

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра біохімії та біотехнології**

**ВМІСТ ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛУ В СОКОВІЙ ПРОДУКЦІЇ ЗА
РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА**

Кваліфікаційна робота

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Виконав:

студент 4 курсу, 407 групи

Пилипець Степан Сергійович

Керівник:

к.б.н., доц. кафедри біохімії та
біотехнології Худа Л.В.

До захисту допущено

на засіданні кафедри

протокол № _____ від _____ 2023 р.

Зав. кафедрою _____ проф. Копильчук Г.П.

Чернівці – 2023

Анотація

Ключові слова: *оксиметилфурфурол, сокова продукція, технологічні параметри, температурна обробка*

Бакалаврська робота присвячена визначенню вмісту оксиметилфурфуролу в різних видах соків та оцінці впливу на даний показник факторів, що визначаються особливостями технологічного процесу конкретного виду соку. Встановлено, що у всіх досліджуваних зразках соків ТОВ «Лілак» за різних технологічних умов вміст оксиметилфурфуролу був в межах нормативних значень. Найбільші значення притаманні виноградному соку прямого віджиму та гранатовому відновленому. Вміст ОМФ у підсолоджених виробах на основі березового соку у в 1,5 рази перевищував значення, встановлені для виробів без додавання цукру. Зростання рівня ОМФ зареєстровані для зразків соків, які відрізняються порівняно вищими значеннями вмісту розчинних сухих речовин та величин титрованої кислотності. Підвищення температури від 80°C до 100°C для більшості зразків не призводила до статистичних відмінностей у накопиченні ОМФ. Лише для зразків березово-яблучного, березово-гранатового та березового підсолодженого соків було зареєстроване достовірне зростання вмісту ОМФ при нагріванні від 80 до 100 °C в 1,2-1,3 рази. Для цих же зразків реєстрували зростання вмісту ОМФ через 1 рік зберігання.

Annotation

Key words: *oxymethylfurfural, juice products, technological parameters, temperature treatment*

The bachelor's thesis is devoted to determining the content of oxymethyl furfural in different types of juices and assessing the influence of factors determined by the characteristics of the technological process of a particular type of juice on this indicator. It was found that in all the studied samples of juice products of "Lilac" LLC under different technological conditions, the content of oxymethyl furfural remained within the normative values. The highest values are inherent in direct-pressed grape juice and reconstituted pomegranate juice. The OMF content in sweetened birch sap-based juice products was 1.5 times higher than the values established for products without added sugar. An increase in OMF levels was recorded for juice samples characterized by relatively higher values of soluble solids and titratable acidity. An increase in temperature from 80°C to 100°C for most samples did not lead to statistical differences in OMF accumulation. Only for the samples of birch-apple, birch-pomegranate, and birch-sweetened juices, a significant increase in OMF content was recorded at heating from 80 to 100 °C by 1.2-1.3 times. For the same samples, an increase in OMF content was recorded after 1 year of storage.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ С. Пилипець

Зміст

Вступ	4
Розділ I. Огляд літератури	6
1. 1.1 Основні етапи виробництва та різновиди сокової продукції.....	6
1.2 Методи температурної консервації сокової продукції.....	9
3. Показники, які визначають якість та безпечність сокової продукції	12
4. Оксиметилфурфурол, особливості його утворення в соках.....	14
Розділ II. Матеріали та методи досліджень	17
2.1. Матеріали досліджень	17
2.2. Методи досліджень	18
2.2.1. Методи визначення титрованої кислотності та рН соків	18
2.2.2. Рефрактометричний метод визначення вмісту розчинних сухих речовин в соках	20
2.2.3. Метод кількісного визначення оксиметилфурфуролу	21
Розділ III. Результати досліджень та їх обговорення.....	23
Висновки	32
Список використаної літератури	33
Додатки	38

Вступ

Соки є легкозасвоюваними рідкими продуктами, що характеризуються високою харчовою цінністю. Вони є одним з ключових складових раціону чималої кількості людей по всьому світу.

Соки отримують з більшості існуючих плодів, тому їх асортимент різноманітний. В залежності від сировини, способу отримання та термічної обробки, вони поділяються на певні види: відновлені, прямого віджиму, свіжо-віджаті, концентровані, дифузійні.

Виробництво соків - це багатостадійний процес, кожен етап якого повинен чітко дотримуватись та контролюватись відповідно до органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних нормативних показників.

При нагріванні та пастеризації здійснюється гідроліз полімерних сполук, коагуляція білків, карамелізація цукрів, а також реакція меланоїдиноутворення. В ході реакції Майяра в соці, який піддається обробці, може утворюватися токсична сполука – оксиметилфурфурол (продукт реакції між цукрами та амінокислотами або білками за наявності високої температури та низького рівня рН). Більшість соків містять високий вміст вуглеводів та кислот. Для їх тривалого зберігання використовують температурну обробку, стерилізацію та пастеризацію, які супроводжуються піддаванням соків дії високих температур для знищення мікроорганізмів. Отже, технологія виготовлення соків має передумови для утворення та накопичення оксиметилфурфуролу.

Відповідно, метою роботи було визначення вмісту оксиметилфурфуролу в різних видах соків та оцінка впливу на даний показник різних факторів, що визначаються особливостями технологічного процесу конкретного виду соку.

Зокрема були поставлені наступні завдання:

1. Визначити вміст оксиметилфурфуролу у зразках сокової продукції різних видів.

2. Оцінити вплив вмісту сухих речовин, величин титрованої кислотності та рН, а також додавання цукру в сокову продукцію на накопичення ОМФ.
3. Визначити вміст ОМФ в соках за різних режимів теплової обробки.
4. Порівняти вміст оксиметилфурфуролу у свіжовиготовлених зразках продукції та через 1 рік зберігання.

Розділ I. Огляд літератури

1.1 Основні етапи виробництва та різновиди сокової продукції

Фруктовий сік – це неферментований (проте придатний для бродіння) продукт, що виготовляється завдяки механічній обробці плодів і овочів, призначений для безпосереднього споживання чи промислової обробки. Соки є джерелом вітамінів, макро- і мікроелементів, поліфенолів, ароматичних та біологічно активних речовин (БАР), клітковини, а також пектинових речовин [8].

Соком можна називати тільки стовідсотковий натуральний продукт, який отримують із фруктів чи овочів прямим віджимом або відновленням із концентрату. Також в натуральних соках не допустимим є присутність ароматизаторів, ідентичних натуральним чи штучних, барвників, консервантів. У якості ароматизаторів можна використовувати лише натуральні речовини, одержані з фруктів чи ягід.

Існує два способи виробництва соку: це пряме вичавлювання (пресування) та відновлення з концентрату, обраний тип виробництва обумовлює віднесення готового продукту до певного виду сокової продукції. Технологія виготовлення соку прямим вичавлюванням полягає в подрібненні помитих і прошпарених плодів на протиральних машинах, подальшому змішуванні з гарячим цукровим сиропом та гомогенізацією. У плунжерному гомогенізаторі створюється високий тиск (до 20 МПа), завдяки якому маса продавлюється крізь гомогенізуючий вентиль з отворами малого розміру. Далі маса деаерується вакуумуванням при температурі 35 °С та вакуумі 95 кПа, підігрівається до 60 - 70 °С при розливанні в тару з подальшою пастеризацією або підігрівається до 90 - 95 °С, при гарячому розфасовуванні без пастеризації. Соки прямого віджиму в основному виготовляють невеликими кількостями та є обмеження при обробці, зокрема це необхідність швидкого транспортування сировини, щоб зберегти її властивості та термінова переробка, щоб не почались процеси гниття [4].

При виробництві відновлених соків проходить дві стадії. Перша стадія – відбір плодів та виробництво концентрату. Використовуючи спосіб відновлення соків із концентрату готовий концентрований сік закупають більшість виробництв, оскільки не має можливості самому його виробляти та недостатня кількість та різноманіття плодів. Виробники концентратів зазвичай використовують більш соковиті сорти плодів, які сортують, миють та відправляють на спеціальні апарати, що відтискають сік. З нього за технологією випарювання видаляють певну частину води і отримують концентрований сік, який схожий на густу в'язку рідину, за субстанцією подібну на мед. Концентровані соки роблять для перевезень на великі відстані, зі збереженням його властивостей. Таким чином виробники можуть збільшувати різноманітність продукції, закупаючи концентрати екзотичних видів рослин, які не ростуть на їх регіонах [7].

Виробництво відновленого соку відбувається з концентрованого соку. Його потрібно відновити в правильних пропорціях, щоб вони відповідали початковому варіанту, саме звідси іде назва - “відновлений”. Пропорції залежать від виду плодів, сорту та регіону, де вони були вирощені. Важливим є розуміти, що плоди росли в різних умовах і тому однакові соки різних виробників можуть відрізнятися смаковими параметрами. Також додають ароматичні речовини, що були отримані під час випарювання води з соку. Підготовка води особливий процес, вона проходить особливе очищення та підготовку. При надходженні на виробництво, її фільтрують у декілька етапів та очищують від солей [14].

Одним, із важливих етапів виробництва є термообробка і фасування. Сік піддають термообробці, зазвичай використовують стерилізацію чи пастеризацію. Завдяки цим процесам вдається зробити продукт мікробіологічно чистим та безпечним, зберігаючи максимальну кількість поживних речовин. Після обробки температурою, відбувається асептичне фасування, що дає змогу тривалого зберігання продукції [19].

Спосіб приготування соків буде визначати його вид та назву, їх поділять на: соки прямого віджиму – виготовляють за допомогою механічної обробки свіжих фруктів чи овочів; свіжовіджаті соки – прямого віджиму, отримані зі свіжих фруктів і овочів, що не піддається консервації; відновлені соки – виготовляють з соку прямого віджиму чи концентрованого та підготовленої питної води; концентровані соки – отримують завдяки процесу видалення з соку прямого віджиму певної частини води, та цим самим досягається збільшення вмісту сухих речовин, порівняно з початковим не менше ніж удвічі; дифузійні соки – виготовлені шляхом екстрагування речовин зі свіжих або сушених фруктів та/або овочів, за допомогою питної води, які не можна отримати шляхом механічної обробки. Дифузійний сік можна концентрувати, а потім відновлювати. Рівень розчинних твердих речовин у дифузійному соку не повинен бути нижче рівня, зазначеного для відновленого соку. [20]

Виготовляють не тільки натуральні соки в яких міститься тільки він, а й підсолоджені і купажовані (змішані). Це суміш різних видів фруктових, овочевих соків і пюре з додаванням або без додавання спецій, солі та цукру. Купажування соків дає можливість отримати продукти з високим вмістом біологічно активних речовин (вітамінів, мінеральних солей, поліфенолів, білків для поліпшення органолептичних і дієтичних властивостей). Воно використовується для більшості соків, які в натуральному вигляді не можуть споживатись як напої, через їх особливості, наприклад підвищена кислотність, терпкість, прісність, відсутність смаку [6].

Сокова продукція — це не тільки сік, до неї також відносяться: морси, нектари та соковмісні напої. Всі вони відрізняються смаковими якостями та складом і відповідно до цього їх поділяють на: 100%-ий сік – продукт, отриманий з концентрованого соку та води, свіжовіджатиий або прямого віджиму; нектар — отримують з концентрованого соку чи пюре, підготовленої води та ароматичних речовин натуральної природи з ароматом плодів. Частка концентрованого соку становить 20-50% від об'єму, можуть містити м'якоть плодів, підкислювачі та цукор, зазвичай їх роблять з плодів, концентрати яких

не підходять для виготовлення 100%-го соку, оскільки мають занадто кислий чи солодкий смак або надто густу консистенцію; соковмісний напій — це напій, що містить не менше 10% концентрованого соку та підготовлену воду, вони мають найбільш різноманітну кількість напоїв з незвичними поєднаннями та смаками; морс — напій, що містить суміш соку ягід, підготовленої води та цукру, за умови, що частка концентрованого соку буде не менше 15% від об'єму, також можна використовувати водні екстракти ягід, які були використані для виготовлення соку чи пюре [3].

1.2 Методи температурної консервації сокової продукції

Незважаючи на багато шляхів псування сокової продукції, існує низка ефективних методів консервації, які були розроблені для боротьби з псуванням та подовження терміну зберігання. Основним принципом зберігання харчових продуктів є збереження якості та поживних властивостей, одночасно запобігаючи псуванню [1]. Загалом, чим свіжіший сік, тим вища якість, тому стандартом досконалості часто є свіжоприготований, необроблений сік. Як зазначено, це дуже швидкоплинний продукт з обмеженим терміном придатності годинами або днями навіть за найкращих обставин [23].

Фруктові та овочеві соки та напої, як правило, консервуються термічною обробкою, яка в даний час є найбільш економічно ефективним способом забезпечення мікробної безпеки та дезактивації ферментів. Проте термічна обробка може спричинити кілька хімічних і фізичних змін, які погіршують органолептичні властивості та можуть зменшити вміст або біодоступність деяких поживних речовин [18]. У більшості випадків ці ефекти сильно залежать від харчової матриці. Крім того, на ефективність також може вплинути складність продукту та мікроорганізмів. Консервація соків відбувається за такими способами: стерилізацією(менш кислі), пастеризацією (більш кислі).

Мікроорганізми руйнуються за дії тепла, коли мікробні білки коагулюють і ферменти, необхідні для їх метаболізму інактивуються. Термічна обробка, необхідна для знищення мікроорганізмів або їх спор, залежить від виду організмів, середовища під час нагрівання та стану організмів.[34] Однак із підвищенням температури зростає швидкість підрум'янення або реакції Майяра, тобто реакцій амінокислот і білків із відновлюючими цукрами з утворенням паленого, вареного або неприємного смаку. Крім того, реакції окислення також посилюються з підвищенням температури. Тому під час обробки харчових продуктів, що містять ці речовини, зокрема фруктового соку, необхідно звести до мінімуму час перебування або час контакту харчових продуктів із високими температурами [12].

Стерилізація - це теплова обробка при температурі вище 100°C. Цей процес відбувається при надлишковому тиску, який створюється парою або пароповітряною сумішшю, для того, щоб не відбулась розгерметизація посуду за дії внутрішнього тиску. [30] Апарати теплової обробки залежно від принципу дії і способу поділяються на періодичної дії (автоклави) і безперервної дії, які можуть працювати при атмосферному тиску і тиску, що перевищує атмосферний. Автоклави є двох типів: вертикальні і горизонтальні. Горизонтальні автоклави застосовують для стерилізації консервів в металевій тарі, вертикальні – для стерилізації всіх видів консервів, як в металевій так і скляній тарі [10].

Важливим є процес дотримання режиму стерилізації, в залежності від тари та продукту, адже, якщо при настільки високій температурі не буде достатньо тиску, чи буде надмірна кількість, тара, яка стерилізується може пошкодитись, чи відкритись та відбудеться забруднення продукту. Технології обробки під тиском забезпечують суттєве зниження мікроорганізмів і ферментів, що викликають псування, а також мінімальний вплив на вміст поживних речовин і сенсорну якість [23].

Пастеризація - це м'яка обробка, спрямована на інактивацію більшості ферментів і пригнічення вегетації клітин мікроорганізмів, тоді як стерилізація знищує також спори. Звичайно, термічна обробка залежить від мікробного забруднення. У разі фруктів з низьким рН, процес пастеризації (досягаючи 85°C у найхолоднішій точці) забезпечує тривалий термін зберігання при кімнатній температурі. Можна використовувати різні комбінації часу та температури. Для фруктових соків традиційно відбувається нагрівання до 60°C–75°C протягом 30 хв., потім наповнюють при цій температурі, закривають і пастеризують при 84°C–88°C протягом 15–45 хв. залежно від розміру упаковки. Після цієї термічної обробки вироби знову охолоджують до кімнатної температури. Високотемпературна короткочасна пастеризація проводиться при більш високих температурах (>90°C) протягом коротшого періоду часу. Гаряче заповнення контейнерів ≥ 1 л. із швидким закриттям дає температуру >85°C завдяки термічній інерції [15].

Сучасні тенденції промислової термічної обробки фруктів полягають у мінімізації інтенсивності процесу, як для кращого збереження органолептичних і поживних властивостей, так і для більш довговічних процесів. Фруктові соки, зокрема, є областю активних досліджень і розробки продуктів у сфері технологій нетермічної стабілізації. Однак останнім часом збільшилася кількість повідомлення про зараження фруктового соку патогенними мікроорганізмами. Вони пов'язані зі збільшенням попиту на свіжі непастеризовані продукти та підкреслюють необхідність пильності з боку виробників і державних органів. За останні кілька років фрукти, які використовуються для переробки, зазнали значної різноманітності, включаючи все більше і більше екзотичних видів. Деякі з них мають вищий рН, ніж більш класичні, тому більше уваги слід приділяти інактивації мікробів, та запровадженням більш суворої термічної обробки [11].

Абсолютно важливо пастеризувати або в деяких випадках стерилізувати продукт, належним чином охолодити та розфасувати в стерильну тару в

стерильному середовищі, оскільки присутність одного життєздатного організму може зіпсувати всю партію соку [33].

1.3 Показники, які визначають якість та безпечність сокової продукції

Міжнародна організація стандартизації визначає «якість» як «ступінь, набір властивих характеристик якої відповідає вимогам. Всі соки виготовляють згідно вимогам стандартів, відповідно рецептурам та технологічним інструкціям, які затверджені в установленому порядку та з дотриманням правил та норм санітарії [5]. Показники, за якими визначають якість та безпечність соків поділяють на: органолептичні, фізико-хімічні, токсичності, мікробіологічні та безпечності [24]. Перевірка автентичності/якості зразка може бути оцінена шляхом порівняння даних для зразка, генерується з використанням відповідних методів, включених до стандарту, з тим, що виробляється для фруктів того самого типу і з того самого регіону, враховуючи природні коливання, сезонні зміни та коливання, що виникають через це до обробки [35].

Органолептичні показники – це оцінка зовнішнього вигляду, консистенції соків, смаку та аромату, кольору. Залежно від виду плодів чи ягід, та виду соку для кожного з них будуть свої норми показників. Дані показники дозволяють нам, першочергово та без складних вимірювань визначити придатність соку до споживання, оцінити його відповідність[25].

Фізико-хімічні показники – це показники, нормуються за загально-санітарною ознакою шкідливості. У соках та соковій продукції вимірюють саме такі показники, як[13]:

- масова частка м'якоті - яка вимірюється тільки в соках з її присутністю, додавання м'якоті до соку може покращити поживну цінність і вміст клітковини, однак її вміст не повинен перевищувати норму [22];

- етиловий спирт – це сполука, що присутня майже в усіх біологічних системах, його можуть містити, навіть свіжі фрукти, попередні дослідження показали, що рівень етанолу в стерилізованих фруктових соках було знайдено в діапазоні від 0,01 до 0,35 % [32];

- осад – від його вмісту поділяють на: освітлені в яких вміст осаду (0,2%) та неосвітлені соки (0,9%) [13];

- хлориди – визначення проводиться для перевірки на правильне очищення води, та миття сировини, а також вмісту солі в соках з їх вмістом[31];

- вітамін С- аскорбінова кислота виконує численні метаболічні функції, додається до харчових продуктів як поживна речовина (для компенсації втрат при переробці) і антиоксидант, а також для запобігання потемнінню свіжих або консервованих фруктів і овочів, вимірюється в %, вміст не повинен бути менше 0,02%[21];

- діоксид вуглецю – визначається в газованих фруктових соках у %, під час обробки сік контактує з вуглекислим газом при температурі-тиску, що наближається до критичної точки, важливим є правильне введення і пропорції, кінцевий вміст не повинен перевищувати 0,4% [29];

- концентрація оксиметилфурфуролу – це показник, що вказує на не правильну термічну обробку чи тривале зберігання соків, вміст не повинен перевищувати 10-20мг/л [];

- домішки рослинного походження та сторонні – не допускаються;

- титрована кислота та розчинні сухі речовини – норми мінімальної масової частки встановлені для соків та повинні відповідати вимогам НД.

Залежно від виду сировини та рецептури. Дані показники нормуються для всіх видів соків і їх порушення безпосередньо впливають на якість, безпеку та натуральність.

Вміст токсичних елементів повинен відповідати вимогам МБТиСН 5061 , а радіонуклідів — ГН 6.6.1.1-130. Мікробіологічні показники соків відповідають згідно вимогам промислової стерильності (І 4.4.4.077-2001)

залежно від даного продукту та належної йому групи. Токсичні та мікробіологічні елементи мають сильний вплив на безпечність соку та його термін придатності [13]. При не правильній термічній обробці соків є сильний ризик розмноження мікроорганізмів в готовому продукті та втрата цілої партії продукції, завдяки виведеним нормам показників, можна наперед визначити тип забруднення та подальше його вирішення [23].

1.4 Оксиметилфурфурол, особливості його утворення в соках

Оксиметилфурфурол (ОМФ) - це сполука, яка утворюється в процесі нагрівання харчових продуктів, зокрема в соковій продукції. ОМФ є продуктом реакції між цукрами та амінокислотами або білками в наявності високої температури та низького рівня рН [28].

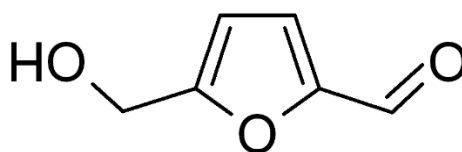


Рис.1.1 – Хімічна структура оксиметилфурфуролу

Висока температура пастеризації, тривале зберігання та концентрування соків сприяє утворенню ОМФ. Практично відсутній у свіжих продуктах, він природним чином утворюється в харчових продуктах, що містять цукор, під час зберігання, особливо під час сушіння або варіння [17].

Оксиметилфурфурол легко всмоктується з їжі через шлунково-кишковий тракт метаболізуючись у різні похідні, виводиться із сечею. Наявність в їжі ОМФ може викликати параліч і судоми. При накопиченні даних сполук, чи вміст їх у великій кількості в печінці, може порушувати біохімічні процеси [16].

ОМФ - це проміжний продукт реакцій розпаду моносахаридів. Процес зміни цукру при нагріванні неоднаковий, він залежить від конкретних

факторів для різних цукрів. Основна схема хімічних змін моноцукрів, і глюкози при її нагріванні в кислому середовищі зводиться до того, що нагрівання глюкози викликає спочатку її дегідратацію (відщеплення від глюкози одної або двох молекул води). При цьому утворюються ангідриди глюкози, які можуть з'єднуватись один з одним або з молекулою цукру і утворювати так звані продукти конденсації (реверсії). При тривалій дії тепла відщеплюється третя молекула води і утворюється ОМФ, який при подальшому нагріванні може розпадатися з руйнуванням вуглеводного скелета і утворенням мурашиної і левулінової кислоти або утворювати зафарбовані сполуки [27].

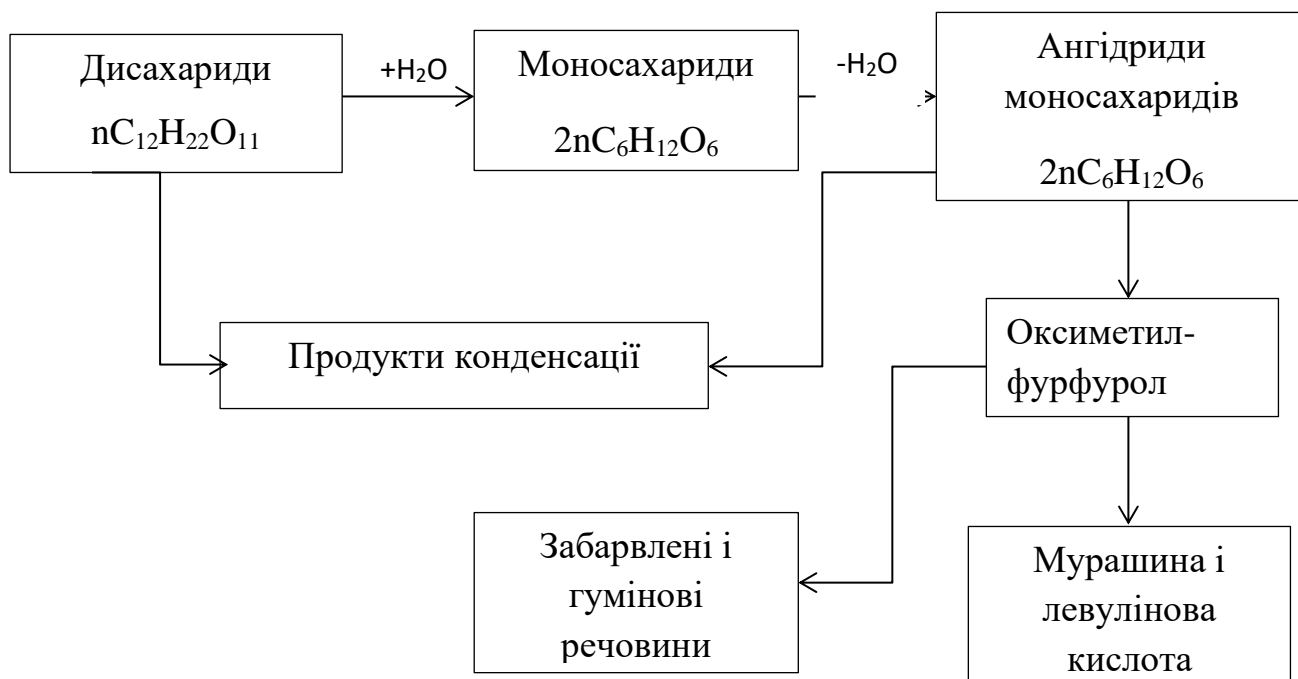


Рис. 1.2 - Схема перетворення цукрів при нагріванні

Утворення ОМФ корелює з такими хімічними характеристиками, як рН, вміст вільної кислоти, загальна кислотність, вміст лактону та мінерального вмісту. Накопичення та синтез ОМФ викликає потемніння соків та концентратів. [9]

Контроль вмісту безпосередньо пов'язаний зі шкідливою дією цієї сполуки на організм людини. Міжнародними стандартами показник масової

частки ОМФ контролюється та не повинен перевищувати 20 мг/кг для всіх соків, та 10 мг/кг в цитрусових[2]. У відновлених соках він гальмує процеси бродіння, навіть при присутності дріжджів, однак його кількість повинна перевищувати норму удвічі [26].

Це досить корисне явище, для подовження терміну придатності, однак дана сполука в таких концентраціях не припустима для споживання, особливо дітям. Зростання масової частки оксиметилфурфуролу залежить безпосередньо від температурної обробки та зберігання. Чим вища температура, та довший процес обробки, тим більша кількість утворюється. Така ж, залежність і з зберіганням, чим довша тривалість зберігання, тим більше накопичення [2].

Розділ II Матеріали та методи досліджень

2.1 Матеріали досліджень

Дослідження проводилось на базі виробничо-вимірювальної лабораторії ТОВ “Лілак”, а також на кафедрі біохімії та біотехнології. Досліджували наступні зразки соків виробництва ТОВ “Лілак”:

- відновлені - гранатовий;
- 100% (прямого віджиму) – виноградний, березовий без додавання цукру;
- купажовані соки - березо-гранатовий, березо-яблучний березовий з настоєм шипшини без додавання цукру, березовий з настоєм шипшини з цукром, березовий з настоєм м'яти без додавання цукру, сік березовий з додаванням соку імбиру та лайму, березовий з додаванням цукру.

Дані соки закупорювали в скляні пляшки з кришкою типу Twist-off місткістю 1л та 0,3л, кожна пляшка проходила температурну обробку згідно режиму стерилізації за рецептурами та технологічними інструкціями. Стерилізація, пастеризація відбувалась в вертикальних автоклавах періодичної дії Б6-КАВ-2 та строго дотримувалась.

Були використані наступні режими стерилізації:

- для соків березового дієтичного, березового з цукром, купажованих місткістю 1л:

$$\frac{20-25-20}{100^{\circ}\text{C}} \text{ при тиску } 1,0 \text{ (кгс/см}^2\text{);}$$

- місткістю 0,3л:

$$\frac{15-20-20}{100^{\circ}\text{C}} \text{ при тиску } 1,0 \text{ (кгс/см}^2\text{);}$$

Режими пастеризації:

- для гранатового соку 1л:

$\frac{10-20-20}{85^{\circ}\text{C}}$ при тиску 1,2 (кгс/см²);

- для виноградного 1 л:

$\frac{15-20-20}{95^{\circ}\text{C}}$ при тиску 1,5 (кгс/см²)

Під час стерилізації (пастеризації) автоклав був нагрітий до температури, що на 10-15°C вище за температуру продукту.

Фасування соків здійснювалось за температури 70°C. Після стерилізації (пастеризації) соки поступово охолоджували в автоклавах до температури 40°C. Важливість дотримання правильного співвідношення температури і тиску в автоклаві необхідна для запобігання прорізання плівки ущільнюючої пасти і порушення герметичності.

При дослідженні впливу теплової обробки на вміст оксиметилфурфуролу зразки соків піддавали температурній обробці 45 та 80°C, тривалість нагрівання, стерилізації (пастеризації) та охолодження виконували згідно рецептури.

2.2. Методи досліджень

2.2.1. Методи визначення титрованої кислотності та рН

Метод визначення титрованої кислотності:

«Даний метод аналізу поширюється на продукти переробки плодів і овочів і досягається візуальним титруванням і з допомогою індикатора - для безбарвних і світло забарвлених продуктів. Для проведення випробувань використовували реактиви кваліфікації не нижче «чда» і дистильовану воду, яка не містить вуглекислоти. Для цього дистильована вода повинна бути нейтралізована розчином гідроксиду натрію $C(\text{NaOH}) = 0.1$ моль/дм³ до слабо рожевого забарвлення по фенолфталеїну. Підготовлену пробу вміщували в скляну посудину з пришліфованим корком і вона придатна для

випробовування на протязі доби при умові її зберігання за температурі від 0°C до 5°C.

У конічну колбу місткістю 250 см³ переносили кількісно наважку продукту масою від 5,0 до 50,0 г у залежності від передбачуваної титрованої кислотності. Оскільки в нас рідкий продукт, наважку масою 50,0г, кількісно переносили, додавали дистильовану воду кімнатної температури, доводили до мітки. Перед відбиранням наважки для аналізів підготовлену пробу ретельно перемішували.

Для проведення вимірювання у колбу місткістю 250см³ відбирали піпеткою від 10,0 до 50,0 см³ підготовленої суміші. У колбу з дослідним зразком додають 3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію при безперервному перемішуванні до одержання рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с. Опрацювання результатів:

$$x = \frac{V \times c \times M}{m} \times V1(2,5)$$

Де:

V - об'єм титрованого розчину гідроксиду натрію, витраченого на титрування см³;

c - молярна концентрація гідроксиду натрію, моль/дм³;

m - маса наважки, г;

V1(2,5) - об'єм до якого доведена наважка, см³;

M - молярна маса з г/моль, яка дорівнює для: яблучної кислоти M = 64,0; лимонної кислоти моногідрату M = 70,0;

За кінцевий результат випробування приймали середнє арифметичне двох паралельних вимірювань, допустима розбіжність між якими не перевищувала 5%» [37].

Для вимірювання величини рН використовували рН-метр марки рН-150МИ. Цей метод полягає в потенціометричному вимірюванні. Вимірювання проводили безпосередньо у продукті, оскільки в нас однорідний продукт.

Температура дослідних проб становила (20 ± 2) °С. З підготовленої проби переносили у посудину продукт у кількості, достатній для повного занурення електродів. Величину рН фіксували тоді, коли показники приймали постійне значення. Результати обраховували до першого десяткового значення. За кінцевий результат брали середнє арифметичне двох паралельних вимірювань.

2.2.2. Рефрактометричний метод визначення вмісту розчинних сухих речовин

Визначення вмісту розчинних сухих речовин проводили за допомогою рефрактометра: «отримані значення виражали в одиницях масової частки сахарози у водному розчині сахарози, що має в заданих умовах такий же показник заломлення, як і розчин, що аналізується, у відсотках ($^{\circ}$ Brix). Показник заломлення досліджуваного продукту залежить від присутності в ньому, крім цукрів, інших розчинних речовин - органічних кислот, мінеральних речовин, амінокислот та ін. Перед проведенням вимірів пробу продукту ретельно перемішували. У концентратах соків вимірювання проводили безпосередньо, без розбавлення.

Воду для лабораторного аналізу, яка використовувалась під час калібрування рефрактометра, дегазували кип'ятінням безпосередньо перед використанням. Перед кожною серією вимірювань рефрактометр калібрували з використанням стандартних розчинів відповідно до інструкції. Перед проведенням калібрування, так само як і перед проведенням інших вимірів, поверхню скляних призм рефрактометра очищали водою, залишки вологи видаляли фільтрувальним папером. Масову частку розчинних сухих речовин в соках визначали при температурі навколишнього середовища $(20 \pm 0,5)^{\circ}$ С. Рефрактометр не споряджений засобом регулювання температури, отже, вимірювання допускалось проводити при температурі від 15° С до 25° С.

Вимірювання проводили за температури $20 \pm 1^\circ\text{C}$ використовуючи шкалу, проградуєвану в одиницях показника заломлення. Під час випробування температура була постійною у межах $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Температуру випробувального розчину доводили до значення, яке відрізняється від температури призми рефрактометра не більше ніж $+2^\circ\text{C}$. Перед проведенням кожного випробування площину призми очищали дистильованою водою, або спиртом, протирали марлею або ватою та висушували. Від двох до трьох крапель випробуваного розчину поміщали на робочу нерухому призму рефрактометра та одразу накривали рухомою призмою. Для зчитування показу приладу добре освітлювали поле зору за допомогою регульовального гвинта та переводили лінію, що розділяє в окулярі темне та світле поле, точно на перехресті віконця окуляра. Проводили два паралельні випробування.

Результати вимірювань наводили за температури 20°C . Вміст розчинних сухих речовин виражали у відсотках ($^\circ\text{Brix}$). Значення показника зчитували безпосередньо зі шкали приладу. Границі допустимої абсолютної похибки вмісту сухих речовин не перевищувати $\pm 0,5\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$. Допустима розбіжність між результатами двох паралельних вимірювань, виконаних в лабораторії, не перевищувала $- 0,5\%$ » [36]

2.2.3 Метод кількісного визначення оксиметилфурфуролу

Даний метод заснований на визначенні інтенсивності забарвлення оксиметилфурфуролу з п-толуїдином і барбітуровою кислотою в водяній витяжці з проби продукту

Для приготування реактиву №1 розводили 10,0 г п-толуїдину у 60 см^3 ізопропілового спирту при нагріванні на водяній бані за температури $45-50^\circ\text{C}$, додавали 10 см^3 оцтової кислоти, кількісно переносили в мірну колбу місткістю 100 см^3 , охолоджували до 20°C і доводили до мітки ізопропіловим спиртом.

При приготуванні реактиву №2 розводили 0,50 г барбітурової кислоти у $60-70\text{ см}^3$ дистильованої води при нагріванні на водяній бані за температури

45-50°C, кількісно переносили в мірну колбу 100 см³, охолоджували до 20°C і доводили до мітки дистильованою водою.

У дві склянки місткістю 50 см³ вносили піпеткою 3 см³ дослідної проби і 7,5 см³ реактиву 1, перемішували. В одну з склянок додавали 1,5 см³ дистильованої води, перемішували, переносили в кювету ФЕКу (контрольний розчин). В другу склянку додавали 1,5 см³ реактиву 2, перемішували і переносили в кювету. Спостерігали зміни оптичної густини протягом 3-4 хв. При довжині хвилі (540±10) нм. проти контролю, відмічали максимальне значення оптичної густини.

Для обробки результатів, визначення масової частки ОМФ (X), мг/кг використовували дану формулу:

$$x = \frac{4,41 \times D}{0,400}$$

Де – D, це максимальне значення оптичної густини при вимірюванні на ФЕКу;

4,41- концентрація ОМФ в випробувальному розчині, знайдена по градуйованому графіку, мг/л

0,400 – оптична густина, що відповідає вказаній концентрації ОМФ

За кінцевий результат випробування приймали середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень, допустиме відносне розходження між якими не перевищувало 5% (P= 0,95) [39]

Розділ III. Результати досліджень та їх обговорення

Технологія одержання плодово-ягідних та овочевих соків схожа, проте через відмінності окремих видів і сортів овочів та фруктів методи приготування сокової продукції з різних видів сировини мають характерні особливості. Зокрема, різняться технологічні операції обробки продукту, що безпосередньо впливає на безпеку та якість продукції,

Вже на стадіях подрібнення сировини та вичавлення з неї соку розпочинається процес окиснення сполук, наприклад, аскорбінової кислоти та фенольних сполук, ароматичних речовин тощо, який триває до кінця технологічного процесу, включаючи пастеризацію та розлив готового соку у тару.

При нагріванні та пастеризації здійснюється гідроліз полімерних сполук, коагуляція білків, карамелізація цукрів, а також реакція меланоїдиноутворення. Суть цієї реакції (реакція Майяра) зводиться до взаємодії редукуючих цукрів з амінокислотами за дії високої температури, під час якої утворюються забарвлені сполуки (меланоїдин) та ароматичні сполуки.

В ході реакції Майяра в соці, який піддається обробці, може утворюватися токсична сполука – 5-гідроксиметилфурфурол (проміжний продукт реакції), а також інші сполуки - фурфурол та меланоїдинові сполуки.

Нами було проведено дослідження вмісту оксиметилфурфуролу (ОМФ) в різних видах соків та оцінено вплив на даний показник різних факторів, що визначаються особливостями технологічного процесу конкретного виду соку, зокрема температури, за якої здійснюється термічна обробка, вмісту сухих речовин, величини титрованої кислотності та рН, цукру, тривалості зберігання.

На першому етапі досліджень було визначено вміст ОМФ в соках, які були виготовлені за різними технологіями і належать до різних видів. На підприємстві виготовляють соки різних видів – натуральні (в тому числі прямого віджиму), відновлені та купажовані.

У таблиці 3.1. представлені результати досліджень вмісту ОМФ у 100% соках – березовому та виноградному (прямого віджиму), а також гранатовому неосвітленому відновленому.

Табл. 3.1

Вміст оксиметилфурфуролу у соках різних видів

Назва соку	Вміст оксиметилфурфуролу, мг/л
Сік березовий (без цукру)	0,27±0,018
Сік виноградний (прямого віджиму)	9,26±1,02
Сік гранатовий (неосвітлений відновлений)	2,72±0,19

Отримані результати показують, що вміст ОМФ в досліджуваних соках знаходиться в межах норми (до 20 мг/л). Найбільше значення притаманне виноградному соку через високий вміст цукрів.

Купажування соків не призводить до істотних відхилень значень досліджуваного показника (рис. 3.1.)

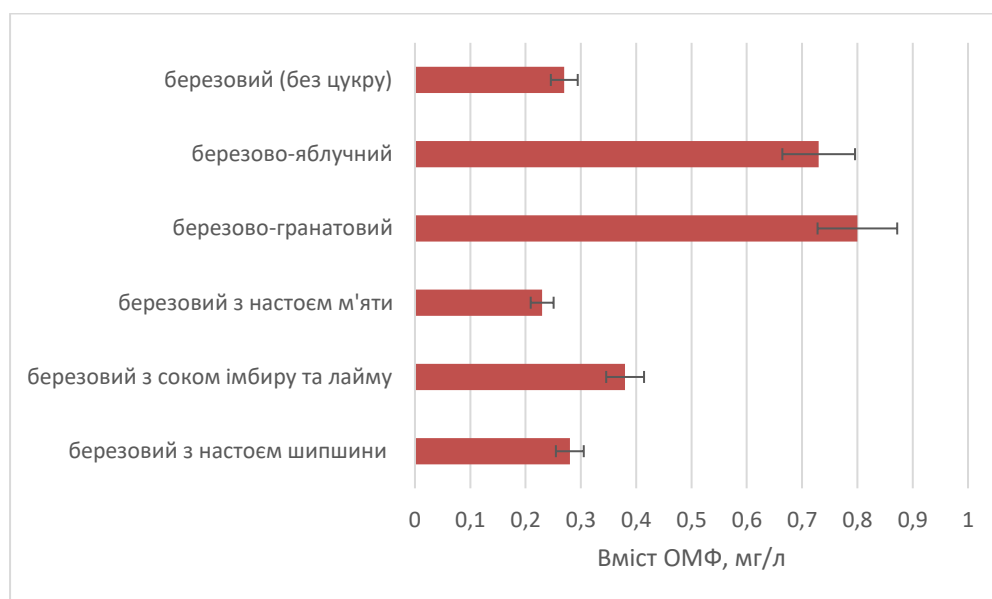


Рис. 3.1. Вміст ОМФ у купажованих соках на основі березового соку

Різниця спостерігається лише для березово-яблучного та березово-гранатового, що зумовлено специфікою вуглеводного складу сировини.

Отримані результати вмісту оксиметилфурфуролу корелюють із показником масової частки сухих речовин. Як відомо, фруктова сировина в своєму складі містить воду (70-95%) та сухі речовини (5-30%), що представлені переважно вуглеводами, білками, ліпідами, мінеральними речовинами тощо. Вуглеводи у плодах становлять 70-80% сухих речовин, серед яких переважають моносахариди (глюкоза, фруктоза, манноза, ксилоза, рамноза, арабіноза), дисахариди (сахароза), полісахариди (інулін, клітковина, геміцелюлоза).

Результати досліджень показують, що вміст сухих речовин в досліджуваних зразках соку є найвищим в тих, де спостерігався вищий порівняно з іншими вміст оксиметилфурфуролу.

Табл. 3.2

Вміст розчинних сухих речовин у соках різних видів

Назва соку	Вміст розчинних сухих речовин, (°Brix)
Сік березовий без цукру	1,0 ± 0,20
Сік березовий з цукром	5,0 ± 0,45
Сік гранатовий неосвітлений відновлений	14,1 ± 1,32
Сік виноградний прямого віджиму	15,1 ± 1,20
Сік березово-яблучний дієтичний	3,3 ± 0,30
Сік березово-гранатовий дієтичний	2,2 ± 0,15
Сік березовий з настоем шипшини	1,3 ± 0,11
Сік березовий з настоем шипшини з цукром	6,2 ± 0,55
Сік березовий з настоем м'яти дієтичний	1,0 ± 0,16
Сік березовий з соком імбиру та лайму	4,0 ± 0,41

Вміст сухих речовин для кожного з видів соків були в нормі згідно НД. З таблиці 3.2. видно, що для деяких видів, таких як: сік гранатовий, виноградний, березовий з цукром, березовий з настоєм шипшини з цукром притаманний високий вміст сухих речовин. Саме для цих видів соків ми реєстрували порівняно високий вміст ОМФ.

ОМФ, як відомо, утворюється при частковому розщепленні вуглеводів в кислому середовищі, тому ми провели вимірювання титрованої та активної кислотності досліджуваних зразків.

Кислотність – це досить вагомий показник якості плодоовочевої і ягідної продукції, в тому числі і соків. У соковій продукції кислотність не тільки визначає смакові якості, а й є показником її свіжості та доброякісності.

Активна кислотність (рН) має важливе технологічне значення, оскільки за нею визначають рівень температури стерилізації кислотних або слабкокислотних продуктів. Титрована кислотність – це показник, який визначається кількістю вільних органічних кислот (оцтової, молочної, яблучної, лимонної, щавлевої, винної, тощо) і їх кислих солей, що знаходяться у досліджуваному продукті.

Всі досліджені соки мали низький рівень рН, та відповідно до особливостей виду, титровану кислотність (табл. 3.3.).

Табл. 3.3.

Величини титрованої та активної кислотності досліджуваних соків

Назва соку	Вміст титрованої кислоти, (°Т)	Активна кислотність, (рН)
Сік березовий без цукру	0,12 ±0,02	3,22 ±0,22
Сік березовий з цукром	0,12 ±0,017	3,24 ± 0,20
Сік гранатовий неосвітлений відновлений	1,45 ±0,15	2,94 ± 0,35
Сік виноградний прямого віджиму 1л	0,8 ±0,1	3,23 ± 0,29
Сік березо-яблучний дієтичний 0,3л	0,2 ± 0,017	3,42 ± 0,30

Сік березо-гранатовий дієтичний 0,3л	0,3 ± 0,021	2,84 ± 0,30
Сік березовий з настоєм з шипшини дієт 0,3л	0,13 ± 0,016	3,57 ± 0,24
Сік березовий з настоєм з шипшини з цукром 0,3л	0,13 ± 0,20	3,52 ± 0,41
Сік березовий з настоєм м'яти дієтичний 0,3л	0,12 ± 0,02	3,38 ± 0,29
Сік березовий з соком імбиру та лайму 0,3л	0,14 ± 0,02	3,31 ± 0,20

Сік гранатовий, виноградний, березо-яблучний, березо-гранатовий мають підвищений вміст титрованої кислоти, також дані соки містять найбільшу кількість ОМФ. Отже, можна зробити висновок, що кислотність соків впливає на утворення ОМФ.

Ще одним фактором, що впливає на кількість утвореного ОМФ, є додавання цукру. Нами був проведений аналіз вмісту ОМФ для соків, які виготовлені за однаковою технологією, проте відрізняються додаванням цукру.

Результати дослідження вмісту ОМФ у натуральних та підсолоджених зразках соку представлені на рис. 3.2.

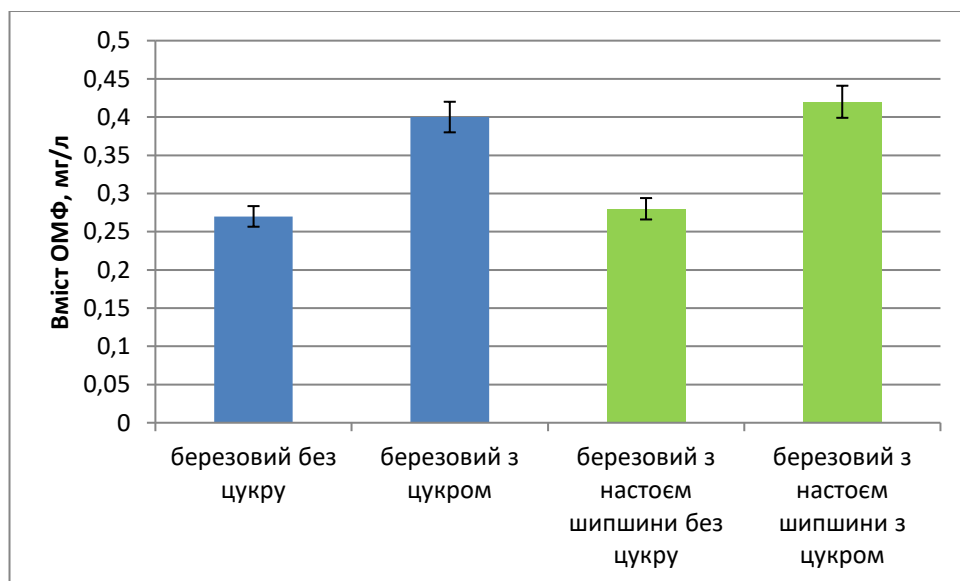


Рис. 3.2. Вміст ОМФ в соках без цукру та підсолоджених

Відомо, що оксиметилфурфурол є практично відсутній у свіжих продуктах та природним чином утворюється в харчових продуктах, що містять цукор, під час зберігання, особливо під час термічної обробки [17]. Результати наших досліджень показали, що вміст ОМФ у підсолоджених сокових виробих на основі березового соку у в 1,5 рази перевищує значення, встановлені для виробів без додавання цукру.

Для забезпечення тривалого зберігання соків використовують температурну обробку, залежно від особливостей проводять пастеризацію або стерилізацію. Під час обробки відбувається пришвидшене розкладання вуглеводів та утворення ОМФ. Нами було проведено дослідження утворення ОМФ за дії різних температурних обробок

На рис. 3.3. показана залежність вмісту ОМФ від температури пастеризації гранатового неосвітленого соку.

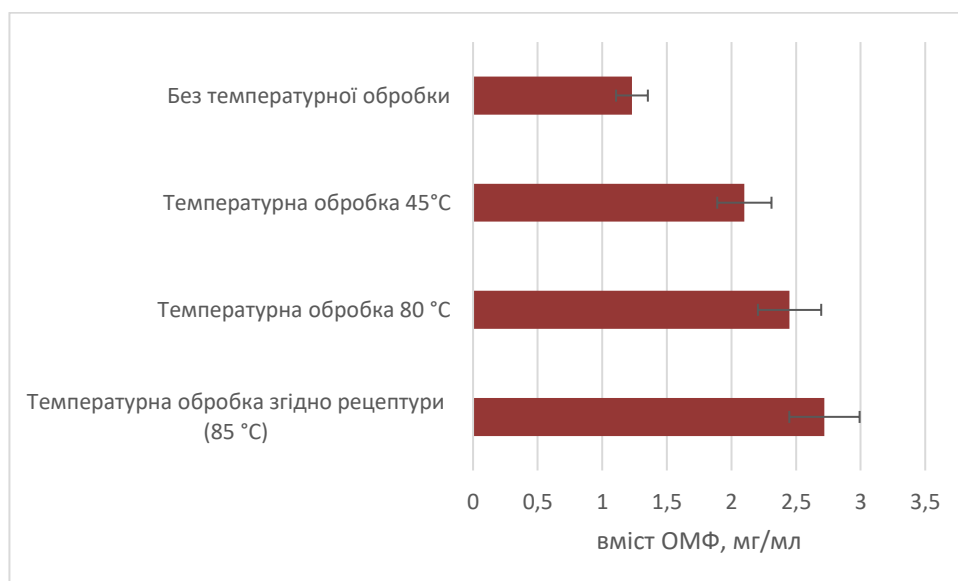


Рис. 3.3. Вміст ОМФ за різних температур теплової обробки гранатового неосвітленого відновленого соку

Вміст ОМФ починає збільшуватись вже при температурі 45 °С, перевищуючи значення контролю (без температурної обробки) в 1,7 рази. Нагрівання до 80-85 °С призводить до зростання даного показника у 2-2,5 рази.

Аналогічна тенденція спостерігається для виноградного соку прямого віджиму, температурна обробка якого згідно рецептури сягає 95 °С (рис. 3.4.)

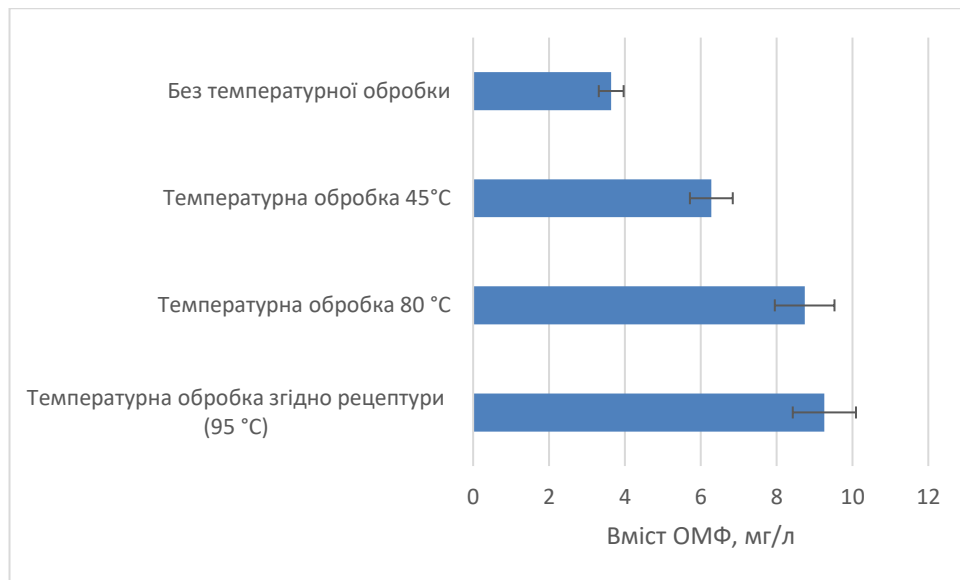


Рис. 3.4. Вміст ОМФ за різних температур теплової обробки виноградного соку прямого віджиму

Слід зазначити, що достовірної різниці між значеннями вмісту ОМФ при 80 та 95 °C не спостерігається.

Чітка залежність між температурним чинником та вмістом ОМФ прослідковується також і для купажованих соків (рис. 3.5.)

Купажовані соки на основі березового підлягають стерилізації при 100 °C. Для всіх досліджуваних зразків ми спостерігали зростання кількості оксиметилфурфуролу при збільшенні температури.

Достовірна різниця в усіх варіантах реєструвалась для зразків при порівнянні груп без теплової обробки та із застосуванням досліджуваних температур.

Проте, підвищення температури від 80°C до 100°C для більшості зразків не призводила до статистичних відмінностей у накопиченні оксиметилфурфуролу. Лише для зразків березово-яблучного, березово-гранатового та березового підсолоджененого соків було зареєстроване достовірне зростання вмісту ОМФ при нагріванні від 80 до 100 °C в 1,2-1,3 рази.

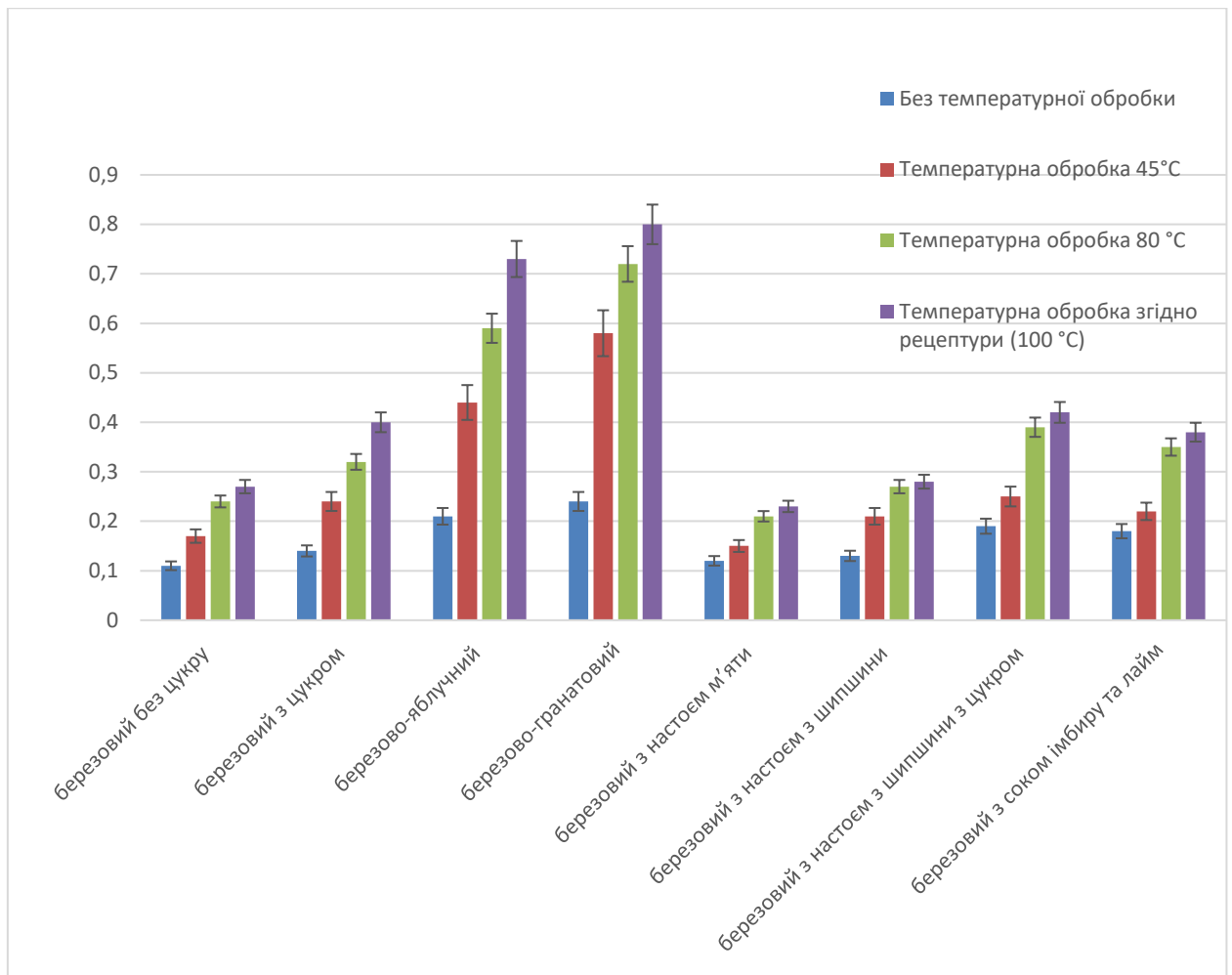


Рис. 3.4. Вміст ОМФ за різних температур теплової обробки купажованих соків

Відомо, що при тривалому зберіганні соків спостерігається збільшення вмісту ОМФ та потемніння соків внаслідок цього. Нами було проаналізовано кількість ОМФ у свіжоприготовленому соці та такому, термін зберігання якого 1 рік.

Встановлено, що збільшення вмісту ОМФ спостерігається лише для березово-гранатового, березово-яблучного та березового підсолодженого соків (рис. 3.5.) Для усіх решта зразків сокової продукції зростання вмісту окисметилфурфуролу не спостерігалось.

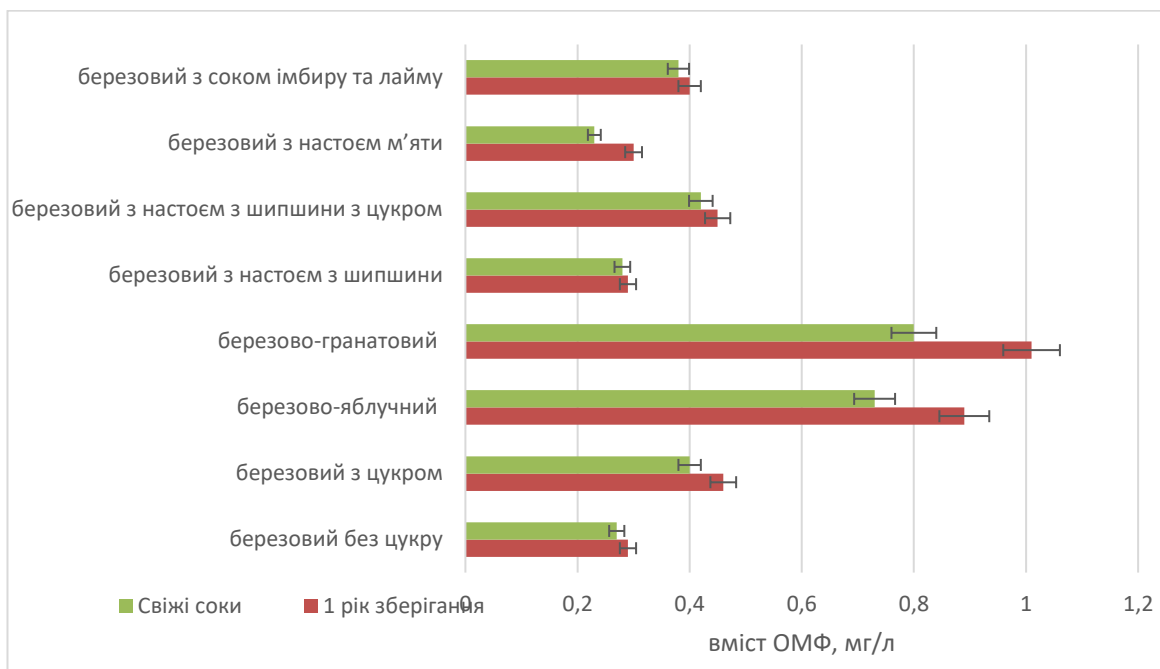


Рис. 3. 5. Вміст ОМФ купажованих соків залежно від тривалості їх зберігання

Отже, встановлено, що у всіх досліджуваних зразках сокової продукції за різних технологічних умов вміст окисметилфурфуролу залишається в межах нормативних значень. Встановлено зростання вмісту ОМФ із збільшенням кількості розчинних сухих речовин, титрованої кислотності та додаванням цукру. Для березово-яблучного, березово-гранатового та березового підсолодженого соків було зареєстроване достовірне зростання вмісту ОМФ при нагріванні від 80 до 100 °С в 1,2-1,3 рази. Для цих же зразків реєстрували зростання вмісту ОМФ через 1 рік зберігання.

Висновки

1. У всіх досліджуваних зразках сокової продукції за різних технологічних умов вміст оксиметилфурфуролу залишався в межах нормативних значень. Найбільші значення притаманні виноградному соку прямого віджиму та гранатовому відновленому .
2. Вміст ОМФ у підсолоджених сокових виробках на основі березового соку у в 1,5 рази перевищує значення, встановлені для виробів без додавання цукру. Зростання рівня оксиметилфурфуролу зареєстровані для зразків соків, які відрізняються порівняно вищими значеннями вмісту розчинних сухих речовин та величин титрованої кислотності.
3. Нагрівання досліджуваних зразків соків до 80°C призводить до поступового зростання величини ОМФ у порівнянні з контрольними значеннями (без температурної обробки) у 1,75 - 3 рази.
4. Підвищення температури від 80°C до 100°C для більшості зразків не призводила до статистичних відмінностей у накопиченні оксиметилфурфуролу. Лише для зразків березово-яблучного, березово-гранатового та березового підсолоджененого соків було зареєстроване достовірне зростання вмісту ОМФ при нагріванні від 80 до 100 °C в 1,2-1,3 рази. Для цих же зразків реєстрували зростання вмісту ОМФ через 1 рік зберігання.

Список використаної літератури

1. Бліщ Р. О. ОЦІНКА ЯКОСТІ ЯБЛУЧНИХ СОКІВ ПОЛЬСЬКИХ МАРОК / Р. О. Бліщ, Б. О. Дзіняк, К. С. . Кіріченко. // Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра технології органічних продуктів. – 2022. – С. 112–114.
2. Гіджеліцький В. М. Удосконалення технології концентрованого яблучного соку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.13 "- технологія консервованих продуктів" / Гіджеліцький В. М. – Одеса, 2005. – 20 с.
3. Головка, О. М. Удосконалення технології плодово-ягідних соків і напоїв : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.07 "Технологія продуктів бродіння" / Головка Ольга Миколаївна ; Нац. ун-т харч. технологій. - К., 2005. - 18 с.
4. Домарецький, В. А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини : Підручник / В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський, М. Г. Михайлов. – Вінниця : Нова книга, 2005. – 408 с.
5. Крисанов Д. Ф. Детермінанти якості й безпечності харчової продукції та мінімізація впливу факторів ризику / Д. Ф. Крисанов // Продуктивні сили і регіональна економіка. — 2008. — Ч. 1. — С. 249—251.
6. Лебединець В. Т. Купажовані соки з підвищеною біологічною цінністю / В. Т. Лебединець, Л. І. Гірняк, І. В. Донцова. // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2008. – С. 55–57.
7. Погребняк О. О. Методи обробки продуктів на сучасному харчовому виробництві / О. О. Погребняк. // Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ; ВГО «Асоціація превентивної та антиейджинг медицини»,. – 2015. – С. 22–24
8. Салєба Л. В. Технологія легкої і харчової промисловості / Л. В. Салєба, Д. Г. Сарібекова, І. О. Жебраківська. // ВІСНИК ХНТУ. – 2020. – С. 54–55
9. Agcam, E (Agcam, Erdal) A Kinetic Approach to Explain Hydroxymethylfurfural and Furfural Formations Induced by Maillard, Caramelization, and Ascorbic Acid

Degradation Reactions in Fruit Juice-Based Mediums Food analytical methods
Volume15 Issue: 5 May 2022 pp.1286-1299

10. A Teixeira. Thermal processing of canned foods. In: DR Heldman and DB Lund, eds. Handbook of Food Engineering. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007, pp. 745–748.
11. Birhang Basumatary, Mahendra Nayak, Prakash Kumar Nayak, Radha krishnan Kesavan. Assessment of quality changes of tangor fruit juice after pasteurization and thermosonication treatments. Food Process Engineering 18 October 2022, pp. 18-19
12. Catherine M.G.C. Renard, Jean Francois Maingonnat. Thermal Processing of Fruits and Fruit Juices. Thermal Food Processing: New technologies and qualities issues, Contemporary Food Engineering. 2012, pp. 418-426
13. DSTU 4283.1:2007. Konservy. Soki ta sokovi produkti. Terminy ta viznachennya ponyat. Kiyiv. Derzhspozhivstandart Ukrayini, 2007, pp.5-7 .
14. Eliseeva L.G., Grishina E.V., Gorozhanin P.P. Vliyanie tehnologii proizvodstva sokov na ih himicheskij sostav. Evrazijskoe nauchnoe obedinenie. 2016. Vol.1 (4). pp. 17-18.
15. Erdal Ağçam , Asiye Akyıldız, Burcu Dünder. Chapter 17 - Thermal Pasteurization and Microbial Inactivation of Fruit Juices. Fruit Juices Extraction, Composition, Quality and Analysis 2018, pp. 309-339
16. Fallico B, Arena E, Zappala M (2008) Degradation of 5-hydroxymethylfurfural in honey. J Food Sci 73:pp. 625–631
17. Fallico B, Zappala M, Arena E, Verzera A (2004) Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. Food Chem pp.305–313
18. Jiménez-Sánchez C, Lozano-Sánchez J, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. Review: alternatives to conventional thermal treatments in fruit-juice processing. part 1: techniques and applications. critical reviews in food science and nutrition. Crit Rev Food Sci Nutr, 2017, pp.23.
19. Juliana Mandha, Habtu Shumoy, Athanasia O. Matemu, Katleen Raes. Characterization of fruit juices and effect of pasteurization and storage conditions

on their microbial, physicochemical, and nutritional quality. *Food Bioscience* Volume 51, February 2023, pp.35-38

20. Khazratkulov, J. and Tashmurotov, A. 2023. Studying methods of improving the process of apple juice production. *International Bulletin of Engineering and Technology*. 3, 4 (Apr. 2023), pp.38-42.

21. Melánia Feszterová, Margaréta Mišiaková and Małgorzata Kowalska. Bioactive Vitamin C Content from Natural Selected Fruit Juices. *Appl. Sci.* 2023, 13, 3624. pp.1-2 <https://doi.org/10.3390/app13063624>

22. M Siddiq. Apricots. In: HY Hui, ed. *Handbook of Fruits and Fruits Processing*. Ames, IA: Blackwell Publishing, 2006, pp. 279–291

23. Patra Sourri, Chrysoula C. Tassou, George-John E. Nychas and Efstathios Z. Panagou. Fruit Juice Spoilage by *Alicyclobacillus*: Detection and Control Methods—A Comprehensive Review *Foods* 2022, 11(5), 3 March 2022. pp.12-13. <https://doi.org/10.3390/foods11050747>

24. Prof. Dr. Cristina L. M. Silva, Prof. Dr. Fátima A. Miller, Prof. Dr. Teresa Maria Ribeiro da Silva Brandão. Special Issue "New Approaches for Improving the Quality of Processed Fruits and Vegetables and Its By-Products". A special issue of *Foods* (ISSN 2304-8158). 25 March 2022 pp.10-11

25. *Quality Control in the Beverage Industry Volume 17: the Science of Beverages* 2019, pp.5-7

26. Rogova N.V. Relational parameters of the process of fermentation of natural juices. Collection "Scientific Bulletin of poltava University of Economics and Trade" series "Technical Sciences". 2020. No. 1(96). pp.30-38.

27. Rosatella AA, Simeonov SP, Frade RF, Afonso CA (2011) 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) as a building block platform: biological properties, synthesis and synthetic applications. *Green Chem* 13:pp. 754–793

28. Shapla, U.M., Solayman, M., Alam, N. et al. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal* 12, 35 2018, pp 38-39

29. Stella Plazzotta, Lara Manzocco. 13 - High-Pressure Carbon Dioxide Treatment of Fresh Fruit Juices Available Volume 14 The Science of Beverages 28 June 2019. pp.17-19
30. Tingting Ma, Jiaqi Wang, Tian Lan, Shihan Bao, Qinyu Zhao, Xiangyu Sun, Xuebo Liu. How to comprehensively improve juice quality: a review of the impacts of sterilization technology on the overall quality of fruit and vegetable juices in 2010–2021, an updated overview and current issues. *Critical reviews in Food Science Nutrition*. Sep 15 2022 , pp.75–81.
31. Tudela, J.A. “Chlorination Management in Commercial Fresh Produce Processing Lines.” *Food Control* 106. 2019, pp.23-28
32. Turki Alsaleem, Taghreed Alsaleem a, Reham Al-Dhelaan a, Ghaida Allaheeb a Mohammed Alkhidhr b, Abdulaziz Bintalhah b and Abdullah Alowaifeer Evaluation of Ethanol Formation in Fruit Juices During Refrigerated Storage Time and Its Halal Status *International Journal of Halal Research* ISSN 2721-7868 Vol. 4, No. 1, June 2022, pp. 19-28
33. Ume Roobab. Muhammad Asim Shabbir, Abdul Waheed Khan, Rai Naveed Arshad, Alaa El-Din Bekhit, Xin-An Zeng, Muhammad Inam-Ur-Raheem, Rana Muhammad Aadil. High-pressure treatments for better quality clean-label juices and beverages: Overview and advances *Vol. 149, September 2021, pp. 21-24*
34. Yuan Ma, Yingping Xu, Yuanyuan Chen, Ailian Meng, Ping Liu, Kunyue Ye and Anqi Yuan. Effect of Different Sterilization Methods on the Microbial and Physicochemical Changes in *Prunus mume* Juice during Storage. *Molecules* 10 February 2022, 27(4), pp.1195-1197
35. Yu. V. Olefir, E. I. Sakanyan, N. S. Tereshina, M. N. Lyakina, L. I. Shishova. Plant Juices and Related Medicinal Preparations: Issues of Standardization and Quality Control *Pharmaceutical Chemistry Journal* volume 52, 16 July 2018, pp. 339–342
36. ДСТУ ISO 2173:2007 Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом (ISO 2173:2003, IDT) С. 3-8

37. ДСТУ EN 12147:2003. Соки фруктові та овочеві. Метод визначення титрованої кислотності С. 3-8
38. ДСТУ EN 1132:2005 Соки фруктові та овочеві. Визначення рН (EN 1132:1994, IDT) С. 4 - 8
39. N. Hudz. O. Grygorieva. G.Georgievsky. Schubertova Z. Schimkova J. Approaches to determination 5- hydroxymethylfurfural in medicinal and food products. PHARMACOM. September 2016, pp. 41-43

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Дозволяється працювати лише на заземлених об'єктах.

Приміщення хімічних лабораторій обладнуються вентиляцією, а місця можливого накопичення шкідливих хімічних речовин – відсмоктувачами.

Підлоги лабораторій повинні мати рівну, неслизьку, зручну для очищення поверхню, бути стійкими до дії механічних навантажень, вологи і агресивних середовищ.

Кожен працівник у лабораторії повинен мати закріплене за ним робоче місце.

Перед початком роботи слід одягти спецодяг (халат).

У спецодязі забороняється знаходитись за межами лабораторії.

При можливості скляний посуд і скляні частини заміняють пластиковими.

Нагріваючи рідину в пробірці або інших посудинах, їх тримають спеціальними утримувачами так, щоб отвір був спрямований від себе і працюючих поруч.

При перенесенні посудин із гарячою рідиною користуються рушником, посудину при цьому тримають обома руками: однією за дно, а другою за горловину.

При переливанні рідин (крім тих, що містять біологічний матеріал) користуються лійкою.

При розведенні речовин, що супроводжуються виділенням тепла, користуються термостійким хімічним посудом.

При роботі з кислотами та лугами виконують такі заходи безпеки:

- усю роботу з концентрованими кислотами та лугами проводять у витяжній шафі, користуючись при цьому окулярами, гумовими рукавичками та фартухом;

- концентровану кислоту відбирають із посудини тільки за

допомогою спеціальної піпетки з грушею або сифоном;

- при приготуванні розчинів кислот спочатку в посудину наливають необхідну кількість води, а потім додають кислоту. Забороняється додавати воду в кислоту;

- при приготуванні розчинів лугів наважку лугу опускають у велику широкогорлу посудину, заливають необхідною кількістю води і старанно перемішують. Шматки лугу варто брати тільки щипцями;

- концентровані кислоти і луги виливають у раковину після попередньої їх нейтралізації.

При роботі з легкозаймистими речовинами (ефір, бензин, бензол, ацетон, спирт та ін.) дотримуються такої вимоги:

- усі роботи проводяться у витяжній шафі при ввімкненій вентиляції, вимкнутих газових пальниках і нагрівальних електроприладах.

Категорично забороняється:

- доручати проведення робіт із вогнебезпечними речовинами недосвідченому співробітнику;

- під час роботи в приміщенні запалювати сірники, палити, включати прилади, при роботі яких може виникнути іскра.

Після закінчення роботи із шкідливими речовинами необхідно:

- привести в порядок робоче місце;
- залишки шкідливих речовин здати на зберігання;
- старанно вимити руки з милом.

Забороняється використовувати речовини без етикеток та із закінченим терміном зберігання;

Після закінчення роботи необхідно вимити та висушити посуд, прибрати робоче місце, провітрити приміщення, відключити всі нагрівальні та освітлювальні прилади, закрутити водопровідні та газові крани.

Категорично забороняється працювати в лабораторії одному.

Виходячи з лабораторії, обов'язково перевірити, чи вимкнені газ, вода, електроенергія.

Надання першої допомоги

При виникненні пожежі в лабораторії необхідно негайно вимкнути газ та нагрівальні прилади, прибрати легкозаймисті рідини, вогонь засипати піском. Великий вогонь гасять за допомогою вогнегасника. Не можна задувати палаючу рідину або заливати її водою. Якщо на людині палає одяг, її треба швидко закутати в ковдру, халат або покласти на підлогу і, перекочуючи, збивати полум'я.

У всіх лабораторіях у доступному постійному місці має бути аптечка з набором необхідних матеріалів і медикаментів.

При теплових опіках роблять примочку з розчином 2 %-го KMnO_4 , а потім наносять мазь від опіків.

При хімічних опіках шкіри необхідно насамперед видалити речовину, що викликала опік, відповідним розчинником, а потім уражену ділянку обробити етиловим спиртом і змастити маззю від опіків.

При опіках кислотами ушкоджене місце обмивають водою з крану, а потім 3 %-вим розчином натрій гідрогенкарбонату (питної соди); при опіках їдкими лугами – водою, а потім 2 %-вим розчином оцтової або борної кислоти і знову водою.

При опіках очей кислотою необхідно промити їх великою кількістю води, потім обробити тампоном, змоченим у розчині питної соди, і знову змити водою; при опіках очей лугом – промити їх великою кількістю води, потім обробити тампоном, змоченим у 2 %-му розчині борної кислоти, і знову промити водою. Після цього необхідно звернутись до лікаря.

При порізах склом у першу чергу необхідно пінцетом, попередньо промитим спиртом, видалити з рани видимі шматочки скла, рану промити дистильованою водою або протерти тампоном, змоченим в етиловому спирті, а далі змастити 5 %-вим розчином йоду та забинтувати. Невеликі порізи можна заклеїти антисептичним пластиром.

При ураженні електрострумом насамперед необхідно відключити електроенергію, а потім, якщо необхідно, зробити штучне дихання та викликати швидку допомогу.

При інгаляційних ураженнях потрібно негайно вийти на свіже повітря.