

DOI <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-15-1-40>

УДК 663.3

О. І. Мамай¹, к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-2591-8059

Т. О. Кузьміна¹, д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-6113-1923

Т. О. Яковенко¹, ст. викл.

ORCID: 0000-0002-1616-8997

М. І. Валько¹, д.т.н., проф.

ORCID: 0009-0001-2089-2005

Ю. В. Березовський², д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-9645-2743

¹Херсонський національний технічний університет²Київський національний університет будівництва і архітектури

e-mail: kntuxt@gmail.com

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЦНИХ НАПОЇВ З ПЛОДОВИХ ДИСТИЛЯТІВ

Анотація. Удосконалено технологію міцних напоїв, що дозволяє отримувати продукт високої якості з яблук, вирощених в Україні. Встановлено найбільш придатні сорти яблук для виробництва сидрових матеріалів. Підібрано штами дріжджів, які мають високу здатність зброджувати цукор за низької температури бродіння та в збідненому азотом середовищі. Запропоновано мінерально-вітамінну добавку, що сприяє повнішому використанню вуглеводів яблучної сировини.

Під час перегонки сидрового матеріалу отримано високий вихід спирту в отриманих фракціях відносно наявного в сидровому матеріалі. Одержаний плодовий спирт має високі органолептичні показники, за фізико-хімічними показниками відповідає вимогам стандарту.

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну і апаратурно-технологічну схеми виробництва плодових дистилятів. Витриманий кальвадосний дистилят відповідає за фізико-хімічними показниками вимогам і має виражений натуральний яблучний смак та аромат.

Ключові слова: сорти яблук, штами дріжджів, мінерально-вітамінна добавка, сидровий матеріал, перегонка, плодовий спирт, витриманий кальвадосний дистилят, технологічна схема, апаратурно-технологічна схема.

Постановка проблеми. Кальвадос України – це міцний алкогольний напій з характерним ароматом, букетом та смаком, що виготовлений зі спиртів яблучних, отриманих методом дистилювання зброджених яблучних соків із подальшим витриманням спиртів у дубових бочках, бутах та/або у великих нержавіючих або емальованих резервуарах із дубовими клепами впродовж не менше ніж 2 роки [1].

Крім кальвадосів України розрізняють такі міцні алкогольні напої з плодових спиртів: горілка плодова, напій міцний плодовий, бальзами, лікери, бренді плодови.

Первинною сировиною для виробництва кальвадосів України є яблука свіжі, інші міцні плодови напої можна виробляти з плодів та ягід, що придатні для отримання зброджених соків.

Назва «кальвадос» походить від департаменту Кальвадос – місцевості в Нижній Нормандії у Франції. Кальвадосом може зватися тільки напій, що походить з одинадцяти чітко позначених місцевостей Нормандії [2]. Сьогодні кальвадос виробляють шляхом перегонки сидру з яблук спеціального сорту, які зберігають специфічний аромат плодів.

Світове виробництво міцних напоїв преміум-класу постійно зростає. Згідно з новими вичерпними даними та прогнозами IWSR [3] глобальний ринок алкогольних напоїв буде збільшуватися.



В Україні попит на напої та їх споживання продовжує поступово зростати, це відбувається, незважаючи на тривалі воєнні дії та складну економічну ситуацію в країні. Згідно з нещодавнім дослідженням, спільно проведеним Асоціацією ритейлерів України (РАУ) та українською аналітичною компанією Num8erz, у 2023 році українці перейшли від більш легкого алкоголю до міцніших напоїв [4].

У нашій країні є всі умови для розвитку унікальної за якісними та смаковими властивостями продукції. Прийняття Закону України щодо спрощення умов виробництва дистилятів суб'єктами малого підприємництва сприятиме розвитку ринку спиртових дистилятів та спиртних напоїв, гастрономічного туризму, розвитку крафтового виробництва спиртних напоїв з особливою репутацією, які надалі можуть бути зареєстровані як географічні зазначення, створить додаткові можливості для перероблення сільськогосподарської продукції, просування української крафтової продукції на зовнішні ринки [5; 6]. Завдяки цьому очікується подальший розвиток виробництва міцних алкогольних напоїв.

В останні роки в Україні практично не проводились дослідження, присвячені вдосконаленню технології міцних алкогольних напоїв із плодових спиртів. Залишаються маловивченими багато аспектів технології виробництва, в тому числі підбір сортів плодово-ягідної сировини, з урахуванням хіміко-технологічних показників, а також застосування різних технологічних рішень, що сприяють підвищенню якості напоїв.

Аналіз останніх досліджень. Нині в Україні відроджується інтерес до напоїв на основі збродженого соку (сидру) і кальвадосу, розроблено національні стандарти на кальвадоси України та міцні напої з плодових спиртів [1; 7].

Хімічний склад яблучної сировини, що використовується для виробництва сидру та кальвадосу, залежить від багатьох факторів: сорту, складу та структури ґрунту, кліматичних умов року, агротехнічних прийомів, ступеня зрілості плодів.

Для виробництва кальвадосу використовують сидрові сорти яблук. Як правило, це осінні та зимові сорти. Встановлено, що для отримання якісного сидру свіжовіджатий сік повинен містити, %: цукру – близько 12; кислот – 0,6; дубильних речовин – 0,05; азотистих речовин – 0,2 [8].

Процес бродіння яблучного сусла характеризується різноманітними біохімічними перетвореннями, а певне поєднання основних, побічних та вторинних продуктів бродіння визначає органолептичні властивості вина та його відмінність від яблучного соку [9]. Поряд зі збільшенням концентрації спирту, виділяються вищі спирти, які під час взаємодії з кислотами утворюють складні ефіри, що відіграють важливу роль у складенні аромату сидру та отриманих з нього плодових спиртів.

Сидрові матеріали, призначені для приготування плодових спиртів, використовують неосвітленими. Об'ємна частка дріжджових осадів у таких матеріалах не повинна перевищувати 1%. Під час виготовлення соків, призначених для подальшої перегонки на плодові спирти, заборонено використовувати методи сульфитування продукції та проводити оброблення плодово-ягідної м'язги ферментними препаратами. Сидрові матеріали повинні мати колір, смак та аромат, властивий плодам та ягодам, з яких вони виготовлені, без сторонніх тонів [10].

В Україні сидрові матеріали, призначені для перегонки на плодові дистиляти, готують згідно з технологічною інструкцією [11].

Проводились порівняння за методом аналізу основних компонентів 26 основних летких ароматичних сполук експериментальних сортів сидру, отриманих на основі одного штаму дріжджів і суміші різних штамів, з сортами сидру, що промислово випускаються [12]. Експериментальні сорти сидру, отримані під час бродіння особливої змішаної культури, що складається з *Saccharomyces uvarum* і *Hanseniospora valbyensis*, виявилися ближче до традиційного сидру, що промислово випускається, ніж сидр, приготовлений на одному штамі дріжджів.

Виявлено залежність якості кальвадосних матеріалів від сортових особливостей яблук і специфіки застосовуваних рас дріжджів [13]. Встановлено взаємозв'язок між складом летких домішок кальвадосних спиртів та сортовими особливостями яблук.

Під час перегонки яблучних виноматеріалів відбуваються складні фізико-хімічні процеси, в яких беруть участь усі компоненти, що входять до їх складу. Одним із головних завдань у перегонці виноматеріалів є збереження яблучного аромату. Тому багатьма вченими приділяється особлива увага саме цьому процесу.

На основі виробничого досвіду експлуатації перегінних установок для отримання спирту-сирцю, коньячного і плодового спирту з виноматеріалів та відходів виноробної промисловості, проведення експериментальних і дослідних робіт, ураховуючи нормативні матеріали [11; 14], було розроблено новий перегінний апарат для малих і середніх підприємств та фермерських господарств [15]. У пристрої періодичної дії для одержання спирту-сирцю зміцнювальна колона, дефлегматор і холодильник виконані у вигляді єдиного блоку. Дефлегматор установлений таким чином, що 60–70 % тарілок зміцнювальної колони розміщені в охолоджувальній зоні дефлегматора. Джерело пари виконано у вигляді парогенератора, який входить в єдиний блок із перегінним кубом.

Після проведення випробування моделі апарата було виготовлено апарат з об'ємом куба 50 дм³ і проведено випробування під час перегонки дріжджових осадів, коньячних виноматеріалів, зброджених плодових соків. Результати випробування показали, що апарат може бути використаний з успіхом для отримання спирту-сирцю, коньячних і кальвадосних спиртів.

Проведені випробування на малій моделі апарата показали її працездатність і належну якість спирту-сирцю з дріжджових осадів і виноматеріалів. На основі проведених експериментальних робіт, виконаних на кафедрі харчових технологій ХНТУ, було сконструйовано і виготовлено дві промислових установки [16].

Таким чином, якість міцних плодових напоїв зумовлюється застосовуваною сировиною, технологічними параметрами процесу ферментації, дріжджами, режимами перегонки, фракціонування та витримки плодових дистилятів, а також адаптованістю до місцевої сировини.

Дослідження, спрямовані на вивчення впливу особливостей різних стадій виробництва сидрових матеріалів та кальвадосного дистиляту з використанням місцевих сортів яблук, є актуальними і представляють науковий та практичний інтерес у галузі яблучного виноробства.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Мета роботи – удосконалення способу виробництва плодових дистилятів з яблук.

Основна частина. Об'єктом дослідження є технологія міцних напоїв. Предмет дослідження – яблука осінніх та зимових сортів, штами дріжджів, сидрові матеріали і дистиляти, вироблені із застосуванням цих сортів яблук і штамів дріжджів.

Основні компоненти хімічного складу соків та сидрових матеріалів, дистилятів визначали відповідно до чинних загальноприйнятих в енології сучасних методик [17] та нормативних документів.

Для одержання суслу з плодів яблук їх подрібнювали, віджимали сік. Бродіння яблучного суслу проводили за температури 15–16°C з додаванням сухих активних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* (bayanus) різних виробників. Бродіння здійснювали в анаеробних та герметичних умовах.

Плодові дистиляти отримували за допомогою перегонки на лабораторній модельній установці [15].

Використання яблук у плодovому виноробстві передбачає не тільки їх якість із позиції фізіологічного стану, а й сортові особливості їх хімічного складу, які значною мірою визначають аромат і смак сухих сидрових матеріалів та продуктів на їх основі [18–21].

Одним із важливих показників є накопичення в плодах сухих речовин і органічних кислот, від яких залежать біохімічні процеси, в тому числі зброджування яблучного соку.

У загальній кількості сухих речовин яблук цукри займають перше місце. Цукор яблучного соку практично не бере участь у створенні смаку сидрових матеріалів, оскільки майже повністю зброджується дріжджами [9].

Смакові якості яблук, сидрових матеріалів визначаються кількісним вмістом органічних кислот. Загальний вміст кислот у культурних сортах яблук дуже різний і коливається від 0,19 до 1,64% (за яблучною кислотою). Ступінь кислого смаку залежить насамперед від кислотності соку яблук, але відмінності у відчутті смаку пов'язані з відмінностями складу органічних кислот, з буферними властивостями соків і співвідношення цукру та кислоти [22].

Для визначення придатності яблучної сировини було визначено технологічні показники осінніх сортів яблук Прима, Скіфське золото, Гала; зимових – Голден Делішес, Катерина, Аскольда: титрована кислотність, вміст цукрів і сухих речовин (табл. 1).

Відомо, що для виробництва кальвадосу слід використовувати яблука тих сортів, які здатні накопичувати достатню кількість цукрів за високої титрованої кислотності плодів.

Таблиця 1

Технологічні показники яблук осінніх та зимових сортів

Сорт яблук	Титрована кислотність, г/дм ³	Вміст цукру, г/дм ³	Вміст сухих речовин, %
Осінні сорти			
Прима	6,2 ± 0,1	118,2 ± 0,1	13,4 ± 0,1
Скіфське золото	7,1 ± 0,1	112,4 ± 0,1	13,0 ± 0,1
Гала	5,2 ± 0,1	116,8 ± 0,1	14,2 ± 0,1
Зимові сорти			
Голден Делішес	5,9 ± 0,1	104,3 ± 0,1	13,6 ± 0,1
Катерина	5,1 ± 0,1	125,1 ± 0,1	14,8 ± 0,1
Аскольда	6,2 ± 0,1	119,7 ± 0,1	13,5 ± 0,1

Сидровий матеріал для кальвадосів виготовляють, як правило, з кількох сортів яблук. Це пов'язано з тим, що в одному сорті важко домогтися необхідного балансу цукрів, кислот і танінів, який буде необхідний для отримання якісного продукту. Згідно з науковими даними [18; 23], ідеальним співвідношенням вважається 20% кислих яблук, 40% – солодких і 40% гірких яблук. Для визначення відсоткового вмісту кожного із сортів яблук у сортосуміші для виробництва кальвадосу було проведено їх класифікацію залежно від смаку: солодкі, кисло-солодкі, гірко-солодкі, кислі. Використовуючи такі показники, як титрована кислотність, вміст цукрів, можна віднести вибрані сорти яблук до таких типів: Прима, Гала, Катерина і Аскольда – кисло-солодкі; Скіфське золото – кислий; Голден Делішес – гірко-солодкий.

Оскільки в технологіях отримання плодових дистилятів заборонено використовувати сульфітацію виноматеріалу, необхідно було дослідити вплив різних культур дріжджів на процес бродіння і якість збродженого суслу (сидрового матеріалу).

Проводилось зброджування яблучного соку, отриманого із сортосуміші, на різних культурах дріжджів. Дослідження проводили з використанням штамів дріжджів: IOC 11-1002 K, EnartisFerm VQ10, SafSpirit FD-3. Як контроль використовували розводку дріжджів, отриману під час спонтанного заброджування яблучного суслу.

Бродіння яблучного суслу проводилось за температури 14–16°C, з додаванням розводки сухих активних дріжджів, а також на спонтанній мікрофлорі. Тривалість зброджування яблучного соку становила 10–14 діб.

Основні фізико-хімічні показники збродженого суслу представлено в табл. 2. Усі досліджувані штами дріжджів активно зброджували яблучне сусло за температури бродильного середовища 15–16°C. Термін повного збродження для всіх культур дріжджів, окрім контрольного – 12 діб. Найменший вміст залишкового цукру – у зразках, зброджених спеціалізованим штамом SafSpirit FD-3. Контрольні зразки, зброджувані спонтанною мікрофлорою, закінчували бродіння на 14-ту добу, отримуючи недоброд із вмістом цукру 3,4–3,6 г/дм³.

Титрована кислотність протягом бурхливого бродіння зростала у всіх досліджуваних зразках. Під час добродження титрована кислотність дещо знижувалась майже у всіх досліджуваних зразках. Найбільший вміст титрованих кислот за яблучною кислотою після завершення бродіння спостерігався у зразку, збродженому спонтанною мікрофлорою. Найбільш плавне зростання титрованої кислотності спостерігалось в зразку, збродженому дріжджами IOC 11-1002 K. Найменший вміст титрованих кислот – у зразках, зброджених спеціалізованою культурою дріжджів для виробництва плодових дистилятів SafSpirit FD-3.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники сидрових матеріалів

Показник	Раса дріжджів			
	IOC 11-1002 K	EnartisFerm VQ10	SafSpirit FD-3	спонтанна мікрофлора
Вміст спирту, % об.	6,5–6,9	6,7–7,0	6,8–7,2	6,2–6,7
Вміст цукру, г/дм ³	1,1–1,3	0,9–1,1	0,5–0,6	3,4–3,6
Титрована кислотність, г/дм ³	6,8–7,0	6,5–6,8	5,9–6,2	7,0–7,4
pH	3,2–3,3	3,1–3,2	3,1–3,2	3,2–3,3

Таким чином, усі досліджувані штами дріжджів, крім контрольного, забезпечують повне вибродження цукрів за несприятливих умов бродіння (низька температура) і можуть застосовуватися для отримання матеріалів для плодових спиртів.

Яблучний сік порівняно з виноградним містить недостатню кількість засвоюваних форм азотистих сполук [9]. Це є причиною уповільнення швидкості спиртового бродіння, збільшення термінів бродіння, утворення недостатньої кількості ароматоутворювальних речовин.

Для нормального розвитку та здійснення процесу бродіння яблучного соку дріжджі потребують вітамінів, які є кофакторами низки ферментів, задіяних у процесі ферментації соку. Для проведення бродіння потрібно, щоб у середовищі, в якому розвиваються дріжджі, крім цукрів, що зброджуються, знаходилися в достатній кількості мінеральні й азотисті речовини. Деякі фактори росту, додатково введені в сусло, можуть грати роль стимуляторів дріжджів, навіть якщо останні можуть їх синтезувати [22].

З метою інтенсифікації процесу бродіння було розглянуто мінеральні та органічні азотисті сполуки. У ролі мінеральної азот- і фосфоровмісної добавки було вибрано діамоній фосфат, як фактори росту були вибрані нікотинава кислота і фолієва кислота.

Бродіння яблучного суслу, отриманого із сортосуміші, проводилося за температури 16 °C. Тривалість контролю бродіння яблучного соку становила 14 діб. Бродіння проводилася на 4 зразках: № 1 – додавання діамоній фосфату; № 2 – додавання фолієвої кислоти, № 3 – додавання нікотинамиду, № 4 – контрольний зразок, без додавання факторів росту.

Збродження цукрів за введення добавок відбувається не тільки з вищою швидкістю, але й повніше. Найбільша швидкість збродження спостерігається в разі введення діамоній фосфату, що зумовлено легкістю засвоєння дріжджами амонійного азоту. Інші добавки дещо менше збільшують швидкість збродження, проте дозволяють дріжджам повніше використувати вуглеводну сировину (після 14 днів бродіння масова частка цукрів була менше 2 г/дм³).



Найменша швидкість зброджування спостерігалася в контрольному зразку. На чотирнадцятий день бродіння в зразку залишалося найбільше цукру.

У табл. 3 представлено показники вихідного яблучного соку і суслу, отриманого із введенням різних добавок у кількості 50 мг/дм³.

Таблиця 3

Показники яблучного соку та сидрового матеріалу, отриманого за введення різних добавок

Зразки	Показники		
	вміст цукру, г/дм ³	титрована кислотність, г/дм ³	вміст спирту, % об.
Вихідний яблучний сік	117,5	5,8	—
№ 1	1,3	6,7	6,95
№ 2	1,5	6,9	6,85
№ 3	1,5	7,0	6,90
№ 4	3,7	7,3	6,65

Додаткове введення азотного харчування мінімально вплинуло на концентрацію титрованих кислот отриманого сидрового матеріалу.

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що найбільше збільшення швидкості зброджування цукрів у яблучному соку спостерігається в разі додавання діамоній фосфату. Крім того, всі добавки позитивно впливають на повноту зброджування цукрів. При цьому введення добавок меншою мірою вплинуло на титровану кислотність отриманого матеріалу в порівнянні з контрольним зразком.

Таким чином, на підставі аналізу отриманих результатів пропонується комплексна добавка, що складається з мінерального складника – діамоній фосфату та вітамінних складників – нікотинаміді і фолієвої кислоти.

Із сидрового матеріалу, який одержували з використанням дріжджів SafSpirit FD-3 і добавки діамоній фосфату, отримали плодові дистиляти за допомогою перегонки на лабораторній модельній установці. Результати щодо виходу спирту та його дегустаційної оцінки наведено в табл. 4.

Отримано високий вихід спирту в отриманих фракціях відносно наявного в сидровому матеріалі. Спирт плодовий (середня фракція) за зовнішнім виглядом – прозора, безбарвна рідина, без осаду та сторонніх домішок, смак і аромат – характерні для спирту плодового молодого для виробництва міцних напоїв, без сторонніх присмаків і запахів.

Таблиця 4

Вихід і якість спирту із сидрових матеріалів

Вихідна сировина	Об'єм, дм ³	Головна фракція, дм ³ / % об.	Середня фракція, дм ³ / % об.	Хвостова фракція, дм ³ / % об.	Дегустаційна оцінка, бал	Вихід спирту з наявності в сировині, %
Сидровий матеріал, вміст спирту 7,0 % об.	45,0	0,1/88,7	4,4/64,9	4,0/2,8	9,5	97,0

У табл. 5 наведено компонентний склад спирту плодового, отриманого під час фракціонування перегонки сидрових матеріалів.

Таким чином, отриманий дистилят відповідає за фізико-хімічними показниками ДСТУ 7088:2009 Спирт плодовий молодий для виробництва міцних напоїв. Технічні умови.

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва плодкових дистилятів. В її основу покладено класичну технологію, але зі змінами деяких стадій технологічного процесу (рис. 1 і 2).

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники спирту плодового для виробництва міцних напоїв

Назва показника	Значення за ДСТУ 7088:2009	Вміст компонентів у дистиляті
Об'ємна частка етилового спирту, % об.	62–70	64,9
Масова концентрація вищих спиртів, у перерахунку на ізоаміловий спирт безводного спирту, мг/100 см ³	100–600	420
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід безводного спирту, мг/100 см ³	не більше 50	42
Масова концентрація середніх ефірів, у перерахунку на оцтово-етиловий ефір безводного спирту, мг/100 см ³	50–250	120
Масова концентрація летких кислот, у перерахунку на оцтову кислоту безводного спирту, мг/100 см ³	не більше 80	58
Масова концентрація метилового спирту безводного спирту, г/100 дм ³	не більше 1,5	0,9
Масова концентрація загальної сірчистої кислоти, мг/дм ³	не більше 35	14

Для виробництва плодкових дистилятів використовувалися яблука осінніх та зимових сортів технічної зрілості в запропонованому співвідношенні.

Установлено, що для одержання якісного кальвадосу свіжий сік повинен містити 10–12% цукру, 6–8 г/дм³ титрованих кислот, не менше ніж 2 г/дм³ азотистих речовин, не менше ніж 0,5 г/дм³ фенольних речовин. Зазвичай це осінні й зимові сорти, дуже соковиті, з високою кислотністю й цукристістю, багаті ароматичними й фенольними речовинами.

Оброблення м'язги пектолітичними ферментними препаратами не допускається, оскільки під дією ферментів пектин розщеплюється з утворенням метилового спирту, що під час перегонки концентрується.

Під час готування сидрових матеріалів, призначених для одержання спиртів, бродіння рекомендується проводити за низької температури. Така технологія дозволяє одержувати матеріали дуже високої якості, оскільки за низької температури відбуваються більше накопичення й збереження ароматичних речовин.

Для виробництва плодкових спиртів рекомендується використовувати добре освітлені, витримані до року сидрові матеріали. Проте під час зберігання матеріалу навіть протягом 2 місяців у герметичних ємностях на холоді відбуваються втрати близько 70% складних ефірів, включаючи компоненти, тому необхідно організувати процес таким чином, щоб отриманий виноматеріал без освітлення направлявся на перегонку.

Згідно зі схемою (рис. 2) плоди автоконтейнером 11 завантажують у прийомний бункер 1. Гідравлічним транспортером 2 плоди водою транспортуються через пастку 3, де важкі домішки відділяються від плодів, а вода з плодами проходить шнекову мийку 4.

Транспортерно-мийна вода відокремлюється від плодів разом із легкими домішками і піском і зливається у віддільник відходів 5, де легкі домішки відокремлюються від води і видаляються транспортером 6 у контейнер 11. Вода з водовіддільника зливається в збірник транспортерно-мийної води 7, звідки насосом 8 повертається через гідроциклон 10 у гідротранспортер 2. У гідроциклоні 10 відбувається відділення дрібних домішок і піску від води, що викидаються в контейнер 11. Осади в міру їх накопичення з нижньої частини збірника транспортерно-мийної води відкачуються насосом 9 через гідроциклон 10 і викидаються у візок 11. Відділена вода зливається в каналізацію. У шнековій мийці 4 плоди зверху зрошуються чистою питною водою, яка, рухаючись назустріч плодам, що піднімаються вгору, змиває з них домішки і бруд. Остаточне відмивання плодів відбувається в уніфікованій мийній машині 12.

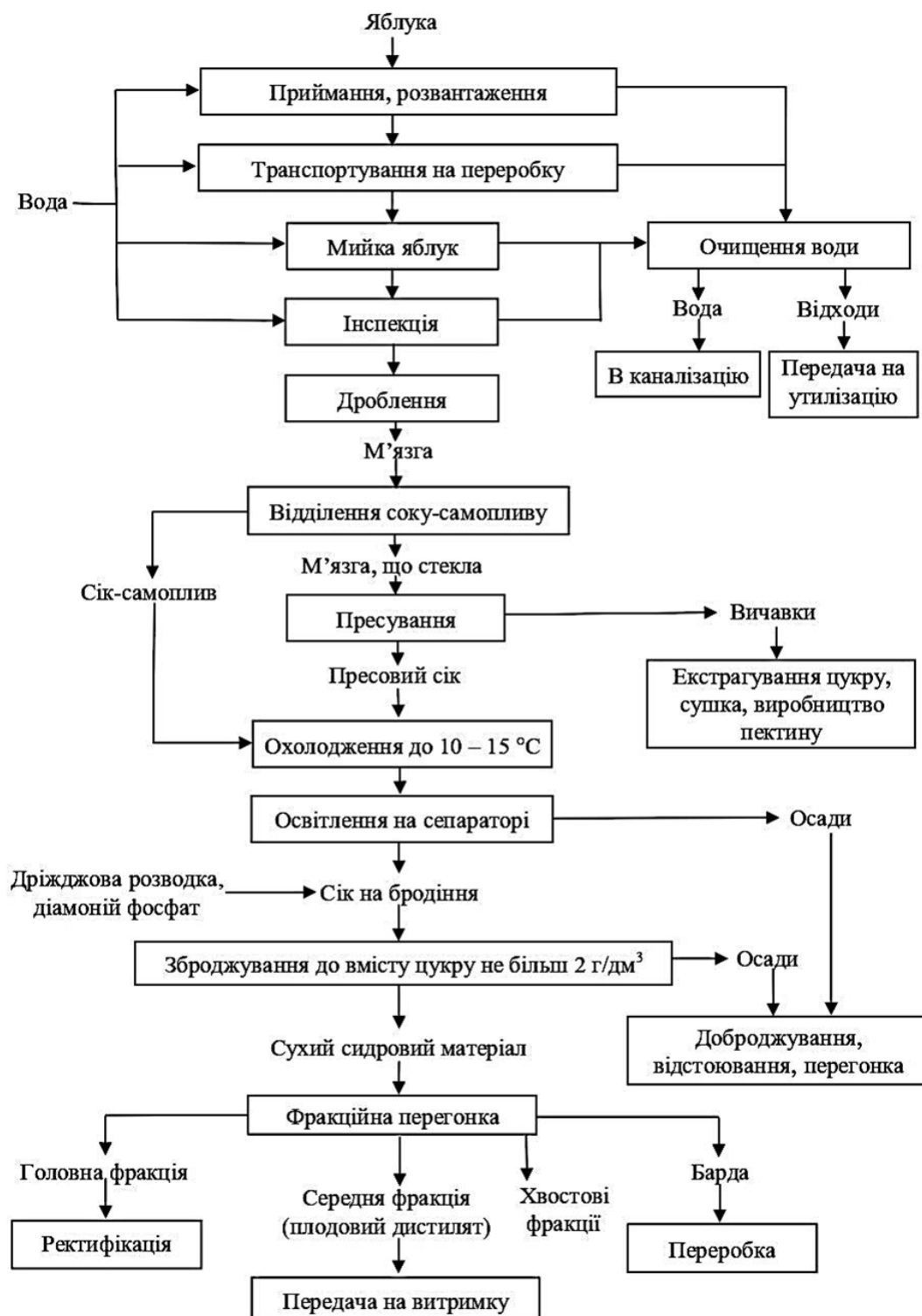


Рис. 1. Принципова схема перероблення яблук з виробництвом плодового дистилату

Після мийки плоди проходять сортування, видалення від них домішок і браку на інспекційному транспортері 13, де також проводиться додаткова мийка за допомогою зрошувача, встановленого на виході плодів із транспортера. Вода з відходами з інспекційного транспортера 13 надходить на віддільник відходів 5, і відходи направляються в транспортний візок 11.

Плоди, відділені від браку і домішок, надходять у шнековий транспортер 4, що є живильником дробарки 14. За необхідності (у разі сильного забруднення плодів) на транспортері 4 установлюють зрошувач для додаткової мийки.

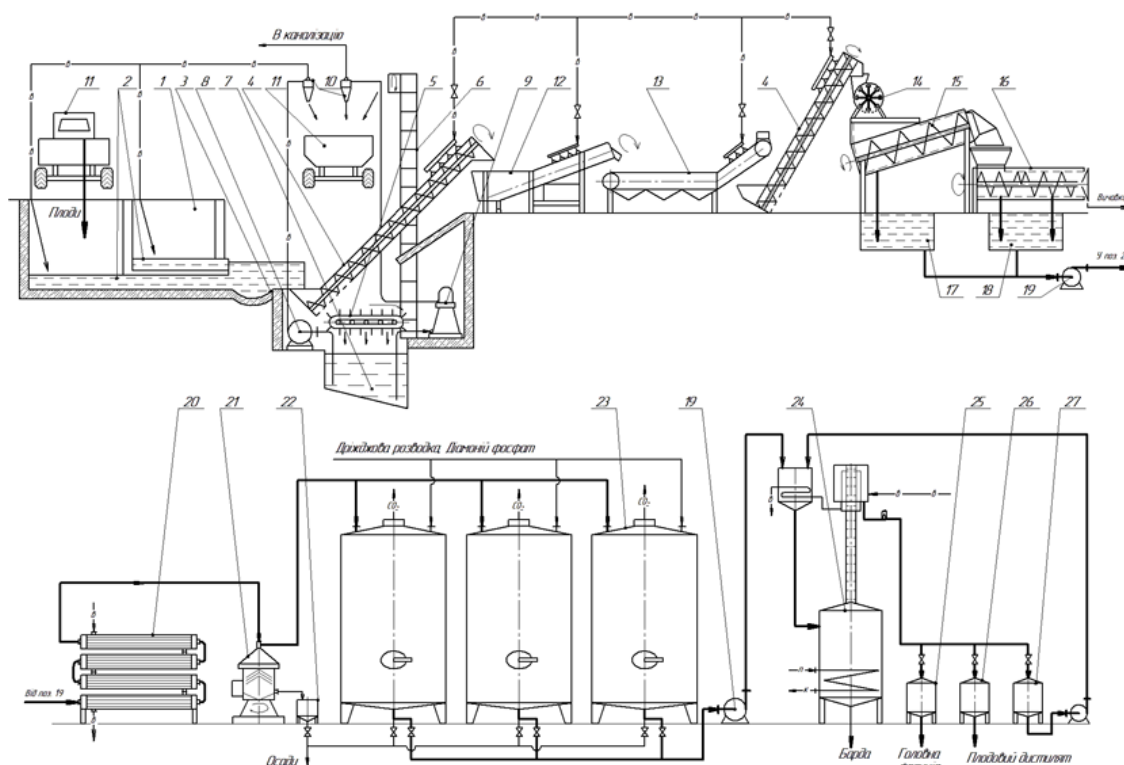


Рис. 2. Апаратурно-технологічна схема перероблення яблук з виробництвом плодових дистилятів

Із дробарки 14 м'язга попадає в стікач 15, де відділяють сік-самоплив, потім – у прес 16, де остаточно відбирається пресова фракція соку. Сік пресових фракцій і самоплив збирається в збірниках 17 і 18, звідки насосом 19 перекачується в теплообмінник 20 для охолодження до 10–15 °С. Охолоджений сік освітлюють у сепараторі 21. Освітлений сік надходить у резервуари для бродіння 23. Гушавина осадів із сепаратора 21 надходить у збірник 22.

Розводку дріжджів і добавки для підживлення дріжджів задають у резервуари 23 під час їх наповнення освітленим суслим. Бродіння проводиться в анаеробних умовах до залишкового вмісту цукрів не більше 2 г/дм³ за температури 16°С. Отриманий сидровий матеріал знімають із дріжджових осадів, залишаючи до 1–1,5% осадів і подають в установку для перегонки 24.

Сидрові матеріали піддають фракціонованій перегонці в установці 24. Головну фракцію спирту зі збірника 25 направляють на ректифікацію. Середню фракцію зі збірника 26 направляють на витримку для отримання Кальвадосів України. Хвостові фракції зі збірника 27 об'єднують з матеріалом, що надходить на перегонку.

Гушавину, що утворюється в результаті бродіння й освітлення, переганяють окремо.

Отриманий дистилят витримували в ємності з нержавіючої сталі на дубових чіпсах. Витримані кальвадосні дистиляти доводили спеціально підготовленою водою з твердістю трохи більше 0,36 ммоль/дм³ до об'ємної частки спирту етилового 40–43% об. Для досягнення бажаної цукристості додавали цукровий сироп, за необхідності – карамельний відтінок. Далі кальвадос залишали на післякупажний відпочинок.



У таблиці 6 наведено результати аналізу кальвадосу, витриманого в дубовій бочці протягом 2 років.

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники кальвадосу

Фізико-хімічні показники	Показники ДСТУ 8070:2015, концентрація компонентів	Концентрація компонентів у продукті
Об'ємна частка етилового спирту, % об.	40	40
Масова концентрація цукрів, г/дм ³	7–15	11
Масова концентрація метанолу, не більше, г/дм ³	1,0	0,7

Одержаний кальвадос відповідає за фізико-хімічними показниками ДСТУ 8070:2015 Кальвадоси України. Технічні умови [1].

Отриманий продукт відповідає й органолептичним показникам (табл. 7).

Таблиця 7

Органолептичні показники кальвадосу України

Показник	Характеристика
Прозорість	Прозорий, з блиском, без сторонніх включень
Колір	Світло-бурштиновий із золотистим відтінком
Аромат, букет і смак	Аромат і букет – яблучний, з тонами витримки в дубовій бочці, без сторонніх тонів

Запропоновані вдосконалення технології дозволяють отримувати кальвадос України високої якості з яблук, вирощених в Україні. Продукт, отриманий без додавання синтетичних барвників та ароматизаторів, має виражений натуральний яблучний смак та аромат.

Висновки. Удосконалено технологію виробництва кальвадосу, що дозволяє отримувати продукт високої якості з яблук, вирощених в Україні. На основі аналізу технологічних показників встановлено найбільш придатні сорти яблук для виробництва сидрових матеріалів, внесених до Державного реєстру сортів рослин України. Доцільно використовувати не окремі сорти, а сортосуміші для корегування вмісту цукру і титрованих кислот.

Підібрані штами дріжджів, які мають високу здатність зброджувати цукор та продукувати речовини, що зумовлюють аромат, за низької температури бродіння проявляють активність у збідненому азотом середовищі.

Запропоновано комплексну добавку, що складається з мінерального складника – діамоній фосфату та вітамінних складників – нікотинаміду і фолієвої кислоти. Вона сприяє розвитку дріжджів і дозволяє повніше використовувати вуглеводи яблучної сировини.

За результатами проведених досліджень удосконалено технологію перероблення плодів із виробництвом плодових дистилатів. Отриманий дистилат відповідає за фізико-хімічними показниками ДСТУ 7088:2009 Спирт плодовий молодий для виробництва міцних напоїв. Технічні умови.

Витриманий дистилат має високі органолептичні показники і відповідає за фізико-хімічними показниками ДСТУ 8070:2015 Кальвадоси України. Технічні умови.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 8070:2015 Кальвадоси України. Технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 13 с. Національний стандарт України.

2. Benoît Noël, Maud Guichard: Cidre et Calvados en Pays d'Auge, Sainte-Marguerite-des-Loges, Éditions BVR, 2013. 260 p.



3. International Wine & Spirit Research. Global beverage alcohol market set for moderate recovery in 2025, while challenges persist in 2024. URL: <https://www.theiwsr.com/global-beverage-alcohol-market-set-for-moderate-recovery-in-2025-while-challenges-persist-in-2024/> (дата звернення: 14.05.2024).
4. Ресторанний консалтинг. Статті і аналітика. URL: <https://restaurant-consulting.com.ua/uk/ukrainska-industrija-napoiv-povertaietsja> (дата звернення: 14.05.2024).
5. Торгово-промислова палата України. Закон України щодо спрощення умов виробництва дистилятів суб'єктами малого підприємництва. URL: <https://uccr.org.ua/uploads/files/64ec79c34c65d937907022.pdf> (дата звернення: 23.01.2025).
6. Журнал «Напої & Пиво. Технології та Інновації». Закон для малих виробників крафтових міцних напоїв: сутність і підводні камені. URL: <https://techdrinks.info/zakon-dlya-malyh-vyrobnykiv-kraftovyh-mitsnyh-napoiv-sutnist-i-pidvodni-kameni/> (дата звернення 14.05.2024).
7. ДСТУ 7072:2009 Напої міцні з плодових спиртів. Технічні умови. Чинний від 2011-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 16 с. Національний стандарт України.
8. Lea Andrew. Cider Apple Compositional Data. URL: <http://www.cider.org.uk/appledat.htm> (дата звернення: 22.05.2024).
9. Технологія плодово-ягідних напоїв : навч. посіб. для ВНЗ / М.І. Валько та ін. Херсон : ХНТУ, 2016. 512 с.
10. Інститут енології Шампані. Методи виробництва сидру. Технології поліпшення якості. URL: https://ioc.eu.com/wp-content/uploads/2021/02/CIDER_n03-20_f3.pdf (дата звернення: 17.06.2024).
11. Технологічні правила виноробства : у 2 тт. / під ред. Г.Г. Валуйко, В.А. Загоруйко. Сімферополь : Таврида, 2006. Т. 2 : Ігристі вина. Коньяки. Плодово-ягідні вина. 288 с.
12. Calvert Martha, Neill Clinton, Stewart Amanda, Lahne Jacob. Sensory descriptive analysis of hard ciders from the Northeast and Mid-Atlantic United States. *Journal of Food Science*, 2023. 88. p. 1750-3841.
13. Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Dziekońska-Kubczak U., Bartosik A. Effect of Apple Cultivar and Selected Technological Treatments on the Quality of Apple Distillate. *Foods*. 2023; 12(24):4494.
14. Виноградов В.О. Устаткування виноробних заводів. Сімферополь : Таврида, 2002. Т. 2. 416 с.
15. Обладнання для виробництва плодових, коньячних спиртів та спирту-ректифікату / К.А. Ковалевський та ін. *Вісник ХНТУ*. Херсон, 2016. № 2(57). С. 142–148.
16. Апарати для отримання коньячних і плодових спиртів / В.О. Виноградов та ін. *Зб. наук. пр. НІВіВ «Магарач»*. Ялта 2012. Т. XLII. С. 81–86.
17. Гержикова В.Г. Методи технохімічного контролю у виноробстві. Сімферополь : Таврида, 2009. 304 с.
18. Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Dziekońska-Kubczak U., Bartosik A. Effect of Apple Cultivar and Selected Technological Treatments on the Quality of Apple Distillate. *Foods*. 2023; 12(24): 4494.
19. Jolicoeur, Claude. The new cider maker's handbook. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing, 2013. p. 337.
20. Januszek M, Satora P, Tarko T. Oenological Characteristics of Fermented Apple Musts and Volatile Profile of Brandies Obtained from Different Apple Cultivars. *Biomolecules*. 2020 Jun 3;10(6):853. doi: 10.3390/biom10060853
21. Güven S., Karagöz S. Production of Brandy from Apple by Different Methods. *International Journal of Fruit Science*. 2009. № 9. С. 247–256. DOI: 10.1080/15538360903241310
22. David R. Dalton. The Chemistry of Wine. Oxford University Press, 2017. p. 463.
23. Science and Technology of Fruit Wine Production. Editors: Maria R. Kosseva, V.K. Joshi, P.S. Panesar. Academic Press, 2017. p. 727.

Стаття надійшла до редакції 22.03.2025 р.



O. Mamai¹, T. Kuzmina¹, T. Yakovenko¹, M. Valko¹, Yu. Berezovsky²

¹Kherson National Technical University

²Kyiv National University of Construction and Architecture

IMPROVEMENT OF STRONG BEVERAGES TECHNOLOGY FROM FRUIT DISTILLATES

Summary

The technology of strong drinks has been improved, which allows obtaining a high-quality product from apples grown in Ukraine. The most suitable apple varieties for the production of cider materials have been established. These are the fruits of autumn and winter apple varieties Prima, Scythian Gold, Gala, Golden Delicious, Katerina, Askolda, entered in the State Register of Plant Varieties of Ukraine. It is advisable to use not individual varieties, but variety mixtures to adjust the sugar content and titrated acids.

Yeast strains that have a high ability to ferment sugar at low fermentation temperatures and in a nitrogen-depleted environment have been selected. When preparing cider materials intended for the production of alcohols, fermentation is recommended to be carried out at a low temperature, which allows obtaining very high-quality materials, since at low temperatures there is a greater accumulation and preservation of aromatic substances. A mineral and vitamin supplement has been proposed that contributes to a more complete use of carbohydrates in apple raw materials.

When storing cider materials even for 2 months in sealed containers in the cold, losses of esters occur, including components of enanthate ester. Since sulfitation of wine materials sent for distillation is not allowed, their storage is associated with certain difficulties. Therefore, production must be organized in such a way that the resulting wine material is sent for distillation without clarification.

During the distillation of cider material, a high yield of alcohol was obtained in the obtained fractions, relative to that present in the cider material. The obtained fruit alcohol has high organoleptic characteristics, and in terms of physicochemical characteristics it meets the requirements of the standard.

Based on the conducted research, a technological and instrumental-technological scheme for the production of fruit distillates was developed. The aged Calvados distillate meets the requirements in terms of physicochemical characteristics and has a pronounced natural apple taste and aroma.

Keywords: apple varieties, yeast strains, mineral and vitamin supplement, cider material, distillation, fruit alcohol, aged Calvados distillate, technological scheme, equipment and technological scheme.