (2012). Effect of agitation and aeration on citric acid production by *Yarrowia lipolytica* grown on glycerol. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 42(3), 279–291. <https://doi.org/10.1080/10826068.2012.672924>

19. Boulton, R. B., Singleton, V. L., Bisson, L. F., & Kunkee, R. E. (2013). *Principles and practices of winemaking*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0783-1>
20. Kameneva, N., & Verechuk, O. (2024). Modern technologies of wine production in the context of global warming and the organic approach in viticulture. *Food Science and Technology*, 18(2). <https://doi.org/10.15673/fst.v18i2.2911>. [in Ukrainian].
21. Payan, C., Delcambre, A., Jégou, S., Salmon, J. M., Siebert, T. E., Jourdes, M., & Vidal, S. (2023). Wine acidification methods: A review. *OENO One*, 57(3), 113–126. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.3.7678>
22. Vaquero, C., Izquierdo-Cañas, P. M., Mena-Morales, A., et al. (2021). Use of *Lachanea thermotolerans* for biological vs. chemical acidification at pilot scale in white wines from warm areas. *Fermentation*, 7(3), 1–14.
23. Manzanares, P. (2016). Past and future of non-*Saccharomyces* yeasts: From spoilage microorganisms to biotechnological tools for improving wine aroma complexity. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00411>
24. Hjelmeland, A. K., & Ebeler, S. E. (2015). Glycosidically bound volatile aroma compounds in grapes and wine: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 66(1), 1–11. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.14104>
25. Tokar, A. Yu. (2015). Changes in organic acid content during fermentation of fruit musts. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 39–43. [in Ukrainian].
26. Korolyuk, T. A., Usatiuk, S. I., Kostinova, T. A., & Filipchenko, I. M. (2017). *Methods of food product control: A textbook*. Kyiv: NUFT. [in Ukrainian]
27. Gerzhykova, V. H. (Ed.). (2009). *Methods of technochemical control in winemaking* (2nd ed.). Simferopol: Tavrida. [in Ukrainian].
28. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Kyiv: Diia. [in Ukrainian]
29. Kopan, V. P., Kopan, K. M., Yareschenko, O. M., & Khodakivska, Yu. B. (2005). Methods, results and prospects of breeding fruit and berry crops at the Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine. *Horticulture*, 57, 59–78. [in Ukrainian].

Annotation

Tokar A. Yu., Haidai I. V., Lytovchenko O. M., Voitsekhivskyi V. I.
Formation of quality and biological value of non-fortified wines from red currant berries

The aim of the research was to carry out a chemical and technological assessment of Lasunya red currant berries grown in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine, to determine the formation of the quality of non-fortified wines, and to evaluate the preservation of ascorbic acid and phenolic compounds from the fruits in these wines.

*The materials of the study included fresh berries, wine materials, and wines made from red currant (*Ribes rubrum*) of the Lasunya variety, cultivated in the Central Forest-Steppe zone of Ukraine. The authors investigated the preservation of phenolic compounds, ascorbic acid, and the quality of non-fortified wine materials. Under the conditions of the Central Forest-Steppe, Lasunya berries are capable of accumulating*

on average up to 9.6% soluble solids, up to 5.9% sugars, 2.17% titratable acids, up to 58.8 mg/100 g of raw mass of ascorbic acid, and up to 337.5 mg/100 g of natural polyphenols. At an initial must sugar content of 27.5 g/100 cm³ and a fermentation duration of 50 days, the ethanol content in the wine material produced in 2023 was 14.2%, and in 2024 – 16.1%. Therefore, to prevent stuck fermentation, the initial sugar content of the currant must should be reduced to 26.0 g/cm³. Lasunya red currant berries are suitable for producing high-quality non-fortified varietal wines (organoleptic score 9.2–9.5 points), with ascorbic acid content of 132–140 mg/dm³ and phenolic compounds ranging from 720 to 900 mg/dm³. During fermentation, maturation, filtration, and blending, losses of phenolic compounds range from 4.7 to 6.2%, and ascorbic acid – from 4.0 to 6.9%. The overall retention of phenolic compounds relative to their content in raw material averages up to 24.0%, and for ascorbic acid – 23.1%.

From a technological standpoint, we recommend preparing musts from Lasunya red currant fruits with an initial titratable acidity of 8.0 g/dm³ and sugar content of 26.0 g/100 cm³. For must fermentation, it is advisable to use ASD yeast of the EC-1118 strain of the *Saccharomyces bayanus* species. The duration of must fermentation is 50 days.

Key words: red currant, fermentation, non-fortified wine, phenolic compounds, ascorbic acid