

Ю. Я. Хлібишин¹, І. Я. Почапська²

Національний університет “Львівська політехніка”,

¹ кафедра технології органічних продуктів,² кафедра цивільної безпеки

yurii.y.khlibyshyn@lpnu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ОДЕРЖАННЯ АЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ З ЯБЛУК

<https://doi.org/10.23939/ctas2022.02.154>

Викладено результати дослідження процесу зброджування яблучного соку та його концентрату. Для цього вибрано дві раси дріжджів виду *Saccharomyces bayanus* (Франція), а для порівняння взято дикі дріжджі. Визначено вплив температури (10–30 °С) та тривалості бродіння (12–40 діб) на вихід спирту, вміст загального екстракту та цукру. Встановлено якісні характеристики плодівих вин, що характеризуються ароматом, міцністю, вмістом екстракту та цукрів. Показано придатність сидрів для виробництва кальвадосу перегонкою та витримкою одержаних напоїв. Здійснено оцінку смаку та аромату одержаних напоїв, а саме: визначено міцність, вміст екстракту й аромат, що впливають на якість отриманої продукції. Виконано органолептичну оцінку отриманих продуктів та французького кальвадосу.

Ключові слова: сидр; кальвадос; фруктові дистилати; ферментація; сенсорна оцінка.

Вступ

За останнє десятиліття в Україні істотно розширився асортимент міцних алкогольних напоїв, відповідно простежується тенденція до зміни пріоритетів споживачів під час їх вибору. Спостерігається зацікавлення напоями на основі дистилатів, під час виготовлення яких визначальними є органолептичні властивості вихідної сировини. В цьому сегменті ринку вітчизняна продукція представлена, здебільшого, коньяками та бренді, деяка частина вироблена з імпортованих коньячних спиртів [1, 2]. Однак в Україні є достатня сировинна база, зокрема, наша країна серед країн Європейського Союзу є значним виробником яблук, які придатні для виробництва міцних дистилатних напоїв. У 2018 р. в країні вирощували яблуні на площі понад 184 тис. га. На цей результат припадає 75 % врожаю всіх фруктів і 43 % концентрованого яблучного соку. За цим показником Україна займає десяте місце у світовому виробництві, досягаючи понад 50 тис. т на рік. Кальвадос – один із популярних алкогольних продуктів з яблук. Це благородна, натуральна суша горілка, витримана в дубових бочках, отримана у результаті перегонки сидру. Назва “кальва-

дос” – власність території північно-західної Франції, Нижньої Нормандії в департаменті Кальвадос; цей продукт, вироблений в інших регіонах, також продається під іншими назвами [3].

Виготовляють кальвадос із яблук, з високим вмістом цукру й іноді з додаванням невеликої кількості груш. Плоди після ретельного миття подрібнюють у кашку, яку доводять до температури 20 °С (з неї відтискають сусло), а потім залишають бродити близько п’яти тижнів (до повного зброджування цукрів та міцності 4,5–6,0 % об. спирту). Зброджений сидр (після кількох місяців витримки), разом із дріжджовим осадом, переганяють. Дистилат дозріває спочатку в нових, а потім у використаних дубових бочках від одного до десяти років, іноді й довше. Кальвадос може дозрівати в бочках максимум 40 років, а потім його переливають у скляну тару. Для отримання напою необхідної якості кальвадос виготовляють з окремих дистилатів, що відрізняються залежно від сорту фруктів, району виробництва, кліматичних умов і типу бочок. Перед розливанням у пляшки їх розбавляють дистильованою водою (від початкових 72 %) до міцності 40 % об. [4].

Проміжний продукт отримання кальвадосу – сидр), також цінний виноробний продукт, який у деяких регіонах Франції є національним алкогольним напоєм місцевого значення. Сидр дуже популярний, окрім Франції, також у Бельгії, Німеччині, Іспанії, Великобританії, Швеції, Австрії та Фінляндії. У країнах, що спеціалізуються на виробництві сидру, використовують спеціальні сорти яблук із порівняно високим вмістом таніну, солодко-терпким і терпко-кислим смаком. Визначено, що сік для виробництва сидру повинен містити близько 15 % цукрів, 0,2 % дубильних речовин і 0,3–0,5 % кислот [5].

Метою дослідження було оцінити придатність вітчизняних сортів яблук та якість отриманих з них напоїв із погляду придатності для безпосереднього споживання та для виробництва кальвадосу.

Матеріали та методи досліджень

Сусло для зброджування одержано із яблук сорту Ренет Симиренко (промисловий зимовий сорт, стійкий до хвороб, екологічно чистий, гіпоалергенний). Плоди середні або великі (120–160 г), зелені або зелено-жовті. Вміст сухих речовин – 10,7 % мас., цукрів – 7,5 % мас., органічних кислот – 0,5 % мас. [5].

На початковому етапі роботи яблука візуально оцінювали, незрілі й зіпсовані плоди, листя та гілочки вибракували, а потім органолептично оцінювали плоди (колір, ступінь стиглості, запах і смак). Плоди пройшли попередні технологічні процеси, такі як миття, подрібнення, відтискання соку.

Для збродження сусла з плодів яблук та концентрованого сусла використовували активні сухі дріжджі рас *Enovini Baya* та *Crystal Spirits Cider Yeast* виду *Saccharomyces bayanus* (Франція) [6].

Дріжджі *Enovini Baya* (дріжджі 1) – активні сухі дріжджі, які ідеально підходять для виноградних та фруктових, білих та рожевих вин. Добре працюють під час як першої, так і другої ферментації навіть у складних умовах. Ферментація відбувається швидко, рівномірно та ефективно, досягаючи 18 %. З дріжджами *Enovini Baya* напій набуває свіжого, приємного фруктового аромату [7].

Дріжджі *Crystal Spirits Cider Yeast* (дріжджі 2) відрізняються швидким стартом та активним

бродинням із низьким утворенням летких кислот та піни. На виході отримують сидр із елегантним та чистим фруктовим ароматом, у якому збережено увесь фруктовий потенціал вихідного матеріалу. Дріжджі добре працюють навіть у складних умовах ферментації, стійкі до високих концентрацій цукру та спирту, низьких рН та низьких температур. Для порівняння було використане спонтанне бродиння соку та концентрованого яблучного соку. Спонтанну мікрофлору брали з поверхні немитих плодів яблук, в ній міститься декілька видів дріжджів [8].

Концентрований яблучний сік, який використовують для виробництва фруктових дистилатів, розбавляли водою до густини 1,10 г/мл.

Щодо отриманих у такий спосіб яблучних соків застосовували корекцію рН 2М розчином Са (ОН)₂ (до оптимального значення для розвитку дріжджів – близько 4,5), додавали 0,5 г/л діамонійфосфату, а потім приготувані соки розливали в стерильні колби. У колби з вмістом соку додавали заздалегідь підготовлені дріжджі, потім колби закривали пробками з бродильною трубкою, наповненою гліцирином, зважували і переносили в приміщення з відповідними умовами.

Бродіння сидру відбувалось за температури 10 °С протягом 40 діб, за 15 °С – 28 днів, за температури 20 °С – 20 днів і за 30 °С – 12 днів [9].

Методи фізико-хімічних випробувань (здійснювані в лабораторних масштабах) передбачали такі аналізи: вмісту розчинних сухих речовин, загального вмісту сухої речовини, титрованої кислотності [10–15]. Органолептичну оцінку отриманих продуктів виконували відповідно [16, 17].

Результати досліджень та їх обговорення

1. Підготовка сировини до бродиння

Яблучний сік, отриманий з яблук вітчизняного сорту Ренет Симиренко, та концентрований яблучний сік аналізували на основні показники. Результати наведено в табл. 1.

Під час бродиння яблучного соку за 10 °С протягом 40 днів найбільше спирту виробляли дріжджі 2 (8,1 об. %), на другому місці дріжджі 1 (7,8 об. %). Найнижчий вміст спирту визначено в контрольній пробі із використанням диких дріжджів – 5,7 % об.

Такий самий вміст етилового спирту отримано у варіанті бродиння, проведеного за 15 °С

Дослідження умов одержання алкогольних напоїв з яблук

протягом 28 діб, лише в контрольному зразку спирту трохи більше – 6,4 % об.

У табл. 2 показано вплив температури бродиння залежно від штаму дріжджів на результат зброджування яблучного соку.

Під час бродиння соку за температури 20 °С і тривалості 21 день найбільше спирту виробляли дріжджі 2 (7,5 об. %), дріжджі 1 – 7,0 об. У контрольному зразку під час спонтанного бродиння отримано подібний вміст спирту, тобто 6,6 % об.

У результаті бродиння, здійснюваного протягом 12 діб за 30 °С, отриманий вміст спирту був аналогічний до попереднього варіанта, тобто найбільше спирту (7,2 % об.) виробили дріжджі 2, а дріжджі 1 та контрольний зразок – 6,9 % об.

Зазначимо, що для обох штамів культурних дріжджів прийнятніша нижча температура бродиння в межах 10–15 °С, оскільки за цих умов

утворюється більша кількість етилового спирту (у межах 7,8–8,1 % об.) порівняно із бродинням за температури 20 і 30 °С (7,0–7,5 об. %).

Результати визначення параметрів окремих концентрованих яблучних соків після закінчення бродиння (сидрів) подано в табл. 3.

Під час бродиння концентрованого яблучного соку за 10 °С протягом 40 днів найбільше спирту утворили дріжджі 2 (12,6 % об.), відтак дріжджі 1 (12,1 % об.), а найнижчий вміст спирту виявлено в контрольній пробі – 11,1 % об.

Подібний вміст етанолу отримували у результаті ферментації за 15 °С протягом 28 діб. Дріжджі 1 і дріжджі 2 виробили по 12,8 % об. етанолу, тільки в контрольному зразку отримано трохи менше спирту – 10,7 % об.

Таблиця 1

Характеристика концентрованого яблучного соку

Назва показника	Тип соку	
	Яблучний сік	Концентрований яблучний сік
рН	3,4	3,2
Екстракт, % мас.	13,2	24,0
Суша вага, % мас.	13,4	24,9
Загальний вміст цукру, г/л	105,4	205,0
Кислотність, г яблучної кислоти/л	3,8	10,4

Таблиця 2

Вплив температури бродиння на зброджування яблучного соку

Назва показника	Тип дріжджів											
	Дріжджі 1				Дріжджі 2				Дикі дріжджі			
Температура бродиння, °С	10	15	20	30	10	15	20	30	10	15	20	30
Вміст етанолу, % об.	7,8	7,8	7,0	6,9	8,1	8,1	7,5	7,2	5,7	6,4	6,6	6,9
Екстракт, % [m/m]	5,0	5,0	4,4	3,4	4,9	4,9	4,6	3,2	6,9	5,9	2,1	1,7
Загальна кількість цукрів, г/л	0,3	0,3	16,5	19,5	0,2	0,2	15,0	16,0	21,8	13,5	4,5	1,0

Таблиця 3

Вплив температури бродиння на зброджування концентрату яблучного соку

Назва показника	Тип дріжджів											
	Дріжджі 1				Дріжджі 2				Дикі дріжджі			
Температура бродиння, °С	10	15	20	30	10	15	20	30	10	15	20	30
Вміст етанолу, % об.	12,1	12,8	9,3	9,4	12,6	12,8	9,0	9,4	11,1	10,7	9,6	9,6
Екстракт, % мас.	10,2	9,8	16,6	16,4	9,8	9,8	14,2	15,3	12,2	13,1	16,8	21,3
Загальна кількість цукрів, г/л	9,2	8,9	154,5	150,5	90,4	77,5	169,0	153,0	109,5	126,7	147,8	133,4

Під час бродіння концентрованого яблучного соку за 10 °С протягом 40 днів найбільше спирту утворили дріжджі 2 (12,6 % об.), далі йдуть дріжджі 1 (12,1 % об.), а найнижчий вміст спирту виявлено в контрольній пробі – 11,1 % об.

Подібний вміст етанолу отримували у результаті ферментації за температури 15 °С упродовж 28 діб. Дріжджі 1 і дріжджі 2 виробили по 12,8 % об. етанолу, тільки в контрольному зразку спирту трохи менше – 10,7 % об.

В умовах бродіння концентрованого соку, яке тривало 21 добу за температури 20 °С, дріжджі 2 дали 9,0 % об. спирту, дріжджі 1 – 9,3 % об. У контрольній пробі найбільший вміст спирту отримано у разі спонтанного бродіння – 9,6 % об.

Цикл бродіння тривалістю 12 днів за температури 30 °С привів до того, що вміст спирту (у зразках, отриманих з дріжджами 2 та дріжджами 1) на дуже схожому рівні, тобто 9,4 % об. Найбільше спирту виявлено в контрольній пробі – 9,6 % об.

У разі бродіння концентрованого яблучного соку також спостерігалася закономірність щодо вищого вмісту спирту у зразках, отриманих з обома штамами дріжджів за нижчої температури бродіння. За температури 10 і 15 °С результат становив 12,1–12,8 % об., а за температури 20 і 30 °С – 9,0–9,4 % об. алкоголю.

Водночас зазначимо, що в сидрах, виготовлених на основі концентрованого яблучного соку, виявлено значно вищий вміст спирту порівняно з сидрами з яблучного соку. Це пов'язано з більшим початковим вмістом цукру в сировині, що зазнає бродіння. Одночасно спостерігається значно вищий вміст незброджених цукрів за температур бродіння 20 та 30 °С для культурних рас дріжджів. Можна зробити висновок що температура діє, інгібуючи, за високого вмісту цукрів. Також високий початковий вміст цукрів діє інгі-

бувально на дикі дріжджі, що підтверджується високим вмістом незброджених цукрів за усіх температур бродіння.

Результати органолептичної оцінки сидрів, отриманих у результаті ферментації яблучних соків і концентрованих яблучних соків, подано в табл. 4 і 5.

Результати органолептичної оцінки сидрів із фруктових соків, вироблених за участю дріжджів 1 та 2, схожі, коливаються навколо значення 4,0. Деякі оцінки вищі, інші нижчі, без видимої регулярності. Єдина закономірність полягає у тому, що за всіх умов ферментації результати оцінки зразків диких дріжджів значно нижчі.

Результати органолептичної оцінки сидрів із концентрованого яблучного соку, виготовленого за участю дріжджів 1 та 2, також подібні у випадку подібних умов бродіння, однак зауважимо, що оцінка сидрів, отриманих в результаті ферментації за 20 і 30 °С, дещо нижча, ніж одержаних за 10 і 15 °С.

Особливістю молодих сидрів був їхній дріжджовий смак і аромат, що часто знижувало оцінку цих продуктів. Були також тони, що відображають мильний смак сидру, характерний для яблучних продуктів.

Однак зазначимо, що сидри оцінювали відразу після закінчення процесу бродіння, вони не призначені для споживання. Готовий продукт перед випуском у продаж додатково проходить витримку, що зменшує вищезгадані недоліки сидру.

Здійснювали однократну дистиляцію зразків молодих сидрів із одержанням продукту, який за ароматичними та смаковими показниками відповідав напою типу “кальвадос”. Отримані зразки дистилятів для досягнення відповідних органолептичних показників закладали на витримку.

Таблиця 4

Органолептична оцінка сидрів, приготованих під час ферментації соку

Назва показника	Тип дріжджів											
	дріжджі 1				дріжджі 2				дикі дріжджі			
Температура бродіння, °С	10	15	20	30	10	15	20	30	10	15	20	30
Аромат	4,2	3,8	4,3	4,4	3,6	4,2	4,6	4,3	3,2	3,5	3,4	3,3
Смак	4,1	3,6	3,1	2,8	3,8	3,8	3,6	3,5	2,6	3,3	3,0	2,7
Оцінка	4,1	3,7	3,7	3,8	3,7	4,0	4,1	3,8	2,9	3,4	3,2	3,0

Органолептична оцінка сидрів, приготованих під час ферментації концентрату яблучного соку

Назва показника	Тип дріжджів											
	дріжджі 1				дріжджі 2				дикі дріжджі			
Температура бродіння, °С	10	15	20	30	10	15	20	30	10	15	20	30
Аромат	3,8	3,9	3,6	4,0	4,1	4,4	3,4	3,1	4,3	4,1	3,9	3,8
Смак	3,5	3,4	2,6	3,0	3,5	4,0	2,4	3,1	3,9	4,2	2,1	3,6
Оцінка	3,7	3,7	3,3	3,6	3,8	4,2	3,0	3,4	4,1	4,2	3,1	3,8

Таблиця 6

Результати органолептичної оцінки вибраних напоїв кальвадос

Назва показника	Тип дріжджів		
	дріжджі 1	дріжджі 2	дикі дріжджі
Колір	4,7	4,4	4,9
Прозорість	4,6	4,8	5,0
Аромат	4,3	4,2	4,6
Смак	4,4	4,3	4,5
Оцінка	4,4	4,3	4,6

Після завершення дозрівання (приблизно через 18 місяців після закінчення бродіння) спиртні напої кальвадос оцінювали органолептично. Вони отримали хорошу оцінку (4,3 та 4,4). Оцінений французький кальвадос одержав вищу оцінку – 4,6. Подібну високу оцінку отримав кальвадос, приготований із використанням спонтанної мікрофлори – диких дріжджів. Це пояснюється тим, що дикі дріжджі – це сукупність декількох видів дріжджів, які під час бродіння утворюють набір вищих аліфатичних та ароматичних спиртів, що формує складний аромат напою [8].

Висновки

Встановлено, що сидри, отримані з українських яблук і концентрату яблучного соку, придатні як для безпосереднього споживання, так і для виробництва кальвадосу. Умови бродіння, за яких здійснювали дослідження (10 °С протягом 40 днів і 15 °С упродовж 28 днів), зумовили одержання напоїв типу сидр, які оцінено як хороші (максимальні оцінки 4,1 та 4,2) та кальвадосу із показником, що близький до французьких продуктів. Ферментація за температури 20 °С (протягом 21 дня) і 30 °С (12 днів) призвела до отримання продуктів зі слабшими сенсорними характеристиками та меншим вмістом етилового спир-

ту, внаслідок непристосованості дріжджів до зазначених температур. Оптимальними температурами бродіння є 10–15 °С.

Органолептична оцінка сидрів, отриманих під час спонтанного бродіння, вказувала на меншу прийнятність цих продуктів для дегустаторів, що пояснюється нижчим вмістом побічних продуктів бродіння, однак позитивно впливає на оцінку отриманого із них кальвадосу.

References

1. Khlibyshyn Yu. Ya., Pochapska I. Ya., Kachmaryk V. P. (2019). Tekhnolohichni aspekty oderzhannia zernovykh dystyliativ. *Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system: materialy IX Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii*, Chernihiv, 64–66.
2. Khlibyshyn Yu. Ya., Pochapska I. Ya., Nestoriak O. I. (2020). Oderzhannia spyrtovykh dystyliativ iz vitchyznianoї zernovoi syrovyny. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 3(1), 142–147. <https://doi.org/10.23939/ctas2020.01.142>
3. Nykulyshyn I. Ye., Dziniak B. O., Orobchuk O. M., (2016). Doslidzhennia zakonomirnostei perebihu brodinna yabluchnogo sydru. *Tekhnolohiia lehkoї i kharchovoi promyslovosti*, 1(56), 113–119.
4. Bonin S., Wzorek W., Pawluczuk M. (2008). Badania nad produkcją cydrów z możliwością zastosowania metody ciągłej. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 10, 34–36.

5. DSTU 7075:2009 Yabluka svizhi dlia promysloвого pererobliannia. Zahalni tekhnichni umovy.
6. Solomon A. M., Kazmiruk N. M., Tuzova S. D. (2020). *Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv*. Vinnytsia: RVV VNAU.
7. Khlibyshyn Yu. Ya., Pochapska I. (2021). Doslidzhennia kul'tyvuvannia drizhdzhiv saccharomyces cerevisiae v riznykh seredovyshchakh. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 4(2), 122–126. <https://doi.org/10.23939/ctas2021.02.122>.
8. Boichuk O. O. (2017). Vplyv avtokhtonnykh shtamiv vynykh drizhdzhiv saccharomyces cerevisiaena sensorni kharakterystyky vyn kaberne sovinion. *Visnyk LTEU. Tekhnichni nauky*, 18,128–131.
9. Palianytsia L. Ya., Pankiv N. O., Kosiv R. B., Berezovska N. I., Kharandiuk T. V. (2016). Stymuliatory fermentatyvnoi aktyvnosti spyrtovykh drizhdzhiv. *Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia*, 841, 204–210.
10. Herrero M., Garcia L.A., Diaz M. (2006) Volatile compounds in cider: inoculation time and fermentation temperature effects. *Journal Institute Brewing*, 112 (3), 210–214. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00715.x>.
11. DSTU EN 12143:2003. Soky fruktovi ta ovochevi. Vyznachennia vmistu rozchynnykh sukhykh rehovyn. Refraktometrychnyi metod (EN 12143:1996, IDT).
12. DSTU EN 12147:2003. Soky fruktovi ta ovochevi. Vyznachennia tyrovanoi kyslotnosti. (EN 12147:1996, IDT).
13. DSTU HOST 13192:2009. Vyna, vyno-materialy i koniaky. Metod vyznachennia tsukriv (HOST 13192-73, IDT).
14. DSTU 5080:2008. Soky plodovo-yahidni zbrodzheno-spyrtovani i spyrtovani. Tekhnichni umovy.
15. DSTU 4836:2007. Sydry. Zahalni tekhnichni umovy.

Yu. Ya. Khlibyshyn¹, I. Ya. Pochapska²

Lviv Polytechnic National University,

¹Department of Organic Products Technology,

²Department of Civil Safety

RESEARCH OF THE CONDITIONS FOR OBTAINING ALCOHOLIC BEVERAGES FROM APPLES

The results of research on the fermentation process of apple juice and its concentrate are described. For this, two races of yeast of the types *Saccharomyces bayanus* (France) were selected and wild yeast was taken for comparison. The influence of temperature (10–30 °C) and duration of fermentation (12–40 days) on alcohol yield, content of total extract and sugar is shown. The quality characteristics of fruit wines characterized by aroma, strength, extract and sugar content has been established. The suitability of ciders for the production of calvados by distillation and aging of the obtained drinks has been studied. The taste and aroma of the obtained drinks were evaluated, namely: the strength, extract content and aroma, which affect the quality of the obtained products, were determined. An organoleptic evaluation of the obtained products and French Calvados was made.

Key words: cider; calvados; fruit distillates; fermentation; sensory evaluation.