

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 102 «Хімія»
за освітньою програмою «Прикладна хімія»

Тема роботи: “Фізико-хімічні показники якості харчової солі”

Виконала:
Студентка Ольховська Катерина
Олексіївна

Підпис _____

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Керівник:
канд. хім. наук, доцент
Пономарьова Людмила Миколаївна

Підпис _____
дата, підпис

Секретар ЕК

прізвище, підпис

Суми 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	7
1.1. Загальна характеристика харчової солі	7
1.2. Види столової солі	8
1.2.1. За способом видобутку	8
1.2.2. За крупністю кристалів	9
1.2.3. За якістю	9
1.2.4. За видом добавок	9
1.3. Способи одержання кухонної солі	10
1.3.1. Отримання садочної солі	10
1.3.2. Отримання вивареної солі	12
1.3.3. Отримання самосадної солі	12
1.3.4. Методи виморожування і висалювання	13
1.3.5. Лабораторні варіанти отримання хлориду натрію	13
1.4. Фізичні властивості кухонної солі	14
1.5. Хімічні властивості хлориду натрію	15
1.6. Загальна характеристика йодованої солі	15
1.7. Способи одержання йодованої солі	16
1.8. Умови зберігання йодованої солі	17
1.9. Проблема йододефіциту	17
1.10. Загальна характеристика морської солі	19
1.10.1. Добування морської солі	20
1.11. Відмінності між морською і йодованою солями	21
1.12. Норми вживання солі	22
1.13. Вимоги до якості кухонної солі	22
1.14. Оцінка якості кухонної солі	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29

2.1. Реактиви та обладнання	29
2.2. Об'єкт дослідження	29
2.3. Методи дослідження	30
2.3.1. Приготування розсолу	30
2.3.2. Визначення загальної лужності	31
2.3.3. Визначення рН	32
2.3.4. Визначення масової частки вологи	32
2.3.5. Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин	33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
3.1. Техніка безпеки при роботі в хімічній лабораторії	36
3.2. Результати досліджень	40
3.2.1. Визначення загальної лужності	40
3.2.2. Визначення рН	40
3.2.3. Визначення масової частки вологи	41
3.2.4. Визначення промивних вод на вміст іон хлору розчином азотокислого срібла	41
3.2.5. Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин	42
ВИСНОВК	43
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Актуальність теми. Сіль – це одна з хімічних сполук, яка є у досить чистому вигляді в кожному будинку, в кожній родині. Також це продукт, який незалежно від віку, місця проживання, стану у раціоні людини вживається практично кожним і скрізь. З'єднання натрію і хлору – незмінний атрибут нашого життя. Протягом всього року людина споживає сіль приблизно в однаковій кількості.

Сіль – це не тільки сполука, яка додає стравам смаку, а й приносить користь нашому організму. Середньостатистична людина має вживати приблизно 6 грамів або одну чайну ложку солі на добу. ВООЗ стверджує, що українці та загалом європейці споживають вдвічі більше від норми цієї приправи. Натрій, який міститься в солі, бере участь в регуляції водно-сольового обміну, забезпечує виділення шлункового соку. Натрій в організм, надходить з їжею, а не виробляється самостійно, тому важливо, щоб в раціоні були продукти багаті на цей елемент. Він також потрібен для роботи нервової та імунної систем, формування кісток. Навіть незначне коливання вмісту солі в плазмі крові сприяє порушенню процесів обміну речовин. Дефіцит солі призводить порушення регуляції організму. Надлишкове вживання солі може створити проблеми навіть для здорової людини. Є категорії людей, яким лікарі рекомендують зменшити кількість солі в раціоні. Зменшити кількість вживання солі рекомендують людям із серцевою недостатністю, хворобами нирок, ожирінням, захворюваннями шкіри, ревматизмом, виразкою шлунку.

Найбільш поширеною кухонною сіллю є поварена. Її очищують промисловим способом, тому кінцевий продукт містить мінімальну кількість корисних речовин. Екстра сіль складається із чистого хлориду натрію. Морська - містить найбільшу кількість корисних мікроелементів, які необхідні для людини. Сіль збагачена йодатом калію – йодована. Її рекомендують вживати людям із проблемами щитоподібної залози, адже більшу частину йоду людина отримує з продуктами харчування, незначну кількість з повітрям і водою. Також

є дієтична сіль, яка містить зменшену кількість хлориду натрію. Вона корисна людям, які страждають хворобами нирок, серцево-судинною системою, ожирінням.

Сіль кухонна харчова повинна відповідати вимогам діючого стандарту ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна». Основними показниками контролю якості харчової солі є фізико – хімічні показники, а саме: вміст нерозчинного у воді залишку, хлору, кальцію, магнію, калію, вміст вологи, рН сольового розчину та інше.

Метою роботи є визначення фізико-хімічних показників якості харчової солі різних виробників, представлених в торгівельній мережі м.Суми.

Завдання:

- провести аналіз наукових джерел та фахової літератури щодо характеристик та якості харчової солі, лабораторних методів визначення фізико-хімічних показників якості;
- опанувати методи визначення загальної лужності кухонної солі, рН сольових розчинів, вмісту вологи та нерозчинних у воді домішок;
- виконати дослідження згідно ДСТУ щодо кухонної солі.

Об'єктом дослідження є харчова сіль п'яти торгівельних марок:

зразок 1 - Сіль виварна Етексі tuz харчова йодована, країна виробник – Туреччина, адреса потужностей - Mustafacık mah. E 90 Karayolu uzeri 3., дата виготовлення - 05.22; зразок 2 – Сіль морська харчова, країна виробник – Туреччина, адреса потужностей - Вул. Гв. Широнінців, 45, м. Харків, 61170, Україна, дата виготовлення - 08.22; зразок 3 - Сіль кам'яна Kłodawa не йодована, країна виробник – Польща, адреса потужностей - 62-650 Kłodawa Aleja 1000-lecia 2, дата виготовлення - 11.2022; 4 зразок – Сіль кам'яна кухонна, країна виробник - м. Україна, адреса потужностей - ДП “АРТЕМСІЛЬ”, вул. Чкалова, будинок 1-А, м. Соледар, Донецька область, 84545, Україна, дата виготовлення - 01.2022; 5 зразок – Сіль кухонна виварена вакуумна гатуное екстра, країна виробник - Україна, адреса потужностей - ТОВ “Слов’янська вилевидобувна компанія”, вул.

Сучасна, 33, м. Слов'янськ, Донецька область, 84101, Україна, дата виготовлення - 08.2012.

Предметом дослідження є вміст нерозчинних у воді речовин, масова частка вологи в кухонній солі п'яти торговельних марок, рН та загальна лужність сольового розсолу різних зразків.

Методи дослідження: теоретичні (аналіз, синтез, порівняння, бібліографічно-описовий, узагальнення). При виконання експериментальної частини були використані такі фізики-хімічні методи: титрування, рН-метрія, фільтрування.

Практичне значення одержаних результатів дає змогу порівняти якість кухонної солі п'яти торговельних марок та зробити висновки щодо подальшого використання солі.

Кваліфікаційна робота містить титульну сторінку, зміст, вступ, основну частину, яка складається з трьох розділів. Розділ 1 -огляд літературних джерел, містить загальні відомості про кухонну сіль, її види, способи одержання, хімічні та фізичні властивості, вимоги до якості кухонної солі, оцінка якості солі. Розділ 2 – матеріали та методи дослідження, містить інформацію про реактиви та обладнання, які були використані під час проведення дослідів, розкриті методи дослідження показників якості харчової солі згідно ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна». Розділ 3 – результати дослідження, містить підрозділ “Техніка безпеки при роботі в хімічній лабораторії”, а також опис одержаних результатів. Робота містить ще висновки та список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Загальна характеристика харчової солі

Столова сіль (харчова, або кухонна) (рис.1.1) – це природний харчовий продукт прозорого кольору у вигляді дрібних кристалів, те ж саме, що і хлорид натрію. Формула харчової солі - NaCl . В основі солі міститься два компоненти: натрій (39,4%) і хлорид (60%) [1]. Харчова сіль природного походження практично завжди має домішки інших мінеральних солей (кальцію, магнію, калію), які можуть надавати їй відтінки різних кольорів (як правило, сірого), а також надають їй гігроскопічності, жорсткості і гіркуватого присмаку. Чим менше в солі цих домішок, то вища її якість [2,3].

Кухонна сіль - це, впершу чергу, загальна назва однієї групи харчових продуктів, кожен з яких володіє аналогічними характеристиками, а також смаковими або споживчими параметрами.

Чиста харчова сіль є кристалічним сипким продуктом без запаху (окрім випадку йодованої солі) з солоним смаком без присмаку. Не допускається присутність у ній таких сторонніх домішок, що не пов'язані з методом добування солі. Колір екстра та вищого гатунків — білий, однак для першого та другого допускаються сірий, рожевий, жовтуватий та голубуватий відтінки в залежності від походження солі. Насипна щільність звичайної кухонної солі становить близько 1300 кг/м^3 , тобто приблизно $1,3 \text{ г/см}^3$ (г/мл). Компактна щільність становить $2,165 \text{ г/см}^3$ [3].



Рис. 1.1 – Кухонна сіль [3]

1.2. Види столової солі

Багаторівнева класифікація хімічної солі із формулою NaCl можлива на основі різних підстав. Кухонну сіль розрізняють за способом видобутку, за розміром фракції зерна, за крупністю кристалів, за якістю, за типом обробки і ін.

1.2.1. За способом видобутку

За способом видобутку і місцем розташування покладів розрізняють сіль садну (з морської води), самосадну (озерну), кам'яну (з надр землі) і виварну (з підземних розчинів). Харчову кухонну сіль самосадну, кам'яну і садну випускають меленою і сіяною. З кам'яної солі значно важче отримати кухонну сіль повністю чистою. З цієї причини кам'яна сіль часто використовується як дорожня сіль для розтоплення снігу та льоду на дорогах [2,3].

Кам'яну сіль - здобувають з надр землі, де вона залягає величезними скупченнями, вершини яких нерідко підіймаються до земної поверхні, а іноді навіть і виступають з неї, тобто видобувається за рахунок розробки шахт. Ця сіль відрізняється великою чистотою, тобто високим вмістом хлористого натрію (до 99%), і низькою вологістю. Такий продукт не обробляють ні водою, ні теплом [4].

Сіль садну одержують шляхом випаровування сонячним теплом морської води або озерної рапи, відведеної в неглибокі, але обширні за площею штучні басейни [4].

Виварну сіль - одержують з природних розсолів, що здобуваються з надр землі, або штучних, що утворюється в результаті підземного вилуговування соленосного пласта за допомогою бурових свердловин, тобто добувають за допомогою випарювання з розчинів солей [4].

Самосадна сіль становить майже половину світової солі. Здобувають з донних відкладень солоних озер, яких у нас налічуються декілька тисяч.

Таким чином, всі зазначені види солі, в тому числі морська, можуть називатися повареними. Строго кажучи, це будь-який хлорид натрію, який пройшов відповідну обробку і придатний для вживання в їжу [4].

1.2.2. За крупністю кристалів

Кухонна сіль є дрібнокристалічна (вivarна), мелена помолів № 0,1,2,3. Також є немелена сіль – випускають для промислового споживання.

Мелена сіль може бути різних видів (кам'яна, самосадна, садна), яку залежно від крупності помелу ділять на чотири номери – № 0, 1, 2, 3. Чим більший номер, тим більші зерна солі.

Дрібнокристалічна сіль – дуже дрібна вivarна сіль, яка проходить через сито із стороною квадратного отвору 0,8 мм [4].

Немелена сіль – це, так звані, дробленка, глиба і зернова. Глиба випускається у вигляді шматків від 3 до 50 кг, а дробленка і зернова – у вигляді кристалів розміром до 40 мм [4].

1.2.3. За якістю

Кухонну сіль ділять на сорти: Екстра, вищий, перший і другий. Масова частка хлористого натрію у гатунках, %: екстра — не менш ніж 99,7; вищий — 98,4; I — 97,7; II — 97,0. Масова частка вологи у вivarній солі сорту екстра — 0,1 %, у вищому сорті — 0,7 %. Допускаються добавки йодиду калію (йодистого калію), йодату калію (йодноватокислого калій), флуориду калію та флуориду натрію (фторидів калію та натрію). При цьому масова частка йоду має становити $(40,0 \pm 15,0) \cdot 10^{-4}$ %, флуору $(25,0 \pm 5,0) \cdot 10^{-3}$ % [4, 5].

1.2.4. За видом добавок

За видом добавок – без добавок і з добавками. Кухонну сіль Екстра, вищого, першого сортів помелів № 0 і № 1 для лікувальних і профілактичних

цілей випускають з додаванням йоду, фтору, фтору і йоду, з морською капустою [4].

Йодована сіль – це звичайно виварна або мелена сіль з додаванням йодного калію в кількості 25 г на 1 т солі в профілактичних і лікувальних цілях. Цю сіль випускають для профілактики захворювання щитовидної залози та компенсації недоліку йоду в харчовому раціоні [4].

1.3. Способи одержання кухонної солі

Способи одержання кухонної солі полягають у механічному видобуванні її з надр землі — більше половини NaCl перебуває в шарах і штоках, розташованих на різній глибині. Також важливими джерелами кухонної солі є океанська й морська вода, озерні розсоли, солончаки, сублімат солі в тріщинах лавових потоків і на кратерах вулканів, розчини в ґрунтових водах і соляних джерелах [6].

1.3.1. Отримання садочної солі

Одержання садочної солі — недешевий процес. Висока вартість пов'язана з тим, що для одержання солі необхідне створення штучних басейнів. У зв'язку із цим кажуть, що садочну сіль одержують басейновим способом. Цю сіль отримують із води тих солевмісних водойм, де умови або концентрація солі не дозволяють домагатися мимовільного осадження NaCl [6].

Басейний метод отримання кухонної солі застосовують на Кримському півострові і на північному узбережжі Чорного моря [7]. Для видобутку кухонної солі зазвичай споруджуються басейни трьох типів:

- 1) підготовчі або гіпсовідстійники,
- 2) запасні,
- 3) осаджуючі.

Спочатку ропу з озера накачують в підготовчі басейни, де її тримають невеликим шаром 25 - 40 см і де вона випаровується в спекотну пору року (квітень-вересень), згущується майже до насичення і відстоюється від механічних домішок, а також від кристалізаційних солей: гіпсу і карбонатів кальцію і заліза. Потім ропа перекачується в запасні басейни, де зберігається до наступної весни можливо більш високим шаром (50 - 60 см) для зменшення розведення атмосферними опадами. При отриманні кухонної солі з сульфатних озер ропа перекачується в запасні басейни в холодну пору року після осадження мірабіліту. У міру випаровування осаджуючі басейни поповнюються ропою з запасних басейнів. До кінця сезону осадження пласт солі, що осіла на дно басейну, досягає 5 - 6 см. Ломка (збір) солі виробляють при цьому ручним способом - простими лопатами або чалпами (дірчастими лопатами) - після відкачування розсолу назад в озеро. Виламану сіль збирають в купи на дні басейну, а потім вивозять на берег і складають в горби трапецеподібні висотою 3 - 4 м для стікання маточного розсолу [7,8]. Якщо кристалізаційний розчин містить надлишкову кількість карбонату кальцію, то осадні басейни можуть вкриватися зверху кіркою CaCO_3 . Це не тільки утруднює ламання солі, але й заважає швидкому випаровуванню води й концентруванню розчину. Тому перш ніж запускати таку воду в осадний басейн, необхідно очистити її від $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ [6].

Додаткових властивостей кухонній солі, отриманій басейновим способом, можна надати, випаровуючи насухо матковий розчин NaCl і змішуючи утворений твердий залишок із чистою кухонною сіллю NaCl . Таким способом здійснюють мінералізацію кухонної солі, насичуючи її мінералами й мікроелементами, необхідними організму людини. Для того, щоб зменшити поглинання води отриманим продуктом, у нього додають фосфат натрію Na_3PO_4 або карбонат натрію Na_2CO_3 [6].

1.3.2. Отримання вивареної солі

Виварну сіль одержують, випарюючи насухо сольові розчини (розсоли), отримані штучними або природними (з надр землі) способами. Сіль, отримана таким чином, характеризується високою чистотою і малою кількістю домішок [6].

Далеко не всі природні розсоли придатні для одержання виварної солі. Наприклад, розсоли поверхневих озер для цих цілей застосовуватися не можуть. Адже, них міститься значна кількість CaSO_4 , очищення від якого ускладнить процес одержання кухонної солі. А домішка великої кількості MgCl_2 не заважатиме якості кінцевого продукту, оскільки від цієї солі легко позбутися промиванням [6].

1.3.3. Отримання самосадної солі

Самосадну сіль добувають із вод безсульфатних озер хлоридного типу, а також із сульфатних озер. Сіль осаджується мимовільно. За часом осадження сіль поділяється на новосадку і старосадку. За своїми властивостями старосадка значно перевершує новосадку. Сіль високої якості одержують також із гранатки — шару пухкої, розсипчастої солі, кристали якої рясно забруднені мулом. Після ретельного очищення гранатка перетворюється на сіль із чудовими харчовими якостями [6].

Очищення самосадної солі проводять найчастіше промиванням. Це роблять або в буграх, що складаються на берегах озер або в спеціальних установках лоїзомерах. Промивання в буграх, що складаються на берегах озер характеризує наявні великі втрати солі, що робить цей метод рентабельним тільки у випадку переробки великої кількості солі [6].

1.3.4. Методи виморожування і висалювання

Кухонну сіль також одержують методами виморожуванням і висалюванням.

Висалювання — виділення NaCl з розчину шляхом зниження її розчинності збільшенням концентрації інших солей у розчині. Перевагами методу є те, що він не потребує складного технологічного оформлення, очищення сировини й продукту, витрат електроенергії й палива тощо. Уважається, що в майбутньому цей метод стане одним з основних способів одержання кухонної солі високої якості [6].

Виморожування — виділення солі з концентрованих розчинів процесом кристалізації при охолодженні розчину. Якщо температура процесу нижча, тоді інтенсивніше протікає кристалізація солі [6].

З насичених розчинів при охолодженні до $-21,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ виділяється кристалогідрат $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Якщо його витягти з розчину й підняти температуру до $+0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, то відбувається його розкладання й виділяється чиста сіль [6].

Виморожування — процес, що відбувається під впливом умов навколишнього середовища в деяких природних водоймах. Кухонну сіль, яка виділилася таким чином, можна добувати як самосадну. Штучне виморожування являється довгим і трудомістким процесом та вимагає великих площ басейнів. Цей спосіб використовують при одержанні кухонної солі для потреб харчової промисловості [6].

1.3.5. Лабораторні варіанти отримання хлориду натрію

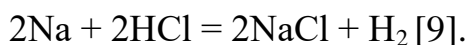
Зважаючи на величезні природні запаси хлориду натрію, необхідності в його промислового чи лабораторного синтезі немає. Однак його можна отримати різними хімічними методами як основний чи побічний продукт [9].

1. Отримання з простих речовин натрію та хлору є надзвичайно екзотермічною реакцією:



2. Реакція нейтралізації: $\text{NaOH (водний)} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ [9].

3. Окислювально-відновлювальна реакція між металом і кислотою:



4. Дія кислоти на оксид металу: $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl (водний)} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ [9].

5. Витіснення слабкої кислоти з розчину її солі більш сильною:



1.4. Фізичні властивості кухонної солі

Хлорид натрію NaCl — безбарвна кристалічна речовина без запаху, солоний на смак. Тугоплавка ($t_{\text{пл.}} = 808^\circ\text{C}$), висока температура плавлення кухонної солі пояснює її термодинамічні характеристики, добре розчиняється у воді. У природі зустрічається в основному у вигляді кристалічних відкладень мінералу галіту NaCl , а також у вигляді розчинів. З розчинів випарюванням рідини раніше одержували NaCl . Звідси походить тривіальна назва цієї сполуки — кухонна сіль [6, 9].

Крихкі кристали галіту - безбарвні або білі. У природі також зустрічаються родовища кам'яної солі, пофарбованої в сірий, жовтий або блакитний колір. Іноді мінеральна речовина володіє червоним відтінком. Твердість галіту за шкалою Мооса становить всього 2-2,5, скло залишає на його поверхні межу [9].

Природна кухонна сіль може бути чистою або містити домішки. Чистий галіт не має кольору, має скляний блиск. Якщо ж він забруднений калійними солями, то набуде блакитного, синього або фіолетового забарвлення. Нагрівання до 200°C рятує галіт від забарвлення. Крім того, у галіті можуть зустрічатися домішки піску, солей лужних і лужиземельних металів. Для чистого галіту нехарактерним є поглинання вологи з повітря (гігроскопічність). Однак домішки хлориду магнію значно збільшують гігроскопічність кухонної солі [9].

Інші фізичні параметри хлориду натрію [9]:

- діелектрична проникність – 6,3.
- точка кипіння - 1413 ° C;
- розчинність у воді - 359 г/л (25 ° C).

1.5. Хімічні властивості хлориду натрію

За своїм складом NaCl - це середня сіль, утворена лужею і розчинною кислотою. Хлорид натрію – це сильний електроліт. Його можуть зруйнувати тільки сильно полярні розчинники, оскільки тяжіння між іонами настільки велике. У воді іонна кристалічна решітка речовини розпадається, звільнюються катіони і аніони (Na⁺, Cl⁻). Їх присутністю обумовлена електропровідність, якою володіє розчин кухонної солі. В цьому випадку формула записується так само, як для сухої речовини – NaCl [9].

Однією з якісних реакцій на катіон натрію є фарбування в жовтий колір полум'я пальника. Для отримання результату досвіду потрібно набрати на чисту дротяну петлю трохи твердої солі і внести в середню частину полум'я [10]. Властивості кухонної солі також пов'язані з особливістю аніону, а саме в якісній реакції на хлорид-іон. При взаємодії з нітратом срібла в розчині випадає осад білого кольору хлориду срібла. Хлороводень витісняється з солі сильнішими кислотами, ніж соляна: $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$. Хлорид натрію не піддається гідролізу за звичайних умов [9].

1.6. Загальна характеристика йодованої солі

Йодована сіль — це різновид кухонної солі з додаванням незначної кількості йоду у вигляді йодату чи йодиду калію [11]. Установлено, що вживання її дозволяє запобігати захворюванню щитовидної залози — зобної ендемії, яка розвивається через нестачу йоду в питній воді. Йодована сіль насичена йодом через включення до її складу йодиду калію KI [6].

Більш часто йодована сіль, як правило, збагачується йодатом калію (KIO_3) — це стабільна сполука, що не має ніякого запаху і майже не випаровується з солі під дією температури під час приготування їжі. Йодована сіль містить близько 40 частинок йоду на мільйон частинок солі (40 ± 15 мкг/г) в Україні. Вживання збагаченої йодом солі не потребує лікарського припису, оскільки така незначна кількість йоду є харчовою, не фармацевтичною. Взагалі цієї кількості йоду водночас достатньо, щоб компенсувати природний йододефіцит, але за умови присутності йодованої солі у щоденному раціоні [12].

Йодована сіль не відрізняється від звичайної за смаком, запахом чи кольором.

При введенні в сіль йодованих домішок треба мати на увазі, що цей йодовмісний продукт досить нестійкий і вже за 6 місяців йодована сіль перетворюється на звичайну.

1.7. Способи одержання йодованої солі

Є два способи одержання йодованої солі — сухий і мокрий.

Сухий спосіб йодування виконують так: суху здрібнену кухонну сіль змішують із йодованою, у якій вміст КІ у багато разів перевищує норму (1 г КІ на 100 г NaCl) [6].

Мокрий спосіб: кухонну сіль обприскують розчином КІ з додаванням тіосульфату натрію. Мокре йодування проводять перед розмеленням солі. При цьому треба в такий спосіб підбирати концентрацію йодувального розчину, щоб вологість солі збільшилася не більше ніж на 1 %. Розмелення дозволяє домогтися рівномірного розподілу КІ в усьому обсязі солі [6].

Протягом тривалого часу сухий спосіб вважався кращим, адже суха йодована сіль набагато стійкіша за вологу. Однак процес мокрого йодування є більш простим, і з розробкою доступних методів стабілізації КІ перевагу почали віддавати саме мокрому йодуванню [6].

1.8. Умови зберігання йодованої солі

Умови зберігання йодованої солі повинні бути такими, щоб запобігати розкладанню йодиду калію. Це може відбутися під дією окиснювачів або в присутності вологи. Окиснювання приводить до розкладання йодиду калію з утворенням леткого йоду. Для того, щоб запобігти розкладанню KI у сіль додають йодорганічні сполуки. Також високих результатів можна домогтися, додаючи в кухонну сіль стабілізатори — карбонати й фосфати кальцію, а також магнію. Щонайкраще стабілізувати йодид можна за допомогою тіосульфату натрію – це експериментально доведено. Ця сполука відновлює елементарний йод до I⁻. Додавання тіосульфату натрію в кількості 1 % від загальної кількості кухонної солі дозволяє зберігати її без розкладання KI протягом року [6, 13].

1.9. Проблема йододефіциту

Йод — це мікроелемент, який потрібний організму для створення гормонів щитоподібної залози, яка регулює наш метаболізм. Він необхідний людині протягом усього життя. Нестача йоду в організмі призводить до затримки росту у дітей, порушення розвитку та обміну речовин, інтелектуальної активності [14].

Україна, на жаль, також входить до переліку країн із недостатнім споживанням йоду.

Чим небезпечний дефіцит йоду?

Наслідки нестачі йоду в організмі [14]:

- збільшення щитовидної залози (зоб);
- затримка росту у дітей;
- відчуття постійної втоми, слабкість, депресія;
- затримка інтелектуального розвитку у дітей;
- порушення обмінних процесів
- зниження розумової активності у дорослих;
- неонатальний гіпотиреоз;

- загроза переривання вагітності (навіть незначний дефіцит йоду у жінок під час вагітності спричиняє освітні та когнітивні порушення у дітей в майбутньому);
- рак щитовидної залози;
- підвищення холестерину;
- погіршення пам'яті, слуху;
- відчуття холоду;
- сухість шкіри, втрата її еластичності;
- порушення роботи кишківника;
- різке зниження чи підвищення маси тіла;
- випадіння волосся
- набряки тощо.

Йод організму потрібен майже як повітря і вода. Секрет успішної роботи щитовидної залози в тому, що йод повинен надходити в невеликих дозах протягом усього життя людини. Тому потрібно використовувати в їжу продукти, які мають в собі достатньо йоду, до них відносяться морські продукти: морська риба, морська капуста, ракоподібні - креветки, молюски, омари. Також йод є в незбираному молоці, м'ясі, особливо в яловичині. Не слід нехтувати й овочами: часник, ріпчаста цибуля, шпинат, щавель, картопля, томати, морква, бобові, буряк, редис. Йод міститься в таких фруктах: хурма, ананас, полуниця, яблука, банан, диня, виноград. Багато йоду містить волоський горіх. Не слід забувати про йодовану сіль, але треба пам'ятати, що свої властивості вона втрачає, коли її додають до гарячих страв [14].

Подолання йододефіциту за допомогою йодованої солі рекомендують Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародна рада з контролю над йододефіцитними захворюваннями (ICCIDD), Дитячий фонд ООН (ЮНІСЕФ), Глобальний альянс з покращення харчування (GAIN), Ініціатива з мікронутрієнтів (MI) та інших профільні організації та наукові центри [11].

Міжнародну рекомендацію підтримують фахівці Академії медичних наук України та інститутів медико-біологічного профілю Національної академії наук України, які неодноразово виступали з ініціативою законодавчого затвердження обов'язкового використання йодованої солі в Україні [11].

1.10. Загальна характеристика морської солі

Морська сіль — це натуральна сіль з морської води. Її найчастіше здобувають методом звичайного випарювання. За походженням ця сіль є різновидом кам'яної, яка також утворилася як морська та відклалася у геологічних породах на багато мільйонів років раніше. За хімічним складом морська сіль являється тим, же хлоридом натрію (NaCl), що і звичайна кухонна або харчова сіль. Відрізняється від звичайної столової солі лише значно більшим вмістом мінералів, інших хімічних солей та різних мікроелементів, в першу чергу Магнію, Калію та Мангану (таблиця 1.1). У морській солі значно менше йоду ніж у йодованій кухонній солі. За смаком вона відповідно також відрізняється від звичайної кухонної або харчової [15].

Морська сіль використовується в медицині: при лікуванні шкірних захворювань, таких як псоріаз, також як лікувальна речовина, в аптечній та звичайній торговельній мережі, поширеним продуктом є сіль з Мертвого моря. В більш очищеному вигляді такий вид солі також пропонується у продуктивій торговельній мережі — як натуральна та багата на йод харчова [15].

Таблиця 1.1

Іонний склад морської солі [15]:

Склад	Вміст, %
Хлориди (Cl ⁻)	55,03 %
Натрій (Na ⁺)	30,59 %
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	7,68 %

Магній (Mg^{2+})	3,68 %
Кальцій (Ca^{2+})	1,18 %
Калій (K^+)	1,11 %
Карбонати (HCO_3^-)	0,41 %
Бром (Br^-)	0,19 %
Борати (BO_3^{3-})	0,08 %
Стронцій (Sr^{2+})	0,04 %
Інші	0,01 %

Недоліки морської солі [16]:

1. через забруднення океанів містить невелику частку важких металів, наприклад, свинець;
2. містить мікропластик – малий залишок мікроелементів. Але деякі вчені вважають, що він має низький рівень впливу на здоров'я;
3. морська сіль грубіша за кухонну. Під час додавання її в їжу відчувається різкий солоний присмак. Мікроелементи та домішки, що містяться в морській солі можуть впливати на її смак. Наприклад калій та магній дають гіркоту.

1.10.1. Добування морської солі

Натуральну сіль можуть добувати з морської води, так звана морська сіль. Цей спосіб добування був підказаний людині самою природою. На пологих берегах дюни або піщані коси відокремлюють лимани, які сполучаються з морем лише під час високого рівня води. В умовах жаркого і сухого клімату здійснюється швидке випаровування води в лиманах, потім на їх берегах і дні осідає морська сіль. Спостерігаючи за процесом солевідкладення, людина навчилася обладнувати допоміжні пристосування для видобутку морської солі

там, де кліматичні умови дозволяли це зробити. Для цього споруджували відповідні басейни. На сьогодні технологія видобутку морської солі залишається незмінна. Створюється мережа басейнів, які розташовані у екологічно чистих прибережних зонах. Огорожею служать дерев'яні борти. Під впливом вітру і сонця випаровується вода. Морська сіль, яка залишилася, збирається вручну, оскільки за такою технологією зберігається природний склад солі [16].

1.11. Відмінності між морською і йодованою солями

1. Рівні йоду.

Однією з найбільших проблем для тих, хто використовує морську сіль, є те, що їй не вистачає йоду. У морській солі міститься дуже мала кількість йоду. Якщо ви вибираєте морську сіль, переконайтеся, що ви отримуєте достатньо йоду з морських овочів, таких як комбу, водорості і араме [17].

2. Додаткові мінерали.

На відміну від кухонної солі, морська сіль містить такі мінерали: магній, сірка і залізо. Тільки неочищена морська сіль містить ці мінерали. У очищеній немає мінералів, як у кухонній солі [17].

3. Антициклюючий агент.

Багато столових солей містять речовини, які запобігають грудкуванню сольових гранул. Зверніть увагу, що деяка очищена морська сіль містить такі агенти [17].

4. Смак.

У морської солі є сильний аромат і вона на смак менш солоні. Кухонна має більш сильний солоний смак. Більшість людей воліють використовувати її при випічці, тому що вона швидко розчиняється [17].

5. Вартість.

Існує величезна різниця в ціні між кухонною і морською сіллю. Деякі види морської солі, такі як гімалайська рожева сіль, коштують в рази дорожче, ніж звичайна кухонна [17].

1.12. Норми вживання солі

Сіль є життєво важливими для людини. Проте, за результатами дослідження, занадто багато солі в раціоні призводить до підвищеного кров'яного тиску, посиленої спраги, набряків та підвищеного ризику раку шлунка [18].

Навіть попри багатий вміст мінералів не слід зловживати сіллю. Наприклад, вміст магнію в кельтській солі 0,3%. Тобто, щоб отримати денну норму, потрібно з'їсти 100 г. За даними Міністерства охорони здоров'я України добова норма солі для дорослої людини 5 грамів. Це приблизно одна чайна ложка [18].

1.13. Вимоги до якості кухонної солі

Сіль кухонна харчова повинна відповідати вимогам діючого стандарту ДСТУ 3583:2015.

За органолептичними показниками кухонна сіль повинна відповідати вимогам згідно з ДСТУ 4886.2:2007 (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Органолептичні показники якості солі

Назва показника	Метод випробувань	Характеристика солі, гатунків
Колір	Згідно з ДСТУ 4886.2:2007	Білий

Продовж. табл. 1.2

Запах	Згідно з ДСТУ 4886.2:2007	Відсутній
Зовнішній вигляд	Згідно з ДСТУ 4886.2:2007	Кристалічний сипкий продукт. Наявність сторонніх механічних домішок, не пов'язаних з походженням солі, не допускається
Смак	Згідно з ДСТУ 4886.2:2007	Солоний без стороннього присмаку

Зовнішній вигляд солі при оцінці її якості має важливе значення. Сіль має складатися з кристалів певного розміру, відповідних номеру помелу. Не допускається в солі наявність помітних на око сторонніх механічних домішок, які не пов'язані з походженням солі [4].

Сіль чиста запаху не має. Запах солі визначають відразу ж після розтирання близько 20 г її в чистій фарфоровій ступці [4].

Колір солі залежить від способу отримання і її походження. В сорті вищому і екстра він білий, в інших сортах допускається жовтий, сіруватий, рожевий або блакитнуватий відтінки [4].

Смак солі всіх сортів повинен бути чистосолоним без сторонніх присмаків, визначають в 5%-ному розчині, приготовленому на дистильованій воді [4].

Фізико-хімічні показники якості солі.

За фізико-хімічними показниками кухонна сіль без добавок повинна відповідати таким нормам (таблиця 1.3).

Вміст хлористого натрію і домішок визначає її товарний сорт і характеризує ступінь чистоти солі. Як домішки можуть виступати солі магнію, кальцію і інші речовини [4].

За ступенем чистоти кухонну харчову сіль розрізняють: Екстра, вищий, 1-й і 2-й. Сортом Екстра випускають тільки дрібнокристалічну виварну вакуумну сіль, відповідну за розміром кристалів помелу № 0, що містить (в перерахунку

на суху речовину) не менше 99,5% хлористого натрію. До вищого сорту відносять сіль виварну і кам'яну мелену, що містить хлористого натрію не менше 98,2%, до 1-го - не менше 97,5%, до 2-го сорту - мелену, що містить хлористого натрію не менше 97,0% [4].

Вологість солі залежить від обробки і її походження і коливається від 0,1 (сіль сорту Екстра) до 5% (сіль самосадна і садна 2-го сорту) [4].

В йодованій солі визначають вміст йодистого калію [4].

Таблиця 1.3

Фізико-хімічні показники якості солі

Назва показника	Норма у перерахунку на суху речовину для гатунку	
	екстра	вищий
Масова частка хлористого натрію, %, не менше, ніж	99,5	92,80
Масова частка кальцій-іона, %, не більше, ніж	0,02	0,35
Масова частка магній-іона, %, не більше, ніж	0,01	0,08
Масова частка калій-іона (для продукту без йодної добавки), %, не більше, ніж	0,02	0,10
Масова частка сульфат-іона, %, не більше, ніж	0,20	0,85
Масова частка оксиду заліза (III), %, не більше, ніж	0,005	0,040
Масова частка сульфату натрію, %, не більше, ніж	0,20	Не регламентується
Масова частка нерозчинного у воді залишку (н.з.), %, не більше,	0,03	0,16
Масова частка вологи, %, не більше, ніж: -вивареної солі	0,10	0,70
pH-розчину	6,5-8,0	Не регламентується

1.14. Оцінка якості кухонної солі

Оцінка якості зразків кухонної солі надається у відповідності до вимог ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови».

У кожній партії визначають якість кухонної солі (партією називають сіль випуску одного заводу - виготовлювача, однакової обробки, в однорідній тарі, однієї назви і сорту). З партії солі у великій упаковці пробу складають з окремих виїмок, узятих щупом на глибині 2/3 висоти мішка, при дрібній розфасовці відбір проби беруть з різних місць цілими упаковками. Відібрану сіль старанно змішують і виділяють середню пробу квартуванням, маса якої повинна бути для солі «Екстра», «Дроблена», «Мелена» (помелів № 0,1 та 2), «Зернова» - 1,5 кг, для меленої солі помелів № 3 – 2,25 кг. Потім проводять оцінку якості кухонної солі за ДСТУ 13830-68. При оцінці якості солі визначають колір, смак, запах [19].

Визначення кольору.

Виконують згідно з ДСТУ 4886.2:2007 “Сіль кухонна. Визначення органолептичних показників”. Для цього беруть зразок солі, розсипають на білому папері і перевіряють візуально. Сіль "Екстра" повинна бути білого кольору, а решта сортів мають білий колір з сіруватим, рожевуватим або жовтуватим відтінками залежно від походження солі [3, 19].

Визначення смаку.

Виконують згідно з ДСТУ 4886.2:2007 “Сіль кухонна. Визначення органолептичних показників”. Щоб визначити смак готують 5-процентний водний розчин солі (5 г солі розчиняють в 100 см³ дистильованої води з температурою 15...25 °С). У відповідності до вимог стандарту він повинен характеризуватися солоним смаком без сторонніх присмаків. Водночас звертають увагу на наявність у розчині сторонніх домішок та його прозорість [3, 19].

Визначення запаху.

Виконують згідно з ДСТУ 4886.2:2007 “Сіль кухонна. Визначення органолептичних показників”. Запах визначають відразу після розтирання 20 г

солі у чистій фарфоровій ступці. Особливу увагу звертають увагу на наявність стороннього запаху [3, 19].

Визначення реакції солі за лакмусом.

За допомогою лакмусу в розчині кухонної солі (5 г солі у 15 см³ дистильованої води) виявляють реакцію середовища. Сіль вважають стандартною, якщо їй притаманна нейтральна або слабокисла, або слаболужна реакція за лакмусом [19].

Визначання крупності помелу солі.

Проводиться згідно ДСТУ 4886.20:2007 “Сіль кухонна. Визначення крупності” за допомогою металічного сита. Сітка сита повинна бути плетеною, мати отвір 0,8; 1,2; 2,5; 4,5 мм у залежності від сорту і номера помелу [19].

Відібрану сіль висушують у фарфоровій чашці в сушильній шафі 1-2 години при температурі 100...105 °С, періодично перемішуючи. З висушеної, охолодженої до кімнатної температури солі відважують наважку в попередньо зважену фарфорову чашу в кількості 200 ± 0,01 г для солі "Екстра" і "Меленої" до помелу № 2 включно і 500 г - для помелу № 3. Далі сито вставляють у піддон. Відважену наважку насипають рівним шаром на сито. Просіювання здійснюють протягом 5 хвилин [3].

Просіяну в піддон сіль висипають у попередньо зважену фарфорову чашу і зважують з точністю до 0,01 г. Формула для розрахунку (1.1):

$$X = \frac{A_1 - A}{A_2} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

де

X - кількість зернин солі, просіяної в піддон, %;

A - маса фарфорової чашки, г;

A₁ - маса солі, яка пройшла крізь сито з фарфорової чашки, г;

A₂ - маса наважки солі, г.

Кількість солі, яка залишилася на ситі, в %, обчислюють за формулою (1.2)

$$A_3 = 100 - X, \quad (1.2)$$

де

X - кількість солі, що пройшла через сито, %.

Визначення масової частки хлор-іону проводять меркуриметричним методом. Метод заснований на титруванні хлоридів після відділення нерозчинних речовин у воді, розчином азотнокислої ртуті в присутності дифенілкарбазону в якості індикатора [3].

Визначення масової частки кальцій-іону засноване на титруванні кальцій-іону в розчині хлористого натрію (кухонної солі) у присутності мурексиду як індикатор розчином трилону Б (сіль динатрієва етилендіамін-N, N, N', N'-тетраоцтової кислоти, 2-водна) [3].

Визначення масової частки магній-іону проводять методом, який заснований на титруванні суми кальцію і магнію розчином трилону Б у присутності кислотного хром темно-синього як індикатор і подальшому перерахунку на вміст іону магнію [3].

Визначення масової частки кальцій-іону та магній-іону з одним індикатором - метод заснований на послідовному титруванні спочатку кальцій-іону, а потім магній-іону розчином трилону Б (динатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти) у присутності кислотного хром темно-синього як індикатора [3].

Визначення масової частки сульфат-іону засноване на осадженні сульфатів хлористим барієм із подальшим зважуванням осаду сульфату барію [3].

Визначення масової частки оксиду заліза фотокolorиметричним методом. Метод заснований на відновленні тривалентного залізу у двовалентний за допомогою соляно-кислого гідроксиламіну, утворенні комплексу заліза з о-фенантроліном та фотометричному вимірі пофарбованого комплексу при довжині хвилі близько 510 нм [3].

Визначення йодистого калію фотокolorиметричним методом. Метод заснований на окисненні йодидів за допомогою бром у йодати, видаленні надлишку бром дією фенолу, перекладі йодатів в йод у кислому середовищі в

присутності йодистого калію, визначенні йоду, що виділився при додаванні крохмалю фотоколориметрическим методом при довжині хвиль 590 нм [3].

Визначення масової частки бромідів засноване на окисленні бромідів гіпохлоридом натрію в бромати, видаленні надлишку гіпохлориду натрію за допомогою мурашиної кислоти, титруванні вивільненого з доданого йодиду калію вільного йоду тіосульфатом натрію [3].

Визначення масової частки калій-іону кобальтінітритним методом. Метод заснований на малій розчинності комплексної сполуки $K_2Na[Co(NO_2)_6] \cdot H_2O$, що утворюється при взаємодії випробуваного розчину, що містить іон калію, з розчином кобальтінітритного реактиву [3].

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Реактиви та обладнання

У роботі застосовували реактиви кваліфікації «хч», «чда» марки «Харківреахім»: HCl, метилоранж (індикатор), NaCl, AgNO₃; дистильовану воду; стандарт-титри буферних розчинів для рН-метрії марки «Харківреахім».

Обладнання: колби конічні, місткістю 250, 500 см³; піпетки скляні, місткістю 10 см³; крапельниці скляні лабораторні, місткістю 25 см³; штатив для електродів, рН-метр, хімічні стаканчики на 100, 200, 400 см³, бюкси, фарфорову ступку, водяну баню, скляну паличку, фільтрувані папірці, лійки, ваги.

2.2. Об'єкт дослідження

Об'єктом досліджень є харчова сіль п'яти торгівельних марок (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Об'єкти дослідження (рис. 2.1)

№ зразка	Назва харчової солі	Країна виробник	Адреса потужностей	Дата виготовлення
1	Сіль виварна Етексі tuz харчова йодована	Туреччина	Mustafacık mah. E 90 Karayolu uzeri 3.	05.22
2	Сіль морська харчова	Туреччина	Вул. Широнінців, 45, м. Харків, 61170, Україна	11.08.22
3	Сіль кам'яна Кłodawa не йодована	Польща	62-650 Кłodawa Aleja 1000-lecia 2	8.11.2022
4	Сіль кам'яна кухонна	Україна	ДП «АРТЕМСІЛЬ», вул. Чкалова, б.1-А, Соледар, Донецька область, 84545, Україна	10.01.2022

Продовж. табл. 2.1

5	Сіль кухонна виварена вакуумна гатунок екстра	Україна	ТОВ “Слов’янська вилевидобувна компанія”, вул. Сучасна, 33, м. Слов’янськ, Донецька область, 84101, Україна.	08.2012
---	---	---------	--	---------



а



б



в



г



д

Рис. 2.1 – Зразки харчової солі: а – зразок № 1; б – зразок № 2; в – зразок № 3; г – зразок № 4; д – зразок № 5.

2.3. Методи дослідження

Основними показниками контролю якості харчової солі є фізико-хімічні показники, а саме: визначення загальної лужності, вмісту масової частки вологи, нерозчинних у воді речовин, визначення рН розчину та інше.

2.3.1. Приготування розсолу солі

Приготування розсолу солі проводили згідно ДСТУ 4886.1:2007 «Сіль кухонна. Правила відбирання і готування проб».

Для цього зразок солі розтирали у фарфоровій ступці у тонкий порошок і ретельно перемішували. Потім відважували на вагах 5 г ($5 \pm 0,02$). Наважку солі розчиняли у 100 см^3 дистильованої води.

2.3.2. Визначення загальної лужності

Визначення загальної лужності проводили згідно ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна» методом титрування випробуваного розсолу соляною кислотою у присутності метилового оранжевого.

Для цього від проби розсолу піпеткою відбирали 10 см^3 розсолу, переносили у конічну колбу, доливали 40 см^3 дистильованої води, додавали 2-4 краплі метилоранжу і при постійному помішуванні титрували розчином соляної кислоти до переходу жовтого забарвлення у колір чайної троянди (рис. 2.2).

Обробка результатів.

Загальну лужність розсолу, виражену в г/дм^3 , обчислювали за формулою (2.1)

$$X = \frac{V_1 \cdot 100 \cdot K}{V}, \quad (2.1)$$

де

V - наважка розсолу, см^3 ($=10 \text{ см}^3$);

V_1 - об'єм розчину HCl , витрачений на титрування, см^3 ;

K - коефіцієнт молярної концентрації еквівалента соляної кислоти ($=1$).



Рис. 2.2 – Фото розчинів зразка № 3 після титрування

2.3.3. Визначення рН

Вимірювання рН сольового розсолу проводили згідно ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна» за допомогою рН-метра (перед початком вимірювань електроди повинні бути занурені в дистильовану воду).

Для визначення рН сольового розчину від середньої проби в склянку місткістю 150 см³ брали 100 см³ розсолу. Для приготування солевих буферних розчинів в склянку місткістю 150 см³ насипали наважку хлористого натрію масою 26,4 г з похибкою 0,1 г, доливали 74 см³ відповідного буферного розчину і ретельно перемішували магнітною мішалкою до повного розчину.

Налаштовували рН-метр згідно з інструкцією з експлуатації, встановлювали величину рН, що відповідає зазначеній на стандарт-титрі, після чого електроди ретельно промивали водою і залишки вологи видаляли фільтрувальним папером.

Обробка результатів

Відлік показань рН-метра проводили відповідно до інструкції з експлуатації до першого десяткового знака.

За остаточний результат випробування приймали середнє арифметичне результатів трьох паралельних визначень.

2.3.4. Визначення масової частки вологи

Визначення масової частки вологи проводили згідно ДСТУ 4886.3:2007 «Сіль кухонна. Визначення вологи». Метод заснований на висушуванні зваженої проби солі та визначенні втрати маси при висушуванні.

Для цього у склянку бюксу, заздалегідь висушену і зважену, поміщали 10 г солі (рис. 2.3) і зважували. Далі сіль висушували у сушильній шафі з відкритою кришкою при температурі 140...150 °С до постійної маси.

Потім бюкси закривали кришками і охолоджували в ексікаторі протягом 15-20 хв. Далі зважували і визначали масову частку води (W) за формулою (2.2), %

$$W = \frac{m - m_1}{q} \cdot 100\% , \quad (2.2)$$

де

m – маса бюкса з сіллю до висушування, г;

m_1 - маса бюкса з сіллю після висушування, г;

q - наважка солі, г.



Рис. 2.3 – Фото підготовлених бюксів з сіллю

2.3.5. Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин

Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин проводили згідно ДСТУ 4886.4:2007 “Сіль кухонна. Визначення вмісту нерозчинного у воді залишку”. Метод заснований на розчиненні заданої кількості проби солі у воді, фільтруванні отриманого розчину, сушінні та зважуванні нерозчинного залишку.

Для цього зразок солі розтирали у фарфоровій ступці у тонкий порошок і ретельно перемішували. Потім відважували на вагах 10 г з точністю до 0,001 г.

Наважку солі переносили у хімічний стакан об'ємом 400 см³, наливали 200 см³ дистильованої води, становили на киплячу водяну баню і при періодичному перемішуванні скляною паличкою нагрівали протягом 1 год, не доводячи до кипіння [23].

Для осадження нерозчинних у воді речовин стакан залишали на 10 хв. Розчин фільтрували крізь заздалегідь висушений і зважений разом із бюксом фільтрувальний папір у мірну колбу місткістю 500 см³ (рис.2.4). Залишки у склянці нерозчинних речовин перекладали за допомогою скляної палички з гумовим наконечником і струменем дистильованої води на фільтр. Стакан обполіскували дистильованою водою, яку зливали на фільтр.

Фільтр із відстоєм промивали гарячою дистильованою водою 4-5 разів, наповнюючи водою по вінця і даючи кожного разу стікати всій рідині повністю. Промивні води перевіряли на вміст іона хлору розчином азотнокислого срібла [23].

Фільтр із нерозчинним відстоєм переносили у бюкс, де заздалегідь висушувався фільтр, і сушили у сушильній шафі при температурі 100...105°C до постійної маси [23].

Перше зважування виконували через 2 год, а наступні - через 30 хв.

Обробка результатів

Масову частку нерозчинних у воді речовин визначали за формулою (2.3),
%

$$X = \frac{m_1 - m}{m_2} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

де

m , m_1 - відповідно маса бюкса з фільтром і нерозчинними у воді речовинами, г;

m_2 - маса наважки солі, перерахована на абсолютно суху речовину, г.

Перерахування наважки повітряносухої солі на абсолютно суху речовину виконували за формулою (2.4)

$$m_3 = \frac{m_2 \cdot (100 - B)}{100}, \quad (2.4)$$

де

B - масова частка вологи солі, %.

Формула розрахунку масової частки нерозчинних у воді речовин набуває такого вигляду (2.5, 2.6):

$$X = \frac{(m_1 - m) \cdot 100 \cdot 100}{m_2 \cdot (100 - B)}, \quad (2.5)$$

або

$$X = \frac{(m_1 - m) \cdot 100}{m_2 \cdot (1 - 0,01 \cdot B)}, \quad (2.6)$$

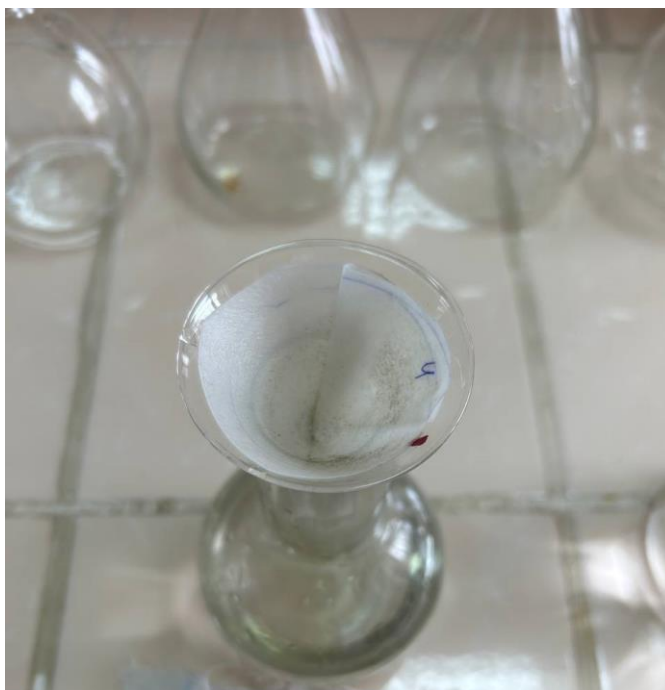


Рис.2.4 – Фото фільтрування зразка № 4

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Техніка безпеки при роботі в хімічній лабораторії

Всі лабораторні заняття проводяться під керівництвом лаборанта та викладача. Студенти перед початком лабораторних занять проходять інструктаж з техніки безпеки, який оформлюється у спеціальному журналі. У разі недотримання техніки безпеки, вимог з охорони праці та протипожежної профілактики студенти несуть дисциплінарну відповідальність [20].

Студенти повинні працювати в лабораторії на постійному робочому місті, в халатах, застібнутих на всі гудзики, волосся має бути підібране під косинку чи шапочку [20].

Правил роботи з хімічними реактивами [20]:

1. Обережно поводитись з хімічними реактивами:
 - уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними очей та обличчя, після роботи слід ретельно вимити руки;
 - не пробувати на смак реактиви;
 - усі речовини слід нюхати дуже обережно, не вдихаючи на повні груди та не нахилиючись над посудиною, а спрямовуючи до себе пари чи газу рухом руки;
 - не користуватися невідомими реактивами не користуватися (без написів і етикеток);
 - не можна брати додому з лабораторії ніяких речовин.
2. Реактиви необхідно брати лише в тих кількостях, які зазначені в методиці. Сухі реактиви беруть за допомогою шпателя, розчини – піпеткою, для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку [20].
3. Надлишок реактиву не висипати і не вливати назад в посуд, з якого вони взяті; спускати із струмом води в каналізацію або поміщати в посуд для зливу [20].

4. В роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин дотримуватися обережності [20]:
 - готуючи розчини сірчаної кислоти необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, тому, що внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризкування кислоти;
 - у разі попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце великою кількістю води, а потім розчином соди;
 - у разі попадання лугу на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім розчином оцтової кислоти.
5. У брудному лабораторному посуді проведення досліду забороняється [20].
6. Нагріваючи рідини, пробірку необхідно тримати отвором від себе і людей, що знаходяться поруч [20].
7. Категорично забороняється у герметично закритих мікстостях нагрівати або охолоджувати будь-які розчини, а також закривати колби з гарячою рідиною [20].
8. Посуд з гарячою рідиною переносити треба використовуючи рушник, тримаючи посудину обома руками: однією – за дно, іншою – за горловину [20].
9. Роботу з леткими речовинами (етером, бенzenом, ацетоном та ін.), концентрованими кислотами та лугами потрібно проводити акуратно і під витяжною шафою, без попереднього розведення не зливати їх в каналізацію [20].
10. Роботу з легкозаймистими рідинами вести подалі від нагрівальних приладів та під витяжною шафою. У разі загорання спирту, ефіру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском [20].

11. Працювати зі скляним лабораторним посудом, що легко б'ється обережно. Рештки побитого лабораторного скляного посуду ретельно змісти у спеціальний збірник [20].

12. Негайно прибрати усе розбите, пролите і просипане на столах або на підлозі в лабораторії [20]:

- якщо кислота проліється на стіл або на підлогу, її слід нейтралізувати лугом або содою;
- ртуть, пролитий в результаті поломки приладів або розбитті термометрів, збирають за допомогою амальгамованих пластинок з міді або білої жести.

13. При використанні електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання роботи увімкнуті електроприлади не можна переносити та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті [20].

14. Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, воду, витяжну шафу, здати лаборантові та прибрати свої робочі місця. Обов'язково ретельно вимити руки [20].

Про порушення даних правил та випадки відхилення від нормального ходу лабораторного зайняття, повідомляти викладачеві, черговому лаборантові або завідувачеві лабораторією [20].

З метою протипожежної безпеки необхідно знати, де знаходяться протипожежні засоби і порядок термінової евакуації з лабораторії під час пожежі, а також хімічна лабораторія повинна бути забезпечена вогнегасниками, ящиками з піском, ковдрами [20].

У кожній хімічній лабораторії є аптечка. Кожен студент повинен вміти надати першу долікарську допомогу потерпілому (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Перша допомога при опіках та отруєннях

Подія	Перша допомога
Опіки кислотами, хлором або бромом	Промити опік великою кількістю води, потім 5%- ним розчином NaHCO_3
Опіки лугами	Промити рясно водою.
Опіки очей	При опіку кислотами промити 3% -м розчином Na_2CO_3 . При опіку лугами застосовувати 2% -й розчин оцтової кислоти
I- й ступінь (почервоніння)	Накласти вату, змочену етиловим спиртом. Повторити змочування.
II- й ступінь (пухирі)	Те ж саме. Обробляти 5% -м розчином KMnO_4 або 5% -м розчином таніну.
III- й ступінь (руйнування тканин)	Покрити рану стерильною пов'язкою і викликати лікаря.
Отруєння твердими або рідкими речовинами	Викликати блювоту, випивши 1% -й розчин сульфату міді(II) CuSO_4
Отруєння газами	Потерпілого негайно вивести на свіже повітря.
Попадання їдких речовин в рот й органи травлення	У випадку попадання кислоти – випити кашку з оксиду магнію; у випадку попадання лугу – випити розчин лимонної кислоти або дуже розбавленої оцтової кислоти.
Потрапляння стороннього тіла в очі	Стороннє тіло видаляють струменем розчину борної кислоти або чистої води, спрямовуючи його від виска до носа, і якщо не вдається видалити – негайно звернутися до лікаря
Порізи шкіри	Рану продезінфікувати розчином перманганату калію або спиртом, обробити з країв йодом і перев'язати бинтом або заклеїти лейкопластиром. У разі надмірної кровотечі накласти джгут

3.2. Результати досліджень

3.2.1. Визначення загальної лужності

Таблиця 3.2

Загальна лужність кухонної солі

№ зразка	Об'єм розчину HCl, витрачений на титрування, см ³	Загальна лужність, г/дм ³
1	V(HCl) ₁ = 0,2 V(HCl) ₂ = 0,1 V(HCl) ₃ = 0,1 V(HCl) _{сер.} = 0,13	1,3
2	V(HCl) ₁ = 0,2 V(HCl) ₂ = 0,1 V(HCl) ₃ = 0,2 V(HCl) _{сер.} = 0,16	1,6
3	V(HCl) ₁ = 0,3 V(HCl) ₂ = 0,2 V(HCl) ₃ = 0,2 V(HCl) _{сер.} = 0,23	2,3
4	V(HCl) ₁ = 0,2 V(HCl) ₂ = 0,2 V(HCl) ₃ = 0,2 V(HCl) _{сер.} = 0,2	2,0
5	V(HCl) ₁ = 0,2 V(HCl) ₂ = 0,3 V(HCl) ₃ = 0,3 V(HCl) _{сер.} = 0,26	2,6

3.2.2. Визначення рН

Таблиця 3.3

рН сольового розсолу

№ зразку	рН сольового розчину
1	7,34
2	7,4

Продовж. табл. 3.3

3	7,31
4	6,9
5	7,02

3.2.3. Визначення масової частки вологи

Таблиця 3.4

Масова частка вологи кухонної солі

№ зразку	Маса бюксу, г	Маса бюксу з сіллю до висушування, г	Маса наважки солі, г	Маса бюкса з сіллю після висушування, г	Масова частка вологи, %
1	19,10	29,20	10,10	29,084	1,14
2	19,08	29,265	10,185	29,173	0,90
3	19,06	29,585	10,525	29,518	0,63
4	14,38	24,50	10,120	24,424	0,75
5	6,20	16,24	10,040	16,188	0,51

3.2.4. Визначення промивних вод на вміст іонів хлору розчином азотнокислого срібла

Таблиця 3.5

Вміст іонів хлору у промивних водах

№ зразку	Кількість крапель AgNO ₃ 10%
1	3
2	2
3	4
4	3
5	2

3.2.5. Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин

Таблиця 3.6

Масова частка нерозчинних у воді речовин

№ зразку	Маса бюксу з фільтром, г	Маса бюкса з нерозчинними у воді речовинами, г	Маса наважки солі, перерахована на абсолютно суху речовину, г	Масова частка вологи, %	Масову частку нерозчинних у воді речовин, %
1	19,415	19,426	9,984	1,14	0,11
2	19,438	19,445	10,093	0,90	0,06
3	19,424	19,452	10,458	0,63	0,26
4	14,754	14,794	10,044	0,75	0,40
5	6,572	6,605	9,988	0,51	0,33

ВИСНОВКИ

Провели аналіз наукових джерел та фахової літератури щодо характеристики та якості харчової солі, лабораторних методів визначення фізико-хімічних показників якості.

Опанували методи визначення загальної лужності кухонної солі, рН сольових розчинів, вмісту вологи та нерозчинних у воді речовин. Виконали дослідження згідно ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна».

В результаті виконаних експериментальних досліджень встановили, що значення рН сольових розчинів п'яти зразків відповідає нормі (6,5-8,0). Загальна лужність кухонної солі п'яти зразків становить в межах 1,3-2,6, що корелює з теоретичними даними. Найменший вміст вологи має сіль ТМ «Сіль кухонна виварена вакуумна гатунок екстра», становить 0,51%. За даними аналізу найбільш схильна до злежування та утворення моноліту сіль ТМ «Сіль виварна Етекси тиз харчова йодована» – вміст вологи в ній найбільший (1,14%). Встановлено, що сіль ТМ «Сіль морська харчова» має найменший вміст нерозчинних у воді речовин (0,06%). Найбільш забрудненою є домішками сіль ДП «Сіль кам'яна кухонна»- вміст нерозчинного залишку становить 0,40%. Нерозчинний залишок є невід'ємною частиною харчової солі. Для того, щоб сіль відносилася до категорії харчової, нерозчинного залишку повинно бути менше, ніж 1%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чим відрізняється морська сіль від кухонної : веб-сайт. URL: <https://poradu.com.ua/chim-vidrizniaietsia-morska-sil-vid-kyhonnoi/>.
2. Страви, закуски, напої, десерти барів і буфетів: Підручник / В. С. Доцяк, Л. О. Стременко, І. В. Стременко. — К.: Вища шк., 1998. — 519с. ISBN 5-11-004724-3 (с.: 213—214).
3. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.
4. Поварена сіль і харчові кислоти. Класифікація повареної солі за походженням і виробництвом, характером обробки, якості і способу пакування. Визначення нерозчинних у воді речовин: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/5643375/page:3/>.
5. Зайцева Г. Т., Горпинко Т. М. Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів: Підруч. для проф.-техн. навч. закладів. — К.: Вікторія, 2002. — 400 с. ISBN 966-95870-6-9(с.: 72-73).
6. Хлорид натрію : веб-сайт. URL: <https://subject.com.ua/article/article2018/4.html>.
7. Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська Політехніка», 2005. – 552 с.
8. Загальна хімічна технологія: промислові хіміко-технологічні процеси: навч. посіб. / С.В. Іванов, Н.М. Манчук, П.С. Борсук. — К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. —280 с.
9. Формула солі кухонної. Хімічна формула: поварена сіль. Властивості кухонної : веб-сайт. URL: <https://government.com.ua/navchannia/formula-soli-kukhonnoji-khimichna-formula-povarena-sil-vlastivosti-kukhonnoji-soli.html>.
10. Розділ 1. Катіони першої аналітичної групи : веб-сайт. URL: <https://anchem.knu.ua/books/analysis/1.htm>.
11. Йодована сіль : веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/z8UKaFA>.

12. «Про йододефіцит: Міфи [Архівовано 4 березня 2016 у Wayback Machine.]». Інформаційний ресурс Дитячого фонду ООН (ЮНІСЕФ) з питань йододефіциту VIRNO.UA.
13. Сіль йодована. Технічні умови. [Чинний від 2004-05-28]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
14. Проблема йододефіциту : веб-сайт. URL: <https://pereschepynske.otg.dp.gov.ua/novini-ta-podiyi/novini/problema-jododeficitu>.
15. Морська сіль : веб-сайт. URL: <http://surl.li/gxvbp>.
16. Морська сіль : веб-сайт. URL: <https://www.npblog.com.ua/index.php/himiya/morska-sil.html>.
17. Йодована і морська сіль: 5 важливих відмінностей : веб-сайт. URL: <https://newsdaily.org.ua/5751-yodovana-i-morska-sil-5-vazhlivikh-vidminnostey.html>.
18. Чим відрізняються кухонна, морська, гімалайська, кошерна та кельтська солі : веб-сайт. URL: <https://life.liga.net/poyasnennya/news/chem-otlichayutsya-kuhonnaya-morskaya-gimalayskaya-koshernaya-i-keltskaya-soli>.
19. Оцінка якості кухонної солі : веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/5152746/page:6/>.
20. Правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії : веб-сайт. URL: https://spo.stu.cn.ua/Oksana/harch_himia_lab_prakt/50.html.