

**Національний університет "Чернігівський колегіум"
імені Т.Г. Шевченка**

Природничо-математичний факультет
Кафедра хімії, технологій та фармації

Кваліфікаційна робота

освітній ступінь: магістра

на тему:

«Хімічний склад комплексу-мацерату на основі бурштину»

Виконав:

студент 6 курсу, 62 групи

спеціальності 102 Хімія

Микуленко Олександр Сергійович

Науковий керівник:

к.фарм.н., доцент кафедри хімії,

технологій та фармації

Вороніна-Тузівських Юлія

Василівна

Чернігів – 2024

Роботу подано до розгляду « 5 » 12 2024 року.

Студент (ка)



Микуленко О.С.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник



Вороніна-Тузівських Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент



Деймур М.П.

(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота розглянута на засіданні кафедри хімії, технологій та фармації

(назва кафедри)

протокол № 7 від « 11 » з грудня 2024 року.

Студент (ка) допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри



Курмакова І.М.

(прізвище та ініціали)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- НД** – нормативна документація
- ЦНС** – центральна нервова система
- ЗДА** – залізодефіцитна анемія
- АТФ** – аденозинтрифосфорна кислота
- СДГ** – сукцинатдегідрогеназа
- ЦТК** – цикл трикарбонових кислот
- КоА** – кофермент А
- ГДФ** – гуанозиндифосфат
- АДФ** – аденозиндифосфат
- ГТФ** – гуанозинтрифосфат
- АТФ** – аденозинтрифосфат
- ФАД** – флавінаденіндинуклеотид

РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Хімічний склад комплексу-мацерату на основі бурштину». Вивчення хімічного складу бурштину проводилось на базі ВертексБіо, зразок досліджуваного комплексу був наданий ТОВ «Іл Сав Амбер».

Метою досліджень було встановити основний хімічний склад комплексу-мацерату на основі бурштину.

Робота виконана на 63 сторінках машинописного тексту, містить 7 таблиць і 15 рисунків, для її написання використано 52 літературних джерела. Наукова новизна одержаних результатів: вперше проведено ґрунтовне дослідження комплексу-мацерату на основі бурштину.

Основні результати: У результаті проведених досліджень визначено хімічний склад комплексу-мацерату на основі бурштину. Порівнянно результати хімічного складу бурштину та комплексу-мацерату на його основі. Встановлено імовірну можливість використання комплексу в якості сировини для виробництва препаратів медико-фармацевтичній та косметологічної галузі.

Ключові слова: бурштин, комплекс-мацерат, вітаміни, бурштинова кислота, елементний склад.

ЗМІСТ

	Стр.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	3
РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. БУРШТИН ЯК ЦІННА ПРИРОДНА СИРОВИНА.....	8
1.1. Загальні відомості про хімічний склад бурштину.....	8
1.2. Добування та переробка бурштину.....	11
1.3. Методи ідентифікації бурштину	17
1.4. Одержання бурштинової кислоти у промисловості.....	22
1.5. Лікувальні властивості та протипоказання щодо бурштину.....	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ-МАЦЕРАТУ НА ОСНОВІ БУРШТИНУ	34
РОЗДІЛ 4. ІМОВІРНЕ ПОДАЛЬШЕ ГАЛУЗЕВЕ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ.....	39
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Бурштин – викопна скам'яніла смола, давніх переважно хвойних дерев, що утворилася 45-50 млн. років тому, яка в процесі фосилізації зазнавала окиснення і полімеризації з утворенням органічних кислот. На стадії катагенезу бурштин ущільнюється і набуває темнішого забарвлення [10].

За міжнародною мінералогічною термінологією бурштином прийнято називати скам'янілу смолу з вмістом сукциніту (від латинської назви сосна, що росла в далекому минулому на території сучасної Прибалтики), все інше - бурштиноподібні смоли. Використовується для виготовлення ювелірних виробів, косметики, ліків тощо [12].

Актуальність теми: бурштин відомий своїми корисними властивостями, завдяки яким він завжди є популярним. Вироби, мазі, а також порошки не тільки застосовували в медицині, але і використовували в релігії. Така популярність була обґрунтована і його зовнішнім виглядом.

Вік деяких скам'янілих зразків становить кілька мільйонів років. У таких каменях можна виявити останки комах, павукоподібних та рослин. Здавна описані лікувальні властивості бурштину. Тому він представляє великий інтерес не тільки для ювелірів і колекціонерів, але також і для вчених хіміків та фармакологів.

Мета роботи – дослідити хімічний склад комплексу-мацерату отриманого на основі бурштину та встановити можливість його використання в якості сировини для виробництва препаратів медико-фармацевтичній галузі.

Для виконання поставленої мети виникли **завдання:**

1. Проаналізувати загальні відомості, хімічний склад бурштину.
2. Охарактеризувати добування, переробку та методи аналізу викопної скам'янілої смоли.
3. Розглянути на основі аналізу інформаційних даних застосування бурштину в медико-фармацевтичній галузі.

4. Провести дослідження хімічного складу комплексу-мацерату на основі бурштину.

Об'єкт дослідження: порівняння хімічного складу бурштину та комплексу-мацерату на його основі.

Предмет дослідження – хімічний складу комплексу-мацерату на основі бурштину.

Наукова новизна полягає в тому, що вперше проведено ґрунтовне дослідження комплексу-мацерату на основі бурштину ТОВ «Іл Сав Амбер».

Апробація роботи здійснена на Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих учених *Крок у науку: дослідження у галузі природничо-математичних дисциплін та методик їх навчання* (20 листопада 2024 р., м. Чернігів). За результатами дослідження подана стаття у фаховий журнал “Biota.Human.Technology”.

РОЗДІЛ 1

БУРШТИН ЯК ЦІННА ПРИРОДНА СИРОВИНА

1.1. Загальні відомості про хімічний склад бурштин та фізико-хімічні властивості

В залежності від місця видобутку бурштин (рис. 1.1.) – неоднорідний за своїм хімічним складом. Це складна суміш вуглеводнів, смол, бурштинової кислоти і олій тощо. До складу бурштин входить більше 40 сполук [7].



Рис.1.1. Зовнішній вигляд природнього бурштин (ліворуч), перероблений бурштин в сировину - пудру-абразив (праворуч).

Відсоткове співвідношення присутніх в бурштині компонентів в типовому випадку становить:

- ✓ 78,6% - Карбон;
- ✓ 10,5% - Гідроген;
- ✓ 10,5% - Оксиген;
- ✓ 0,4% - Сульфур.

Бурштин, як мінерал має наступну хімічну формуло – $C_{10}H_{16}O_4+(H_2S)$ [13].

Сукцинат містить лактонові (складні ефірні) групи і являє собою естер. Вміст бурштинової кислоти (рис. 1.2) в сукцинаті коливається від 3 до 8%:

найменше – у прозорому сукциниті (3,2-4,5%), найбільше – у вивітреній поверхневій шкірці (8,2%) [14].

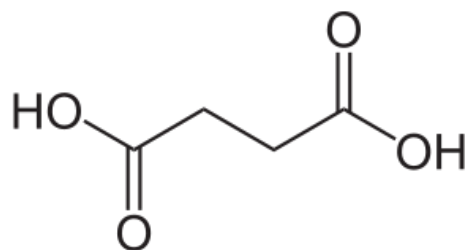


Рис.1.2. Бурштинова кислота.

Бурштинова кислота при нагріванні втрачає воду (рис. 1.3), утворюючи циклічний ангідрид янтарної кислоти.

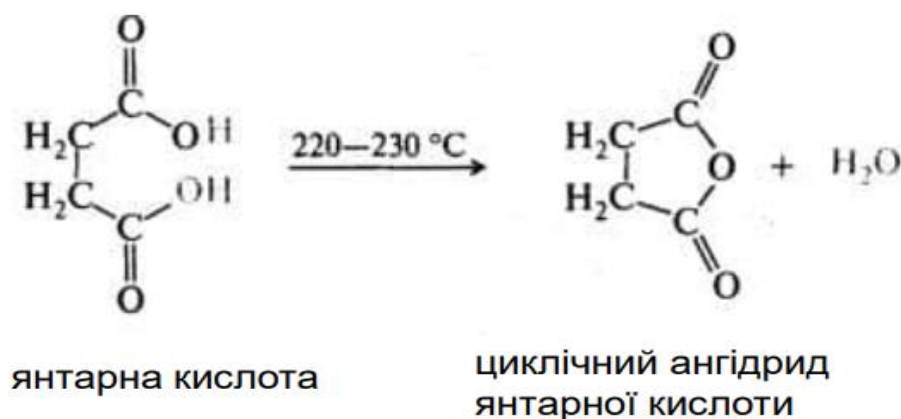


Рис. 1.3. Дегідратація бурштинової кислоти.

Згідно викладеному бурштин складається з трьох груп сполук [7,13]:

- летких ароматичних сполук - терпенів з 10 атомами вуглецю і сесквітерпенів з 15 атомами вуглецю в молекулі (близько 10% ваги);
- розчинних органічних кислот: дегідроабієтінова, ізодекстропімарова, дегідроізопімарова, сандаракопімарова, діагатенова і абієтінова і її ізомери: левопімарова, палюстрінова, неоабієтінова, декстропімарова та ізодекстропімарова кислоти. Вони складають розчинну в органічних розчинниках частину (20-25%);
- нерозчинних полієфірів цих кислот зі спиртами, утвореними з цих же кислот – сукцинит [1, 44].

Бурштин має особливі фізико-хімічні властивості [1,16]:

- ✓ Кристалографічна система бурштину: аморфна, зрідка зустрічаються кристалічні утворення.
- ✓ Оптичні властивості бурштину: ізотропний (незалежність властивостей матеріалу від напрямку вимірювання). Більшість янтарів слабо анізотропні. Анізотропія пов'язана з напругою, що виникає при фосилізації смоли, а також з різними механічними діями, яким бурштин піддається після свого утворення.
- ✓ Показник заломлення: 1,537-1,548.
- ✓ Щільність: 1,05-1,09 г/см³(зустрічаються зразки до 1,3 г/см³).
- ✓ Твердість: 2,0-2,5 за шкалою Мооса (для порівняння: твердість гіпсу – 2, кварцу – 7, алмазу – 10).
- ✓ Крихкість: легко розбивається від удару або при падінні.
- ✓ Спайність: відсутня, злам раковистий, рідше скалкуватий.
- ✓ Блиск бурштину: жирний, смолистий, рідше восковий.
- ✓ Кольори бурштину: непрозоро-білий, лимонно-жовтий, золотистий, червоно-коричневий; прозоро-безбарвний, блідо-жовтий, яскраво-червоний; від густо-червоного до чорного; дуже рідко зелений (прозорий і непрозорий) і синій.
- ✓ Люмінесцентні властивості бурштину: ефект світіння у відбитому світлі, ультрафіолетовому опроміненні.
- ✓ Статична електрика: при терті притягує дрібні легкі предмети (шматочки паперу, ворсинки і т.п.)
- ✓ Тепло- та електропровідні властивості бурштину: вкрай низькі; теплий на дотик.
- ✓ Термопластичність: плавиться при температурі 350-380 °С.
- ✓ Термостійкість: добре горить з виділенням приємного смолянистого диму.

- ✓ Включення: органічні залишки флори і фауни; неорганічні мінерали, гази і рідини [5].

1.2. Добування бурштину

Унікальні властивості бурштину підтримують постійний зростаючий на нього попит. Вивченням фізико-механічних та хімічних властивостей бурштину займались багато вчених: Василишин І.С., Криницька М.В., Києвленко Є.Я., Квасниця В.Н., Лустюк М.Г., Лазаренко Є.К., Панченко В.І. та інші. Дослідження вчених, в основному, присвячено вивченню генезису та морфології бурштиновмісних родовищ, використанню бурштину в різних галузях народного господарства [1-7].

Найбільш відомими родовищами бурштину є:

- Балтійське море: балтійський бурштин вважається одним з найпопулярніших типів каменю. Його можна знайти на узбережжі Балтійського моря, а також у країнах Балтії та Польщі. Цей вид бурштину зазвичай має жовтий або червоний відтінок і часто містить включення, такі як комахи, рослини чи інші організми [24].
- Америка: в Америці бурштин можна знайти в ряді країн включаючи США, Мексику та Домініканську Республіку. Бурштин з цих регіонів також представлений в різних кольорах, таких як жовтий, червоний, коричневий і чорний [21].
- Азія: у Азії бурштин зустрічається в країнах таких як Китай, Індонезію та М'янму. Як і в інших частинах світу, бурштин з Азії може бути різних кольорів, включаючи жовтий, червоний, коричневий і чорний [24].
- Східна Європа: також є важливим регіоном для добування бурштину [19].

Використання та видобуток бурштину на території України ведеться з давніх часів. За даними літературних джерел по запасам бурштину Україна посідає третє місце у світі (близько 100 тис. т) вслід за Польщею (700 тис. т)

[18]. На сьогодні на території країни відкрито шість родовищ та знайдено декілька десятків проявів бурштину. Поодинокі його знахідки зафіксовано практично по всій Україні й обчислюються сотнями [17]. У Рівненській області на Клесівському родовищі бурштиновмісні поклади виймають екскаватором [19]. Видобуту породу доставляють спеціалізованим транспортом до блоку промивання, який розміщений на промисловій ділянці. Спочатку порода надходить у навантажувач, з якого по транспортеру подається на грохот. Грохот обов'язково має бути обладнаний металевою сіткою з безліччю комірок діаметром близько 5,0 мм. Над грохотом на висоті 20 см від сітки встановлена трубкова система, в якій під тиском насосом подається вода [6,20]. Вона вимиває наявні домішки: глину, пісок, кремній, уламки кристалічних порід та бурштин розміром менше за 5,0 мм, переміщуючи їх у спеціально підготовлений кар'єр. Шматки породи та самоцвітів розміром 5,0 мм і більше надходять по транспортеру на розборку [23]. Далі бурштин відокремлюється вручну від вміщуючої його породи. На родовищі, щорічно добувається більше 100 кг корисної копалини, 95% добутого бурштину відноситься до категорії ювелірного [7-10]. Гідрогеологічні умови Клесівського родовища відносно прості, повсюду розвинутий верхній водоносний горизонт підземних вод, джерелом живлення якого служать атмосферні опади [19]. Водовміщуючі породи представлені дрібнозернистими четвертичними пісками та дрібно середньозернистими пісками олігоценового віку. Потужність горизонту сягає 12 м. У нижній частині він являє собою напірний плавун. На більшій частині території водотривом є темно-зеленувато-сірі глини ранньоолігоценового віку або структурована каолінізована кора вивітрювання кристалічних порід. За даними українського геолога В.І. Панченка [3;10], Клесівське родовище бурштину є перспективним за запасами, знаходиться в зоні обрамлення протерозойських кристалічних порід північнозахідної частини Українського щита осадовими утвореннями палеогену. Розсип складається з кількох

ділянок, дві з яких відкрито кар'єрами [8]. Продуктивний горизонт родовища складається з трьох піщаних шарів, складених різнозернистими кварцовими пісками, які неоднаково збагачені глинистою речовиною, органічними матеріалами та бурштином. Нижній шар спорадично збагачений глауконітом, від чого бурштиновмісна порода набуває голубого відтінку. Шматки бурштину досягають розміру 10 см. За даними В.І. Панченка та О.С. Ткачука, вміст бурштину в родовищі – від 15 г/м³ до 310 г/м³ та навіть 1000 г/м³, середній – 50 г/м³. Розподіл бурштину нерівномірний, максимальна концентрація його знаходиться в основі товщі. Згідно з даними досліджень [7-10], на Рівненщині виявлено три зони і чотири райони з промисловими концентраціями бурштину. Всі вони належать до Прип'ятського басейну седиментації, в якому одночасно з накопиченням морських відкладів в олігоцену епоху (близько 35 млн років тому) утворювались масштабні бурштинові розсипи [8]. Загальна площа поширення перспективних бурштиновмісних горизонтів у Рівненській області – 3810 км², що складає 18% її загальної території. Аналіз літературних джерел показав, що у Рівненській області два родовища бурштину: Клесівське в Сарненському та Вільне у Дубровицькому районах, які на сьогодні розробляються державним підприємством «Бурштин України» [10]. Найбільші бурштинові родовища «Клесів», «Вільне», «Володимирець-Східний» містять щонайменше кілька сотень тон бурштинової сировини, з яких знайдено промислових запасів 128 т. Два з них експлуатуються: Клесівське родовище (ділянка «Пугач») розробляється державним підприємством «Бурштин України», «Володимирець-Східний» – ТОВ «Центр «Сонячне ремесло». Сумарний легальний видобуток бурштину складає від 2,61 – 4,96 тон. У державному балансі запасів «Янтар» враховувалися чотири родовища – Клесівське, Вільне, Володимирець-Східний та Золоте (Південно-Східна ділянка). Балансові запаси цих родовищ становлять по категорії С1 – 63,61 т, по категорії С2 – 162,87 т [9; 10]. Потенційні запаси бурштину в області значно

більші. За результатами пошуково-оцінювальних робіт Рівненської КГП ДП «Українська геологічна компанія» прогнозні ресурси бурштину лише в Дубровицькому, Сарненському та Володимирецькому районах становлять більше 1400 тон. Так, на Федоріському прояві, розташованому південніше Клесівського родовища, продуктивні відклади представлені пісками. В межах прояву зустрічаються шматки бурштину (від 0,3 см до 5-15 см). Потужність продуктивної товщі – від 0,5 м до 11,0 м [15].

Клесівське родовище в тектонічному відношенні розташоване в межах опущеної частини Осницького блоку – Клесівського гребеню [7-10]. Негативна структура незначна за розміром (за даними геолого-знімальних робіт – 240 км²), має форму близьку до правильної чотирикутної і обмежена розломами. Від щита відмежована Шахинською, а на заході обрамлена Миляцькою меридіональними локальними тектонічними зонами [19]. В межах даного успадкованого пониження розташовані переважно всі (крім прояву біля с. Переброди на півночі району та Томашгородського прояву на сході) виявлені на даний час прояви бурштину в межах Клесівського бурштиноносного району. За даними [8-10] нижня частина горизонту (протяжністю 700 м) ділянки Великий Пугач Клесівського родовища представлена піском дрібно-, середньозернистим переважно зеленувато-сірого забарвлення, з вмістом глауконіту до 5%. Потужність змінюється від 1-2 м до 5-6 м. Серед піску зустрічаються проверстки (2-3 см) темно-сірого до чорного забарвлення, збагачені розсіяним вуглистим матеріалом та, переважно, з бурштином. Бурштин в основному обкатаний [10]. В основі горизонту зустрічається галька порід фундаменту та чорного кременю (3-5%). Верхня частина горизонту представлена піском дрібно- і середньозернистим сірим, з проверстками світло-сірого; вуглиста органічна речовина розсіяна нерівномірно, зустрічаються проверстки глини потужністю 1-2 см та хаотично розташовані уламки вуглефікованої деревини. Потужність від 0,5 до 1,6 м [7]. На північному заході родовища продуктивна

товща простежується між двома островами, складеними породами фундаменту і розташованими на незначній відстані один від одного. Межигірська товща приурочена до центральних частин палеопротоки. Верхня частина товщі, потужністю 0,6-1,9 м, представлена різнозернистими пісками сірого, темно-сірого, подекуди зеленувато-сірого забарвлення. Бурштин в даній частині товщі в межах досліджуваного розрізу не виявлений [8]. Бурштин у більшості випадків виявлено в нижній частині товщі, потужність якої змінюється від 2,7 до 4,3 м. Нижня частина зеленувато-сірого кольору літологічно подібна до верхньої, однак зустрічаються проверстки, збагачені розсіяною вуглистою речовиною та уламки вуглефікованої деревини. Територіально віддалена (2 км) ділянка родовища «Північна» (біля с. Кривиця) має незначні потужності бурштиновмісних відкладів (1-2 м) і представлені піском з лінзами глини [1; 3; 9; 10]. Північно-східне родовище «Вільне» з вмістом бурштину від 0,6 г/м³ до 242,7 г/м³ (в середньому 56,0 г/м³) уламковий бурштин виявлено на прояві «Мочулище» (вміст 1,0 – 36,5 г/м³), на прояві «Хутірський» (вміст 2,2-51,6 г/м³) в темно-сірих піщано-глинистих відкладах. Подібні утворення виявлені і в північно-східній частині даного бурштиноносного району при проведенні пошукових робіт на проявах «Золоте», «Ясинець», «Осова» [3; 10]. У Володимирецькому районі Рівненської області крім відкритих родовищ виявлені перспективні прояви бурштину біля селищ Дубівка, Жовкине, Вирка. Відклади продуктивної товщі в переважній більшості представлені піщаними фракціями з різнозернистим матеріалом. На цей час проводяться детальні літологічні дослідження продуктивних відкладів та аналіз зміни їхніх потужностей і глибини залягання [17]. Зараз бурштин знаходять на неогенових відкладах, які покривають сірчані руди в Язівському, Немирівському, Роздільському та Подорожненському родовищах і в Речичанському сіркопрояві. В кар'єрі рудника Язівського родовища нараховані більше 2000 шматків бурштину від міліметра до 25 см. Великі

поклади бурштину виявлено у Волинській та Житомирській областях [18]. Згідно з виконаними дослідженнями у Волинській області є чотири родовища; «Гута Лісовська», «Маневичі», «Череваха», «Чорторійське». Щодо покладів у Житомирській області, то найбільші з них виявлені у Овруцькому та Олевському районах. Бурштин виявлено на території Коростенського, Володарсько-Волинського та Черняхівського районів. Дещо менше запасів у Лугинському, Ємільчинському, Червоноармійському та Коростишівському районах [8,17].

Щодо основних методів видобутку бурштину, то вони включають [6]:

1. Відкрита розробка: Це найбільш поширений метод, який є економічно вигідним. Він передбачає знаття верхніх шарів ґрунту до того моменту, поки не буде знайдений бурштин. Цей метод може завдати значної шкоди навколишньому середовищу.

2. Підземна розробка: Цей метод є менш шкідливим для навколишнього середовища, ніж відкрита розробка. При цьому способі шахти копаються для доступу до бурштину, однак підземна розробка є більш дорогою.

3. Ручна розробка: Застосовується в випадках, коли родовища бурштину є невеликим або бурштин залягає на невеликій глибині [4].

Добування бурштину із піщаних родовищ переважно здійснюється двома основними способами [9].

Механічний спосіб включає розробку ґрунту за допомогою механічних засобів у відкритих кар'єрах або під землею. Цей метод передбачає розкриття продуктивного шару ґрунту, екскаваційні роботи, транспортування породи до місця, де бурштин відокремлюється від породи шляхом миття, а також рекультивацію земель [1].

Недоліками цього методу є високі експлуатаційні та економічні витрати, винос породи на поверхню та негативний вплив на екологію. Гідравлічний спосіб передбачає використання струменів води під високим

тиском для розмивання продуктивного шару ґрунту і виносу бурштину на поверхню.

Цей метод також може включати свердловинне гідравлічного добування, яке включає розкриття продуктивного горизонту за допомогою свердловин, встановлення гідродобувального обладнання, підрізання продуктивного горизонту і заповнення відрізаних щілин водою. Порода руйнується і розмивається, а пульпа піднімається на поверхню через свердловини завдяки постійному надходженню рідини [15].

Складність та велика кількість можливих технологічних процесів видобутку і специфіка умов експлуатації родовищ вказують на те, що для вивчення та видобутку бурштину в конкретних умовах виникає потреба у проведенні додаткових досліджень комплексів обладнання у складі гідромоніторів [12].


1.3. Методи ідентифікації бурштину

На сьогодні існує безліч пластмас, синтетичних смол, целулоїду, скла і композитів, які дуже добре відтворюють основні властивості натурального бурштину. Такі вироби називаються імітаціями бурштину.

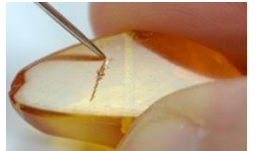
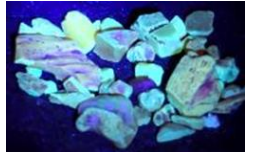

Існує кілька примітивних способів діагностики натурального бурштину, які представлені в таблиці 1.1 [7]:




Таблиця 1.1.

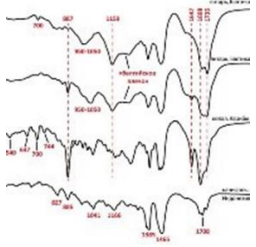
Способи ідентифікації бурштину

№ п/п	Спосіб	Опис	Зображення
Найпростіші способи ідентифікації			
1.	<i>Загальний вигляд</i>	Камінь повинен бути схожим на бурштин за кольором, вагою, прозорістю, формою і розміром. Бурштин зустрічається у вигляді зерен і пластин розміром від кількох мм до 50 см [8]. Часто прозорий, колір переважно жовтий (сукцинїт),	

		помаранчевий до вишнево-червоного (руменіт, Бірма), відомі восковий (бастард) і молочно-білий (кістяний) бурштин. Внесок показника в загальну достовірність: 50%.	
2.	<i>Термопроба</i>	Якщо підпалити отриману з каменю крихту або розігрітою голкою доторкнуться до бурштину в непомітному місці, то натуральний бурштин відразу почне поширювати приємний аромат соснової смоли, хвої [8]. Пластмаса буде мати запах – палаючої гуми, пластику, буде коптити. Внесок показника в загальну достовірність: 10%.	
3.	<i>Проба на розчинник</i>	Щоб відрізнити копал від справжнього бурштину потрібно капнути краплю спирту на виріб і прикласти палець. Якщо поверхня суха - бурштин, липка - копал [1]. При відсутності спирту можна скористатися ацетоном: капнуть на виріб і залишите на 3 секунди. Після цього зтерти краплю, якщо залишилася пляма - копал. Внесок показника в загальну достовірність: 10%.	
	<i>Густина</i>	Натуральний бурштин тоне у звичайній воді, так як середня густина бурштину дорівнює 1,08-1,12 г/см ³ , а густина води при кімнатній температурі (20°C) - 0,99 г/см ³ . Але, якщо в 100 мл води додати 31,72 г хлориду натрію (NaCl), то густина отриманого розчину буде 1,20 г/см ³ . При зануренні в такий розчин натуральний бурштин –	

		спливе. Сучасні смоли і пластмаса відрізняються від бурштину більш високою густиною ($>1,20 \text{ г/см}^3$), тому будуть опускатися на дно [11]. Але, якщо виріб укладено в металеву оправу, скористатися цим способом буде важко. Обовязково потім потрібно відмити бурштин від солі, щоб не зіпсувати поверхню сольовою кіркою. Внесок показника в загальну достовірність: 7%.	
	<i>Крихкість</i>	Провести по поверхні каменю не надто гострим лезом. Натуральний бурштин тут же дасть дрібну крихту. Імітація бурштину із пластмас може дати тільки стружку, причому ще й закручену [8]. Імітація бурштину зі скла залишиться цілою. Так само натисніть на виріб твердим предметом. Якщо на ньому лишився слід це копал. Внесок показника в загальну достовірність: 1%.	
	<i>Люмінесценція</i>	Під впливом ультрафіолетового випромінювання бурштин почне люмінесцювати – давати світло переважно від блакитно-білого до жовто-зеленого. Більшість пластмас в ультрафіолетових променях не світяться, копал стає білим, бірміт – блакитним [8]. Внесок показника в загальну достовірність: 1%.	
	<i>Електризуємість</i>	Якщо шерстяною ганчіркою енергійно потерти бурштин – натуральний бурштин стане злегка наелектризованим статичною електрикою і буде притягувати маленькі шматочки паперу, нитки і пил [16]. Але, багато пластмас володіють тими	

		ж властивостями, але якщо вони не "наелектризувались", то це явна підробка. Внесок показника в загальну достовірність: 1%.	
Професійні експертні способи діагностики натурального бурштину			
	<i>Структура під мікроскопом або луною</i>	Як зовні так і в середині натуральний бурштин повинен мати відповідну структуру: характерні течії і тріщинки, пухирці повітря, залишки рослинності. Внесок показника в загальну достовірність: 7%.	
	<i>Інклюзії</i>	Включення комах також можна зустріти в імітаціях бурштину. Якщо крильця комах складені, це говорить про те, що інклюзія була проведена пост мортем. А в справжньому бурштині жива істота, що потрапила в смолу, намагалась вибратися, тому крила у неї в розправленому вигляді [8]. Також в імітації можуть бути групи комах або рослин, які просто не змогли б в нього потрапити, або по середовищу існування, або ж за віком. Внесок показника в загальну достовірність: 3%.	
	<i>Шкірка вивітрювання</i>	При тривалому перебуванні на повітрі поверхня бурштину змінюється. Якщо розпилити шматок бурштину, то можна побачити, що поверхня його забарвлена інтенсивніше, ніж центральна частина. Шкірка вивітрювання у балтійського бурштину або відсутня зовсім або досягає незначної товщини від 0,3 до 1 мм. Як правило, має буро-жовтий колір [12]. Товщина шкірки у рівненського бурштину	

		<p>коливається в межах від 0,5 до 4 мм і часто має червоний, оранжевий, бурий, а іноді, темно-коричневий відтінок. У тріснутих ділянках цей процес йде повніше, ніж у суцільному шматку, і закінчується утворенням шкірки окислення (вивітрювання), часто розбитою тонкими тріщинами на полігональні ділянки різного розміру [3]. Внесок показника в загальну достовірність: 5%.</p>	
	<p style="text-align: center;"><i>ІЧ- спектрометрія бурштину</i></p>	<p>Інфрачервона спектроскопія є потужним і експресним методом діагностики та ідентифікації бурштину. Можливість отримання спектра на відображення дозволяє вивчати і діагностувати камені навіть у закріпці [8]. Як і будь-яка органічна речовина, бурштин має свій унікальний ІЧ-спектр поглинання, що дозволяє відрізнити його від синтетичних імітацій. Внесок показника в загальну достовірність: 5%.</p>	

1.4. Одержання бурштинової кислоти та комплексних витягів у промисловості

У промисловості бурштинову кислоту отримують гідруванням малеїнового ангідриду (рис. 1.4) або фумарової кислоти [35]. Бурштинова кислота може бути отримана (рис. 1.5) в результаті багатьох хімічних синтезів, із акрилової кислоти, акролеїна, етилену, ацетилену; шляхом окислення природної сировини (вугілля, сланці, торф, різні нафтові фракції) або таких органічних з'єднань, як оцтовий альдегід, фурфурол, бутиролактон; до цього результату може призвести відновлення маленової або фумарової

кислоти, окиснення природної сировини. Промисловий синтез бурштинової кислоти майже у всіх країнах заснований на реакціях відновлення [35,38,45].

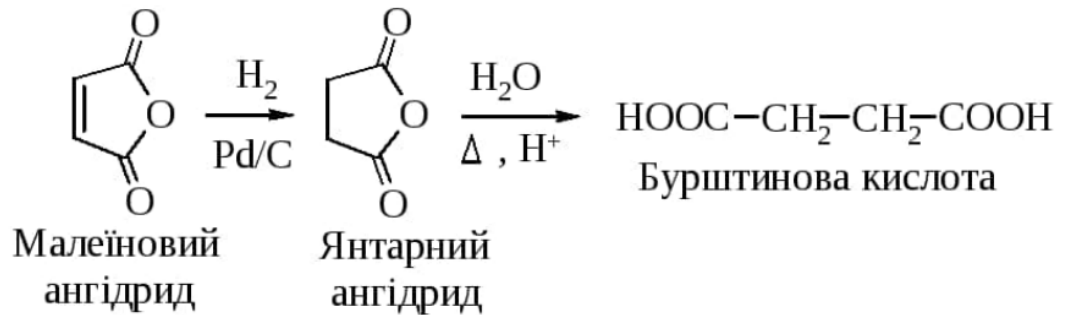


Рис.1.4 Відновлення малеїнового ангідриду

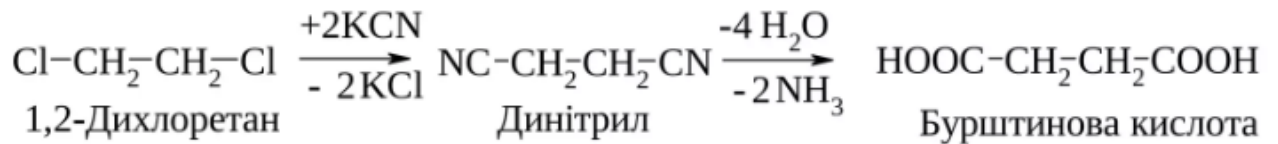


Рис. 1.5. Утворення бурштинової кислоти з дигалогенопохідних

Для отримання максимального лікувального ефекту доцільно екстрагувати (рис. 1.6) природний бурштин з отриманням насичених мацератів (рис. 1.7).

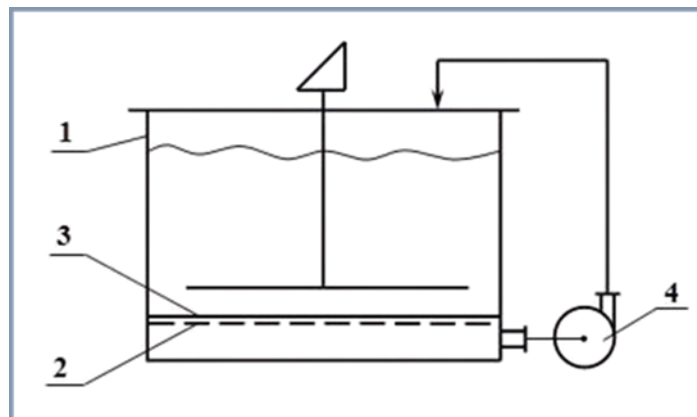


Рис. 1.6. Мацераційний бак з циркуляцією екстрагенту

(1-мацераційний бак, 2-перфороване дно, 3-фільтруючий матеріал, 4-насос).



Рис. 1.7. Зовнішній вигляд комплексу-мацерату на основі бурштину

Досить багато методів технічно використано для вилучення активних речовин з сировини. Деякі нові методи все ще розвиваються, тоді як існуючі зазнають модифікацій [25]. Вибір відповідного способу екстракції є дуже важливим, який у деяких випадках залежить від передбачуваного використання отриманої речовини або комплексу [29].

Мацерація - це екстракційна техніка, процес виділення моноактивних речовин та комплексів [26]. Вона складається із занурення дослідного зразка в розчинник (воду, олію, спирт тощо) усередині герметичної ємності (мацератор/перколятор) на різний час з урахуванням основних та допоміжних стадій технологічного процесу, а також залежно від використовуваного матеріалу та екстрагенту [34]. Вміст періодично перемішують, наприкінці екстрагування застосовують за потреби відокремлення одної фази від іншої та фільтрування [27].

Перед обробкою матеріал повинен бути добре промитий і відокремлений від сторонніх домішок, таких як верхній шар ґрунту, галька, пісок, глина або каміння, бур'яни та матеріали, непридатні для вилучення. Сировина може бути використана в різному співвідношенні залежно від бажаного кінцевого продукту [28,43].

При виборі розчинника для екстракції слід враховувати різні фактори [33,45,50] представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.2

Основні фактори які мають безпосередній вплив при виборі розчинника

№ п/п	Фактор	Обґрунтування
1.	<i>Селективність</i>	Здатність вибраного розчинника витягувати активний компонент і залишати інертний матеріал
2.	<i>Безпека</i>	Ідеальний розчинник повинен бути нетоксичним і негорючим.
3.	<i>Вартість</i>	Має бути якомога дешевшим.
4.	<i>Реактивність</i>	Обраний розчинник не повинен реагувати з екстрактом.
5.	<i>Відновлення</i>	Розчинник швидко відновлюється та відокремлюється від екстракту.
6.	<i>В'язкість</i>	Має бути низької в'язкості, щоб забезпечити легке проникнення.
7.	<i>Температура кипіння</i>	Температура кипіння розчинника має бути якомога нижчою, щоб запобігти розкладанню під дією тепла.

У більш складних методах мацерації використовуються точні кількості розчинників, а також точні вимоги часу для отримання екстракту з відомою ефективністю та забезпечення рівня консистенції від партії до партії [40,52].

1.5. Лікувальні властивості та протипоказання щодо бурштину

Бурштин має широкий спектр застосування в різних сферах людської діяльності [36]. Він є хімічною сировиною для виготовлення лаків, фарб, бурштинової кислоти, бурштинового масла, каніфолі та інших продуктів, що застосовуються у парфумерній та фармацевтичній галузях. Бурштинова кислота – продукт переробки натурального бурштину. Має вигляд білих кристалів, кислуватих на смак [16]. Ця речовина виробляється людським організмом, але під час стресу або фізичних навантажень з'являється дефіцит бурштинової кислоти. Вона стимулює нервову систему, зміцнює діяльність нирок і кишківника, застосовується лікарями як протистресовий, протизапальний і антитоксичний засіб. Кислота використовується для лікування різного роду анемій, гострих радикулітів, хронічних серцево-судинних захворювань (корональний атеросклероз і перенесений інфаркт міокарда), вона добре допомагає в разі патології серцевого м'яза [37]. Кислота чинить благотворний вплив на людей, страждаючих запаленням щитовидної залози. А також володіє протизапальними та антиоксидантними властивостями. Це робить її корисною в косметології для підтримки здоров'я шкіри та зміцнення волосся, а також у виготовленні різних медичних і косметичних продуктів [14, 38].

У медичній практиці також застосовують бурштинові намистини та інші вироби з бурштину використовується для покращення кровообігу і зменшення болю в суглобах [33].

Антибактеріальні, антитоксичні, протизапальні властивості бурштину вже давно доведені, тому люди вибирають цей камінь не лише для виготовлення прикрас, але й для покращення власного здоров'я та благополуччя [13].

Бурштин є потужним природнім засобом для боротьби з численними захворюваннями. Здавна вважалося що маючи в домі вироби з бурштину, будь то прикраси, сувеніри чи просто камінці, ви можете забезпечити собі

захист від багатьох хвороб, починаючи з простих застуд і закінчуючи серйознішими недугами, такими як рак [49].

Особливу цінність має необроблений бурштин у вигляді кулонів, брошок або намистин. Хоча ці вироби виглядають досить просто, їх вплив на здоров'я є досить значними. Щоб запобігти застуді або вірусним респіраторним захворюванням, рекомендується носити бурштин на рівні горла. Найбільша користь буде досягнута, якщо камені будуть мати безпосередній контакт з шкірою [14].

При контакті з тілом бурштин виділяє корисні мікроелементи, такі як йод, мідь, бурштинову кислоту та ін. У медичних цілях рекомендується користуватися необробленими камінням, носити вироби близько до тіла.

Щоб відчутти користь бурштину, існують й інші методи. Наприклад, для лікування застудних захворювань можна нагрівати бурштиновий камінь і вдихати дим, що містить бурштинову кислоту. Завдяки своїм бактерицидним властивостям, зменшує набряки і знімає запалення [47].

Розглянемо кілька давніх способів використання бурштину як засобу від застуди [46]:

➤ носіння бурштинових прикрас:

Носіння бурштинових намист або браслетів може допомогти зміцнити імунітет і підвищити стійкість організму до вірусів та бактерій.

➤ ефірна олія бурштину в ароматерапії:

Додавання кількох крапель ефірної олії з бурштину в аромалампу або дифузор може створити атмосферу, що сприяє зняттю симптомів застуди. Аромат бурштинових смол має тонізуючий ефект на дихальну систему, допомагаючи полегшити дихання і зняти відчуття нудьги.

➤ додавання бурштинового порошку до трав'яних засобів або чаїв:

Бурштиновий порошок можна додавати до трав'яних відварів або чаїв, які мають протизапальні та імуномодулюючі властивості. Це допоможе

зміцнити організм та підвищити його захист від застудних захворювань [14,39].

Для попередження негативних наслідків бурштинові добавки радять приймати під час їжі. Бурштинова кислота, при неправильному використанні може викликати печію і виразки. Надмірне використання засобів з бурштину може призвести до захворювань [43]. Бурштинова кислота є сильним алергеном, тому її слід уникати людям з підвищеною чутливістю та дітям. Серед протипоказань при зовнішньому застосуванні:

- гострі запальні процеси шкіри;
- порушення капілярної мережі;
- індивідуальна непереносимість [11,39].

Зайве нанесення пудри або олії може підвищити чутливість шкіри та викликати почервоніння. При прийомі всередину Бурштинова кислота може негативно впливати на організм, сприяючи підвищенню АТ, шлункового соку і дискомфорт у епігастрії [25].

Протипоказання [18]:

- ✓ гіпертонія;
- ✓ ішемічна хвороба серця;
- ✓ виразка шлунка і дванадцятипалої кишки;
- ✓ глаукома;
- ✓ гастрит з підвищеною кислотністю;
- ✓ сечокам'яна хвороба.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відбір зразків і підготовка їх до випробування відповідно до вимог НД.

Під час використання переносних зональних пробовідбірників точкові проби відбирають із трьох рівнів по висоті:

— верхнього — на відстані 2-3 діаметрів пробовідбірника від рівня наповнення резервуара олією;

— середнього — з середини висоти стовпа олії;

— нижнього — на відстані 2-3 діаметрів пробовідбірника від дна резервуара [25].

Об'єднану пробу комплексу складають змішуванням проб верхнього, середнього і нижнього рівнів у співвідношенні 1:3:1. Об'єм об'єднаної проби повинен становити не менше ніж 5 л.

У разі розбіжностей у визначенні якості комплексу потрібно відбирати точкові проби зональним пробовідбірником через кожні 30 см-100 см (не менше ніж 10 проб). Об'єднану пробу комплексу складають змішуванням точкових проб рівних об'ємів.

Вміст Карбону, Гідрогену, Нітрогену, Сульфур, Оксигену у досліджених зразках визначали загальноприйнятими методами кількісного аналізу.

Масову частку Карбону та Гідрогену визначали методом, який базується на повному спалюванні наважки у швидкому потоці кисню (180-200 см³/хв) за присутності твердого окиснювача, за умови просування човника з наважкою у зоні нагріву назустріч току кисню, і подальшому гравіметричному визначенні зміни маси.

Визначення масової частки Нітрогену проводили напівмікрометодом К'ельдаля. Згідно зазначеного метода пробу певної маси нагрівали з сульфатною кислотою за присутності змішаного каталізатора для перетворення Нітрогену в амонійну форму у вигляді сульфату амонію. Із

розчину сульфату після підлужування аміак відганяли з паром, поглинаючи борною кислотою, і визначали титруванням сульфатною кислотою.

Масову частку Сульфуру визначали за методом Ешка. Аналітичну пробу разом з сумішшю Ешка спалювали в окислювальному середовищі для видалення горючої маси і перетворення Сульфуру в сульфат. Потім сульфати екстрагували розчином хлоридної кислоти. Другу пробу для порівняння екстрагували водою, і визначали гравіметричним способом після осадження хлоридом барію.

Визначення масової частки Оксигену проводили декількома методами для забезпечення відтворюваності результатів. При термічному розкладанні наважки в потоці інертного газу Оксиген кількісно виділяється у вигляді води та оксигеновмісних сполук, які відновлюються над розжареною гранульованою чистою сажею за температури 1100-1170 °С або платинованою сажею за температури 900-1020 °С до СО і Н₂. Карбон(II) оксид кількісно окиснювали до карбон(IV) оксиду, і визначали гравіметрично та для відтворюваності результатів титрометрично. При піролізі в умовах прямого методу Оксиген мінеральних речовин виділяється також у вигляді карбон(IV) оксиду і води.

Масову частку золи визначали за втратою маси при згоранні в атмосфері повітря органічних компонентів за температури 550 °С. Зразок витримували за зазначеної температури до постійної маси неорганічного залишку згідно методики EN 15403 «Solid recovered fuels – Determination of ash content», а потім додатково прожарювали золу за умов відповідних до методики ISO 1171 «Solid mineral fuels – Determination of ash» при температурі 815 °С. Прожарювання наважок зразків проводили за присутності повітря при температурі 550 °С протягом 1 години, а потім – за температури 815 °С протягом 2 годин.

Елементний неорганічний склад визначали рентгенофлуорисцентним методом на аналізаторі EXPERT 3L.

Для дослідження розчиненої фракції нами було обрано таку систему розчинників, як вода, етиловий спирт та один з відомих полярних органічних розчинників з високою розчинною здатністю, як диметилформамід. Екстрагували 3 години при температурі (70 – 100°C), спирт (65 – 70 °C), вода, ДМФА (100 °C – водяна баня).

Вітаміни та бурштинову кислоту кількісно визначали за допомогою рідинного хроматографа виробництва фірми Hewlett-Packard HP 1100 із флуоресцентним та діодно-матричним детекторами, обернено-фазова колонка Nupersil MOS діаметром 2,1мм, довжина 200 мм. Умови хроматографування: мобільна фаза ацетонітрил : вода (70:80), швидкість потоку 0,4 мл на хвилину, температура термостату 40°C. Детектор флуоресцентний, довжина хвилі збудження 295 нм, поглинання 330 нм, згідно таблиці довжин хвиль.

Підготовку хроматографічної системи до роботи проводили відповідно до інструкції з експлуатації рідинного хроматографа HP1100. Градувальні розчини вітамінів готували із вихідного розчину в метанолі і аналізували за тих самих умов, що й зразки. Стандарти вітамінів – чисті речовини виробництва фірми Supelco; реактиви виробництва фірм Aldrich, Fluka та ін. Кількісне визначення проводили, вимірюючи площі піків (за результат приймали середнє арифметичне введеннь, якщо розходження між ними не перевищувало 10%). При розрахунку площі їхніх піків сумувались. Робочий діапазон для визначення масової частки вітамінів порівнювали з сталими даними методу.

Визначення кислотного числа полягало в розчиненні певної маси рослинної олії в суміші розчинників з подальшою нейтралізацією вільних жирних кислот спиртовим розчином гідроксиду калію або натрію згідно з НД.

В конічну колбу, місткістю 150-200 см³ відважують 3-5 г досліджуваного комплексу з точністю до 0,01 г, додають 50 см³

нейтралізованої суміші етанолу й етилового ефіру (1:2) і збовтують вміст. Якщо комплекс не розчиниться, то колбу необхідно підігріти на водяній бані і охолодити до температури 15-20°C. Додають 3-5 крапель 1% спиртового розчину фенолфталеїну і за постійного перемішування титрують пробу 0,1 н спиртовим розчином гідроксиду калію або натрію до появи слабо-малинового забарвлення, що не зникає протягом 30 с.

Кислотне число (мг/г комплексу) розраховують за формулою 2.1:

$$\text{К. ч.} = \frac{5,61 \cdot K \cdot V}{m}, \quad (2.1)$$

де 5,61 – кількість NaOH або KOH, що міститься в 1 см³ розчину концентрації 0,1 н. Цей множник є постійним незалежно від виду застосованого лугу; K – коефіцієнт поправки до 0,1 н розчину NaOH або KOH; V – об'єм 0,1 н NaOH або KOH, що використаний на нейтралізацію вільних жирних кислот в масі наважки жиру, см³; m – маса взятої для аналізу наважки, г.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох або більше паралельних визначень.

Для визначення йодного числа комплексу застосовували рефрактометричний метод визначення йодного числа. Необхідною умовою для отримання відтворюваності результатів та їх кореляції з даними, отриманими за допомогою хімічних методів, є суворе дотримання температури під час заміру показника заломлення. Визначення показника заломлення здійснюють на рефрактометрі ИРФ-454Б2М. Величину йодного числа (в г на 100 г) обчислюють за формулою, в яку підставляють середню величину показника заломлення (n_D^{20}), отриману для двох і більше паралельних проб. Розрахунки проводять за формулою 2.2:

$$\text{Й. ч.} = \frac{(n_D^{20} - 1,4595) \cdot 100}{0,0118} \quad (2.2)$$

Для визначення коефіцієнта заломлення можуть бути використані рефрактометри з граничним коефіцієнтом заломлення до 1,7 будь-якої системи, що придатні для визначення жиру. Точність методу залежить від коефіцієнту заломлення розчинника, що використовується: чим він більший, тим точніші результати визначення. НД передбачає використання в цьому методі наступних розчинників: бромнафталіну- α з коефіцієнтом заломлення приблизно 1,66 та хлорнафталіну- α з коефіцієнтом заломлення приблизно 1,63. Працюючи з рефрактометром, необхідно також стежити за чистотою його призми.

Визначення коефіцієнта заломлення проводять за температури $20 \pm 0,2^\circ\text{C}$ або за будь-якої кімнатної температури, але тоді приводять показник заломлення розчину до температури 20°C шляхом внесення поправки за сталими показниками таблиці.

Відлік показника заломлення розчину комплексу можна також проводити за будь-якої кімнатної температури без врахування поправки на температуру за умови одночасного визначення показника заломлення розчинника за тієї ж температури.

Визначення масової частки вологи проводили методом висушування до постійної маси (арбітражний метод). Для аналізу необхідна бюкса попередньо висушена до постійної маси (порожню або зі скляною паличкою і піском), бюксу зважують з точністю до 0,0002 г та висушують у сушильній шафі за $100-105^\circ\text{C}$.

У попередньо зважену бюксу поміщають подрібнену наважку досліджуваного продукту масою 3-5 г та висушують у сушильній шафі за $100-105^\circ\text{C}$. У процесі висушування бюксу з наважкою періодично зважують (після попереднього охолодження в ексікаторі протягом 15-20 хв.).

Перше зважування проводять після 2-4 год. висушування, кожне повторне зважування – через 1 год., а під кінець аналізу – через кожні 30 хв. Під час зважування бюкси з наважкою кришка повинна бути закрита, висушують

об'єкт з відкритою кришкою. Масу досліджуваної наважки, що висушують, вважають постійною тоді, коли різниця між двома останніми зважуваннями не перевищує 0,001 г.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне 2-3 паралельних визначень. Розбіжність між паралельними визначеннями за цим методом повинна бути в межах 1 %. Розрахунки здійснюють з точністю до 0,01 %.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ- МАЦЕРАТУ НА ОСНОВІ БУРШТИНУ

На першому етапі експериментальних досліджень було визначено загальні показники комплексу, дані представлені в табл. 3.1

Таблиця 3.1

Загальні показники комплексу-мацерату на основі бурштину

Назва показника	Одиниці вимірювання	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Середні результати вимірювання
Волога	%	0,81	0,83	0,82	0,82
Леткі речовини	%	0,71	0,73	0,69	0,71
Густина	г/см ³	1,07	1,09	1,08	1,08
Зола	%	0,72	0,76	0,74	0,74
Показник заломлення	від.од.	1,508	1,528	1,512	1,5160
Кислотне число	мг/г	2,91	2,83	2,84	2,86
Пероксидне число	ммоль/кг	5,32	5,28	5,3	5,3
Йодне число	г/100г	158	156	157	157
Неомильні речовини	%	2,68	2,71	2,41	2,6

Визначені загальні показники відповідають стандартним межам показників жирних харчових олій, що дає можливість планування подальших розробок та досліджень засобів не лише для зовнішнього, а і для внутрішнього застосування.

За даними літературних джерел бурштин у середньому містить біля 80 % Карбону, 10 % Гідрогену, 8 % Оксигену, незначну кількість Нітрогену, Сульфуру та золи [8]. Визначення масової частки золи говорить про наявність корисних речовин, а також служить показником сортності, чистоти, стандартності, тому нормується.

Одержані нами результати елементного аналізу та масової частки золи комплексу-мацерату на основі бурштину представлені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Результати аналізу елементного органічного складу комплексу-мацерату на основі бурштину

Проба	<i>Кількість елементів у зразку із врахуванням золи, % за мас.</i>					
	C	N	H	S	O	Зола
№ 1	80,2	0,38	9,8	2,02	8,6	0,78
№ 2	81,9	0,43	10,0	1,92	8,9	0,69
№ 3	80,1	0,41	10,3	1,90	8,8	0,73
№ 4	80,6	0,39	10,0	1,87	8,7	0,71
№ 5	82,0	0,41	9,9	2,03	8,9	0,71
№ 6	80,6	0,43	10,0	1,90	8,9	0,82
Середнє значення	80,9	0,41	10,0	1,94	8,8	0,74

З табл. 3.2 видно, що встановлений елементний склад комплексу-мацерату на основі бурштину узгоджується з літературними даними. Його визначення важливо для розрахунку складу препаратів, які можуть бути створені з використанням даної сировини, для контролю її якості.

Наступним етапом досліджень було вивчення імовірного вмісту вітамінів у складі комплексу, результати досліджень наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати аналізу вмісту вітамінів в складі комплексу-мацерату на основі бурштину

Вітамін	Кількість вітамінів (мг/100г) у відповідній пробі						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	Середнє значення
B2	0,83	0,82	0,79	0,83	0,81	0,84	0,82±0,02
B4	0,08	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12	0,1±0,01
B6	0,18	0,20	0,22	0,20	0,20	0,22	0,2±0,02
E	54,46	55,01	55,12	55,08	55,42	55,51	55,1±0,37
K	1,87	1,85	1,80	1,86	1,83	1,82	1,84±0,03
F	0,11	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,1±0,01
PP	2,29	2,35	2,38	2,41	2,40	2,27	2,35±0,06
D	1,01	1,03	1,02	1,01	1,04	1,01	1,02±0,01
A	7,64	7,67	7,66	7,65	7,63	7,65	7,65±0,01

Визначені значення вмісту вітамінів в мг на 100 г мацерату відповідають стандартним межам показників жирних харчових олій. При цьому максимальний вміст визначено для вітаміна Е. Він на порядок більший за вміст вітамінів А, К, РР, D. Мінімальна кількість визначена для вітаміну В4. Наявність 9 важливих вітамінів відкриває можливість планування подальших досліджень мацерату для розробки косметичних засобів та засобів для лікування різних патологічних станів. Також існує імовірність застосування мацерату в лікувальному харчуванні.

Так як, активною речовиною в комплексі був взятий бурштин, тому необхідним стало визначення елементного неорганічного складу комплексу. Одержані результати наведені в табл. 3.4

Таблиця 3.4

Результати аналізу елементного неорганічного складу комплексу-мацерату на основі бурштину

Елемент	Кількість елементів (мг/100г) у відповідній пробі						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	Середнє значення
Al	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03±0,01
Ca	1,05	1,07	1,04	1,04	1,09	1,07	1,06±0,02
Fe	0,97	1,00	0,95	0,98	0,96	0,98	0,97±0,02
Si	0,22	0,20	0,21	0,21	0,22	0,20	0,21±0,01
Cu	$9 \cdot 10^{-5}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,13 \cdot 10^{-4} \pm 2,3 \cdot 10^{-5}$
K	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,07	0,08±0,01
I	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,003	$0,002 \pm 8,9 \cdot 10^{-4}$
P	0,11	0,09	0,07	0,10	0,08	0,09	0,09±0,01
Zn	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	$0,003 \pm 8,9 \cdot 10^{-4}$
Mn	$9,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-5}$	$9,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4} \pm 8,9 \cdot 10^{-6}$
Ti	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4} \pm 6,3 \cdot 10^{-5}$

Результати наведені в таблиці не суперечать та відповідають літературним даним, а також вміст неорганічної частини в зразку знаходиться в діапазоні, що притаманно для природніх матеріалів (бурштину).

Далі було визначено вміст бурштинової кислоти в зразку комплексу-мацерату. Дані представлено в табл. 3.5. Натуральний бурштин містить від 6-8 % бурштинової кислоти, в комплексі при аналізі середнє значення кількості зазначеної кислоти складало 1,33 %. Це пояснюється наявністю олійної частини.

Таблиця 3.5

Результати аналізу вмісту бурштинової кислоти в складі комплексу-мацерату на основі бурштину

Проба	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	Середнє значення
<i>Кількість бурштинової кислоти у зразку, %</i>	1,31	1,33	1,35	1,34	1,33	1,32	1,33

Це дає можливість проведенню подальших досліджень, тому що при дефіциті відбуваються різні патологічні процеси в організмі, а бурштинова кислота може допомагати нейтралізувати вільні радикали, забезпечувати клітини киснем, корисна як антигіпоксичний та антиоксидантний засіб. Підвищує працездатність, зміцнює імунітет, має детоксикаційну дію, а також показана при фізичних та розумових навантаженнях.

РОЗДІЛ 4

ІМОВІРНЕ ПОДАЛЬШЕ ГАЛУЗЕВЕ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ З УРАХУВАННЯ МОЖЛИВОГО ДЕФІЦИТУ СКЛАДОВИХ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Мінерали відіграють ключову роль у підтримці здоров'я людини. Вони беруть участь у різних фізіологічних процесах, забезпечуючи нормальне функціонування організму [48]. Мінерали необхідні для підтримки кісток і зубів, регуляції обміну речовин, роботи нервової системи та підтримки імунітету. Серед них можна виділити найважливіші мінерали для організму, такі як кальцій, магній, калій, натрій, залізо, цинк, селен та йод [51].

Мінерали поділяються на макроелементи та мікроелементи. Макроелементи, такі як кальцій, магній, натрій та калій, потрібні організму у великих кількостях [43]. Мікроелементи, такі як залізо, цинк, селен і йод, потрібні в менших кількостях, але їхнє значення для здоров'я не менш важливе. Всі ці елементи відіграють специфічні ролі в організмі та їх брак може призвести до різних захворювань [10,25].

Сучасний спосіб життя, що включає неправильне харчування, стрес і недолік фізичної активності, часто призводить до дефіциту важливих мінералів і мікроелементів [43]. Швидка їжа, багата калоріями, але бідна на поживні речовини, стає причиною того, що багато людей не отримують необхідні вітаміни та мінерали. Також, підвищене стресове навантаження та нестача сну негативно впливають на засвоєння та збереження мінералів в організмі [13,22].

Карбон входить до складу білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, ферментів, вітамінів тощо. Карбон (IV) оксид у крові збуджує дихальний центр, розширює мозкові судини, підвищує збудливість серцевого м'яза. Дефіцит вуглецю в організмі людини призводить до загального виснаження роботи організму, зниження мозкової діяльності, а підвищення вмісту карбон (IV) оксиду призводить до кисневого голодування [46].

Джерелами постачання організму людини карбону є харчові продукти, біологічні добавки, повітря, мінеральні води. Добова потреба людини в карбоні – 300 г у складі їжі, біологічних добавок [16,23].

Відносно азоту дані свідчать про те що він контролює широкий спектр метаболічних і біохімічних процесів в організмі. Азот перетворюється в нітрати, які є невід'ємною частиною білків і необхідний для клітинного росту і розвитку. Він є одним з найважливіших елементів і має важливе значення для формування білків [43]. Гормони і хімічні речовини, що виробляються організмом, також містять значну кількість азоту і мають важливе значення, оскільки вони контролюють різні метаболічні процеси на багатьох стадіях та регулюють клітинні функції. Організм людини отримує азот з споживаною їжею, біологічно активними добавками, а його кількість в організмі становить приблизно три відсотки від маси тіла. Азот є важливим компонентом амінокислот і має важливе значення для забезпечення структурної цілісності амінокислоти [10,27]. Це в свою чергу допомагає амінокислотам ефективно виконувати свої функції. Дефіцит азоту в організмі людини пов'язаний із проявами симптомів, подібних квашіоркор – виду тяжкої дистрофії, яка виникає у зв'язку з нестачею білка в раціоні. Так як азот є складовою частиною амінокислот, його дефіцит може призвести до симптомів, схожих на квашіоркор [30]. Також суттєвими симптомами нестачі азоту в організмі людини можуть бути: зміна кольору шкіри та висипи на шкірі, діарея, зменшення м'язової маси, нездатність набирати вагу та затримка росту, втома і загальна слабкість, набряки, млявість, апатія, дратівливість, підвищена сприйнятливність до тяжких інфекцій через зниження імунітету. Також при обстеженні людини з дефіцитом азоту може бути виявлено збільшення печінки [32]. Дефіцит азоту може бути виявлений за допомогою різних діагностичних методів, таких як аналіз вмісту сироваткового креатиніну, аналіз газів артеріальної крові та вимірювання загального вмісту білка в крові. Дефіцит азоту може призвести до

незворотних фізичних і психічних ушкоджень [5,16].

Щодо біологічної ролі гідрогену визначається тим, що він входить до складу молекул води і всіх найважливіших груп природних сполук – білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот. Приблизно 10% маси організму припадає на водень [32]. Здатність гідрогену утворювати водневий зв'язок має вирішальне значення для підтримання просторової четвертинної структури білків, а також в забезпеченні принципу компліментарності в побудові і функціях нуклеїнових кислот, тобто в зберіганні і реалізації генетичної інформації. Гідроген приймає участь у найважливіших динамічних процесах і реакціях в організмі — в біологічному окисненні, яке забезпечує живі клітини енергією, в реакціях біосинтезу, в підтриманні кислотно-лужного балансу і гомеостазу, в процесах мембранного транспорту. Недостатність водню спричиняє зневоднення, відчуття спраги, зниження тургору тканин, сухість шкіри та слизових оболонок, алкалоз, ацидоз, артеріальна гіпотензія тощо [10,41].

Стосовно сірки, вона організмом людини не виробляється, тому повинна регулярно надходити разом з харчовими продуктами, біологічними добавками. Сірка вважається мінералом краси, і особливо виражений її дефіцит наявно видимий у жінок. Вона має великий вплив на шкіру та її додатки – волосся, нігті. Сірка бере участь в процесі стимулювання вироблення колагену, який відповідає за стан шкіри забезпечуючи пружність та еластичність, а також здійснює міцність кісток, структури волосся, зубів, нігтів. Крім цього, сірка має протиалергічну дію. Вона необхідна для нормальної роботи мозку, підтримання здорового стану судин, а також приймає участь у виробленні енергії та виділення жовчі з печінки. При дефіциті сірки спостерігаються ламкість, тьмяність волосся та нігтів, біль в суглобах, підвищення рівня цукру в крові, погане виведення жиру з організму, що призводить до порушень роботи печінки [42]. Для нормальної роботи організму не потрібно великої кількості сірки, і отримати цей елемент

можна з продуктів харчування та біологічно активними добавками. Підтримання нормального рівня сірки в організмі призводить до підвищення імунітету, позитивно впливає на обмінні процеси в організмі, нормалізує рівень цукру в крові, забезпечує клітини киснем, виводить токсичні елементи і шлаки, здатна зменшувати біль у м'язах і суглобах [16]. Баланс сірки, не може викликати передозування цим елементом, але варто зазначити, що сірка легко проникає в організм і має властивість накопичуватися та може стати причиною інтоксикації організму. Створений надлишок сірки в організмі може привести до анемії, кон'юнктивітів, світлобоязні і захворювань нервової системи, можлива поява відчуття постійної слабкості, діарея, зниження розумових здібностей та маси тіла. Приблизно 0,25% становить її масова частка в організмі здорової дорослої людини, що відповідає кількості незначно перевищує розмір чайної ложки [43]. Що стосується локалізації сірки в організмі, то в кровоносній системі вона знаходиться в складі амінокислот – метіоніну і цистеїну. Також сполуки сірки присутні в сполучній, нервовій і кістковій тканинах. В організмі людини сірка є обов'язковою складовою частиною клітинних структур, ферментів, гормонів, наприклад, інсуліну. Основне ж призначення полягає в участі в процесах біосинтезу амінокислот, натуральних антиоксидантів, вітамінів групи В [18,43]. Широко представлений асортимент сірки в складі продуктів харчування та біологічними добавками, тому симптоми нестачі даної мінеральної речовини маловідомі, а рекомендована добова норма споживання людиною цього макроелемента не встановлена, як і не визначено її токсична доза для життєдіяльності [44]. Варто зауважити, що при надлишку в тканинах сірчаних сполук вони досить легко виводяться з організму разом з сечею. Також варто зазначити, що дефіцит сірки в організмі може спровокувати або посилити тяжкість вже існуючих хворобливих станів, включаючи акне, артрит, ламкість нігтів та волосся, судоми, депресію, порушення пам'яті, проблеми з шлунково-кишковим

трактом, шкірний зуд і навіть повільне загоєння ран [12,41,51].

Відносно кисню суттєво зазначити, що це основний біогенний елемент, який входить до складу молекул всіх життєво важливих речовин, що забезпечують структуру і функції клітин – білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів, ліпідів, а також більшості низькомолекулярних сполук. В кожному живому організмі кисню приблизно 65%, що значно більше всіх інших елементів. М'язова тканина людини містить 16% кисню, кісткова тканина – 28,5% [27]. В організм людини кисень потрапляє через органи дихання у вільному стані, а також з водою – кисень зв'язаний. Потреба організму в кисні визначається рівнем та інтенсивністю обміну речовин, який залежить від маси і поверхні тіла, віку, статті, характеру харчування, зовнішніх умов тощо. Кисень – життєво важливий майже для всіх організмів, бо він бере участь у процесах дихання. У процесі дихання організм поглинає кисень і виділяє вуглекислий газ. Кисень потрапляє у клітини і забезпечує перебіг реакцій окиснення органічних речовин [1,18]. При цьому виділяється енергія, необхідна для підтримання всіх процесів життєдіяльності. Продукти окиснення, а саме вуглекислий газ і вода виводяться з організму, без його неможливий обмін речовин в організмі. Для підтримання життя кисень необхідний постійно. Надлишок кисню, як і його нестача, негативно впливають на загальний стан організму. Кисень бере участь у тканинному й клітинному диханні: окиснює жири, білки та вуглеводи, що надходять з їжею та під час вживання біологічно активних добавок. Добова потреба людини в кисні – 300-400л (280 мл/хв) [43]. За нестачі кисню виникає асфіксія, гіпоксія, смерть від задухи. Надлишок кисню зумовлює брадикардію, судинозвужувальний ефект, збільшення опору периферичних судин, уповільнення кровотоку, посилення згортання крові. Якщо вміст кисню в повітрі сягає 30-40%, відбувається киснева інтоксикація, що супроводжується гострим оксидозом, ураженням центральної нервової системи, опіком легень, кисневою пневмонією [16,40].

Дефіцит вітаміну В2 (рибофлавіну). Виникає при недостатності рибофлавіну в їжі, порушенні всмоктування та підвищеному розпаданні цього вітаміну в організмі [43]. При авітамінозі В2 спостерігають порушення сутінкового зору, кон'юнктивіт, стоматит, глосит, дерматит в області вух, носо-губних складок, кистей. Хворі скаржаться на слабкість, головний біль, схуднення. Можливі порушення з боку ЦНС, гіпсохромна анемія. Загострення симптомів авітамінозу найчастіше спостерігають у весняно-літній період [10].

Дефіцит холіну призводить до зниження розумової працездатності, пам'яті та концентрації уваги; посилення дії несприятливих факторів стресу; дратівливість, головний біль, шум у вухах, порушення серцевої діяльності та системи кровообігу. Знижений рівень холіну особливо небезпечний для вагітних і жінок, що годують. Низький рівень холіну у вагітної жінки може призвести до дефектів нервової трубки у плода, навіть незважаючи на нормальний рівень фолієвої кислоти [3,39].

Недостатність піридоксину напряду відображається на стані нервової системи, шкіри та загальному самопочутті. Дефіцит вітаміну В6 пов'язаний з депресією, втому, розладами настрою. Піридоксин використовують при вагітності та супутніх їй токсикозах, порушеннях нервової системи, набряках, при лікуванні ожиріння, при мимовільному посмикуванні м'язів та судом. При передозуванні піридоксину можливі алергійні реакції у вигляді свербіжу шкіри, підвищенні кислотності шлункового соку, порушенні функції печінки [5,7].

Недостатність вітаміну Е може призвести до руйнування червоних кров'яних клітин, м'язової дегенерації, анемії та захворювань репродуктивних органів [43].

Недостатність вітаміну К (філохінону) призводить до носових та ясеневих кровотеч, геморагій на шкірі, гематурії [27].

Дефіцит вітаміну F проявляється захворюванням шкіри – екземою, появою прищів. Надлишок цього вітаміну призводить до збільшення ваги [18].

При посиленні дефіциту нікотинової кислоти, порушується нормальне протікання біохімічних процесів у нервових клітинах і з'являються симптоми, що свідчать про ураження нервової системи. Людина стає апатичною, пригніченою, її свідомість сплутаною. Дратівливість, безсоння та швидка втомлюваність стають звичним явищем, і при відсутності лікування стан може загостритись до галюцинацій та марення [10,28].

Недостатність вітаміну D проявляється в дитячому віці рахітом, у дорослих – підвищеною втомлюваністю, болем у суглобах, остеопорозом, карієсом. Надлишок вітаміну D проявляється запаленням очей, блювотою, відкладанням кальцію на стінках кровоносних судин, печінці, шлунку, легенях [43].

Недостатність вітаміну A (ретинолу) розвивається при недостатності вітаміну A в їжі, порушенні всмоктування в кишечнику та синтезу його з каротину. Хворі скаржаться на загальну слабкість, порушення кольорового зору та погіршення зору в темряві, сухість рогівки (ксерофтальмія), шкіри та слизових оболонок. Часто розвиваються гнійничкові ураження шкіри [19].

Елементний неорганічний склад в організмі відіграє важливу фізіологічну роль – бере участь в утворенні фосфатних та білкових комплексів, процесах регенерації кісткової, сполучної та епітеліальної тканини, надає, залежно від концентрації, гальмівну або активуючу дію на харчові ферменти, здатний впливати на функціонування щитоподібної залози [25].

Алюміній входить до складу безлічі біомолекул, створює міцні зв'язки з атомами кисню або азоту. Він є постійною складовою частиною клітин, де переважно знаходиться у вигляді Al^{3+} . Його присутність у тому чи іншому

вигляді виявлено практично в усіх органах людини. У невеликих кількостях алюміній необхідний для організму, і особливо для кісткової тканини [10,16].

Нестача кальцію є оніміння кінцівок, порушення частоти серцевого ритму, спазми у м'язах, втрата концентрації та постійна сонливість. Тривалий дефіцит кальцію може призвести до остеопорозу з погіршенням міцності кісток — це збільшує ризик переломів [52].

Молекула гемоглобіну містить у собі чотири атома феруму, а кожен з цих атомів приєднує до себе одну молекулу кисню для транспортування. Отже, нестача заліза відповідно нестача гемоглобіну. Однак навіть невеликий дефіцит заліза, який ще не впливає на рівень гемоглобіну, вже здатний принести безліч проблем і неприємних відчуттів. А ось коли недолік заліза доходить до такої стадії, що це починає впливати на рівень гемоглобіну, знижуючи його – настає залізодефіцитна анемія (ЗДА), вкрай небезпечний стан, який у деяких випадках навіть загрожує життю [28].

Дефіцит заліза проявляється наступними симптомами [43]:

- постійна втома, погіршення пам'яті, порушення сну;
- блідість шкіри та слизових оболонок, синюватий відтінок губ, тріщини в куточках губ, печіння язика;
- випадання волосся, його ламкість і «млявість»;
- задишка, яка з'являється навіть від незначних фізичних навантажень;
- бажання гризти лід, а при прогресуючої анемії можуть з'являтися і інші дивні смакові переваги – пісок, крохмаль, фарба, зубний порошок, глина, крейда (так, до бажання їсти крейду частіше призводить саме дефіцит заліза, а не кальцію);
- ламкість нігтів, зміна їх кольору та форми (вона стає ложкоподібною, нігті ніби прогинаються всередину);
- м'язові та головні болі;
- «синдром неспокійних ніг».

Крім ризику розвитку ЗДА хронічна нестача заліза може призвести до: порушень функцій серцево-судинної системи, гіпотонії (патологічного зниження тиску); ослаблення імунної системи; зниження апетиту; порушень стулу; перепадів настрою, тривожності, безсоння, підвищеної нервової збудливості – дійсно, без достатньої кількості заліза ви точно не матимете «залізних» нервів; у жінок – порушень менструального циклу, а при вагітності – дефіциту ваги плоду, відставання у розвитку, загрози викидня; у дітей – затримки розвитку (як фізичного, так і інтелектуального), погіршення пам'яті та здібності до навчання. Крім того, дефіцит цього найважливішого елемента завдає серйозної шкоди зовнішній красі: вкрай важливо залізо для волосся, нігтів, шкіри – адже без нього вони недоотримують кисень, а значить і не можуть залишатися в нормальному стані [1,16].

При дефіциті кремнію відбувається втрата основною речовиною кістки регулярної трабекулярної структури, можливі патологічні зміни хрящової тканини, дефекти суглобів. До теперішнього часу залишається невирішеним питання про те, чи слід відносити кремній до есенціальних (життєво необхідних) елементів [1].

Наслідки дефіциту міді включають анемію, гіпопігментацію, гіперхолестеринемію, розлади сполучної тканини, остеопороз та інші дефекти кісток, аномальний метаболізм ліпідів, атаксію та підвищений ризик різноманітних інфекцій [43].

Дефіцит калію в організмі відносять: Слабкість, швидко втомлюваність, перепади настрою. Спазми і судоми м'язів, біль по ходу м'язових волокон. Порушення ритму серця [12].

Наслідки нестачі йоду в організмі: постійна втома, слабкість; збільшення щитоподібної залози; затримка росту та когнітивних здібностей у дітей; зниження розумової активності у дорослих; порушення обмінних процесів; загроза переривання вагітності; рак щитоподібної залози; погіршення пам'яті та слуху тощо [1,10].

Недостатність фосфору в організмі є причиною зниження синтезу АТФ та інших високоенергетичних фосфатних сполук, що суттєво порушує функцію усіх клітин організму та призводить до розвитку остеомалаяції. Клінічна картина залежить від часу, впродовж якого розвинувся дефіцит фосфору в організмі, і величини цього дефіциту [12].

При дефіциті цинку постерігаються пригнічення кровотворення, імунопоезу, алергічні реакції, дерматити.

Дефіцит Марганцю в організмі – порушується репродуктивна функція яєчників і яєчок. Без оптимальних кількостей марганцю різко зростає ризик ревматоїдного артрити, остеопорозу, катаракти, розсіяного склерозу і судорог.

Нестача титану може негативно позначитися на здоров'ї, тому що цей мікроелемент необхідний для багатьох процесів в організмі. Можливі симптоми нестачі титану включають слабкість, втому, біль у суглобах та м'язах [12,16].

Бурштинова кислота є вхідним шляхом у цикл Кребса (рис. 4.1) , який відбувається у середині мітохондрій, присутніх у всіх клітинах людського організму. Біологічна роль бурштинової кислоти в організмі є досить важливою. Вона бере участь у виробництві енергії: підтримує роботу мітохондрій, процеси клітинного дихання та синтез АТФ – найважливішого джерела енергії, впливає на різні біологічні реакції, потрібна для чоловіків і жінок, особливо необхідна людям похилого віку [35].

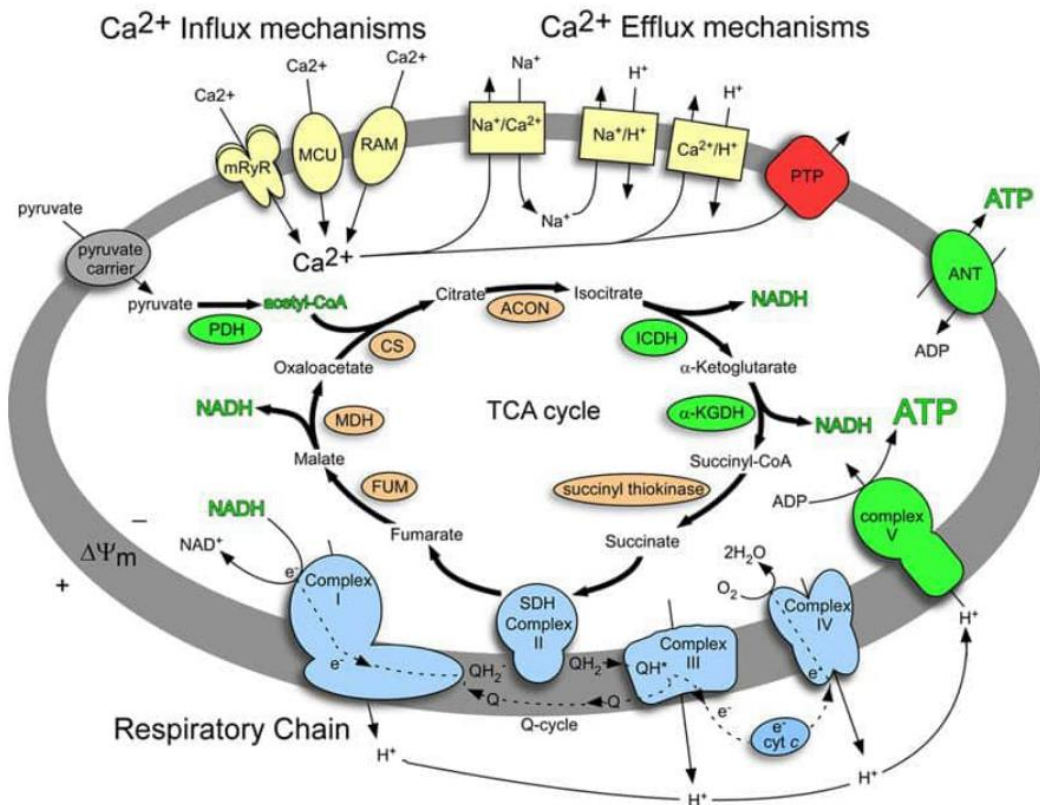


Рис.4.1. Роль СДГ-комплексу у ЦТК

В організмі безпосередньо бурштинова кислота бере участь у таких процесах [33]:

- Обмін речовин у клітинах
- Доставка вільного кисню до тканин
- Функціонування нервової та ендокринної систем
- Засвоюваність поживних речовин

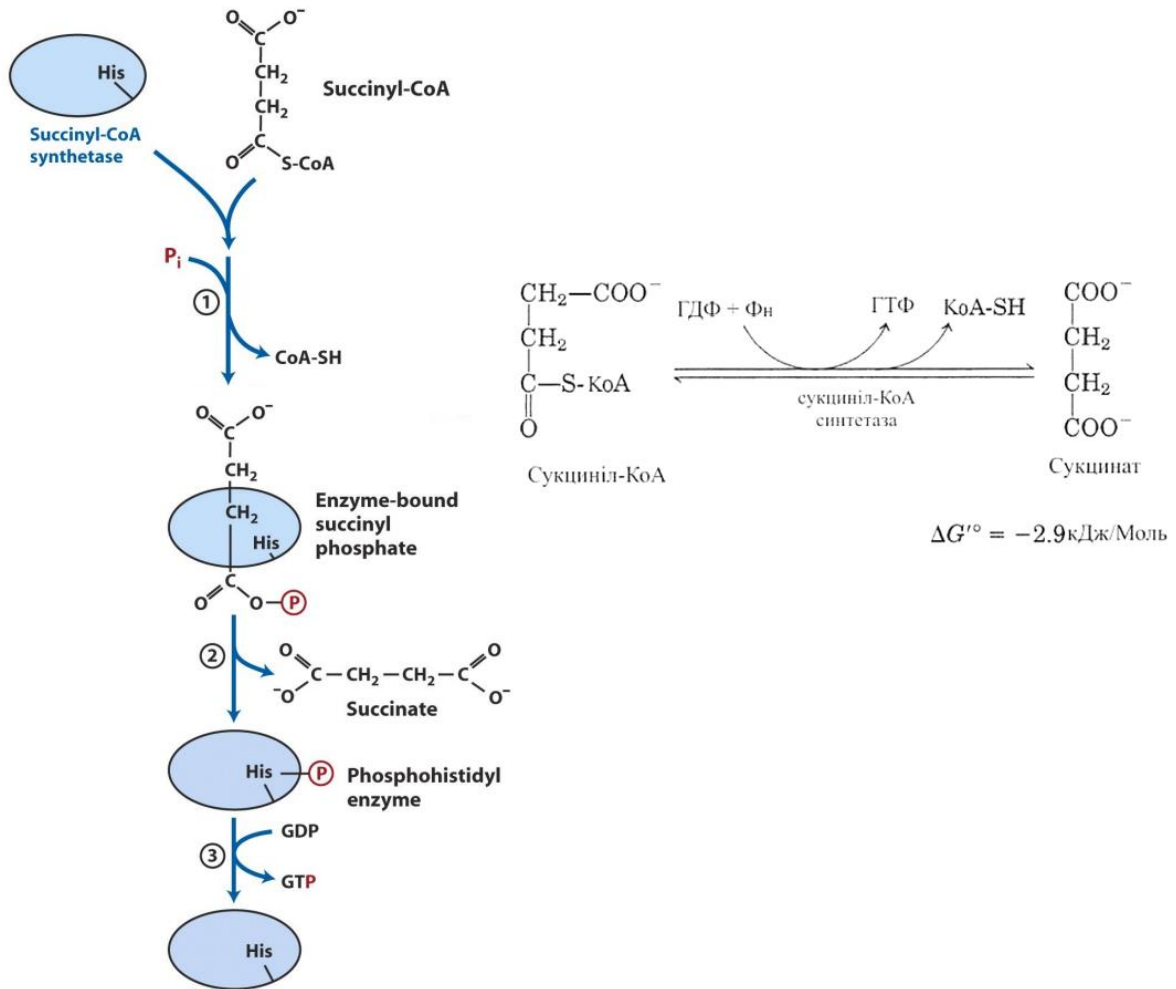


Рис. 4.2. Сукциніл-КоА-синтетазна реакція

Пірофосфатна група заміщає КоА, зв'язаний з молекулою сукциніл-КоА, утворюючи високо енергетичний ацил-фосфат (1). Сукциніл-фосфат віддає свою фосфатну групу на залишок гістидину у молекулі ферменту, утворюючи високо енергетичний фосфогістидиловий фермент (2). Фосфатна група переноситься з гістидинового залишку на молекулу кінцевого фосфату, яким є ГДФ (чи АДФ), утворюючи таким чином ГТФ (чи АТФ) (3) [51].

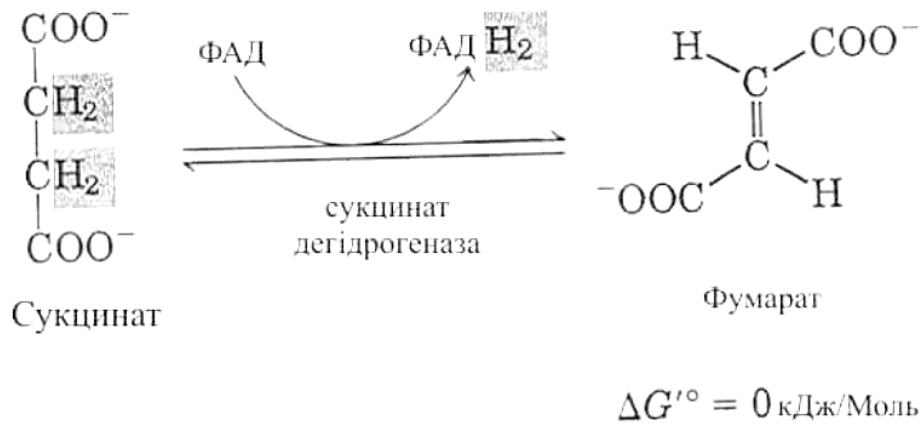


Рис. 4.3. Окислення сукцинату до фумарату

Сукцинат, утворений з сукциніл-КоА окислюється до фумарату флавопротеїною сукцинатдегідрогеназою (СДГ). СДГ виділена з мітохондрій волового серця містить три різні залізо-сіркові кластери і одну молекулу ковалентно зв'язаного ФАД. Електрони, утворені у процесі окислення сукцинату, перед тим як потрапити у дихальний ланцюг проходять через ФАД- і залізо-сіркові центри. Потік електронів з сукцинату до O_2 спряжений із синтезом близько 1,5 молекули АТФ на пару електронів [40].

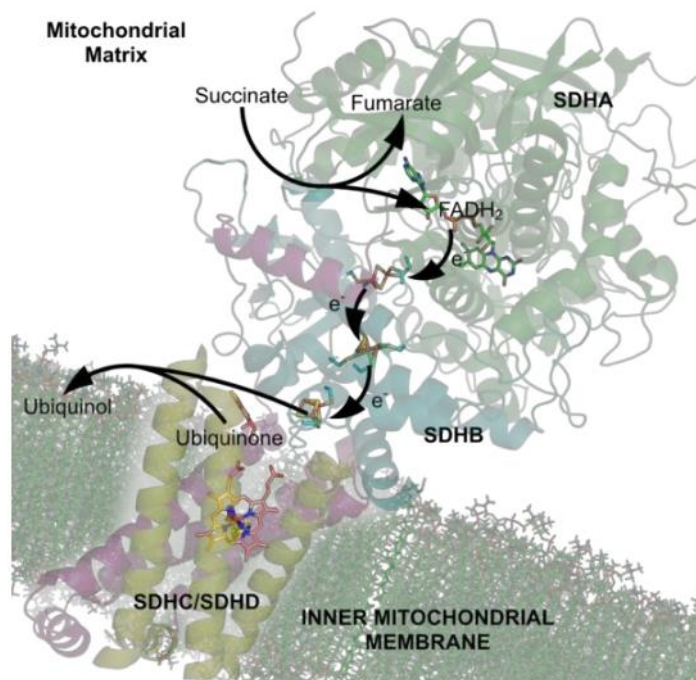


Рис. 4.4. Структура сукцинатдегідрогенази

SdhA містить ковалентно зв'язаний кофактор ФАД і сайт зв'язування для сукцинату. SdhB містить 3 Fe/S кластери, які опосередковують перенесення електронів на убіхінон. Гем b субодиниць SdhC/SdhD очевидно не задіяний безпосередньо у перенесенні електронів, натомість він може слугувати для зменшення «витоку» електронів із системи під час їхнього руху від сукцинату до кисню.

СДГ складається з 4 субодиниць: двох гідрофільних (флавопротеїн (SdhA, зелена) і залізо-сірковий білок (SdhB, блакитна)) і двох гідрофобних (SdhC, рожева і SdhD, жовта) [40].

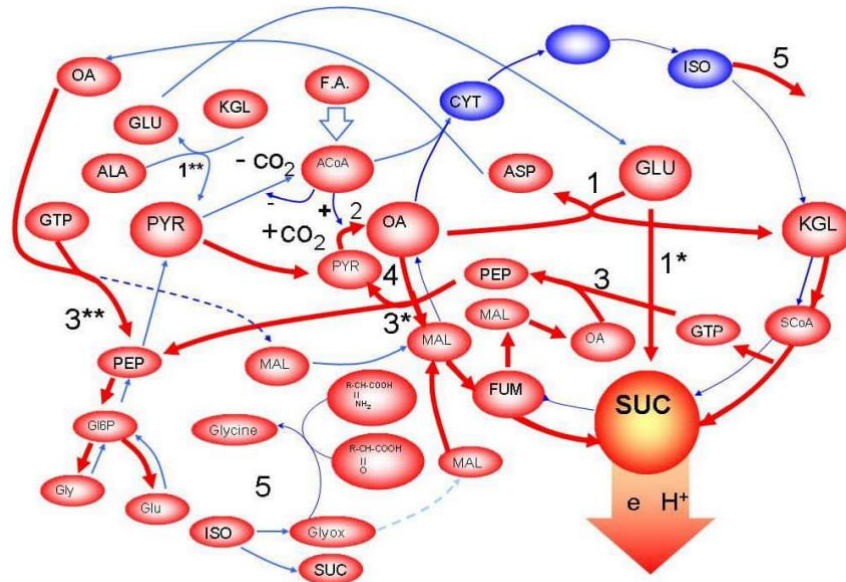


Рис. 4.5. Повний і короткий шляхи окиснення субстратів в клітині

Примітка: 1, 1*, 1** - трансамінази, 2 - піруваткарбоксилаза;

3, 3*, 3** - утворення та метаболічні перетворення фосфоенолпірувату;

4 – зворотній шлях циклу Кребса при гіпоксії; 5 – гліоксалатний цикл.

GOT дозволяє оминати повільну ділянку циклу Кребса, утворюючи «вкорочений цикл Кребса» (Coleman P. Chemical Carcinogenesis 2: 265, 1991), або «швидкий цикл» (Кондрашова М.Н., 1988), або «сукцинатний (бурштиновий) цикл» (Кондрашова М.Н., 2003). Його роль полягає у прискореному постачанні енергії через вибіркоче утворення та окислення бурштинової кислоти (SUC).

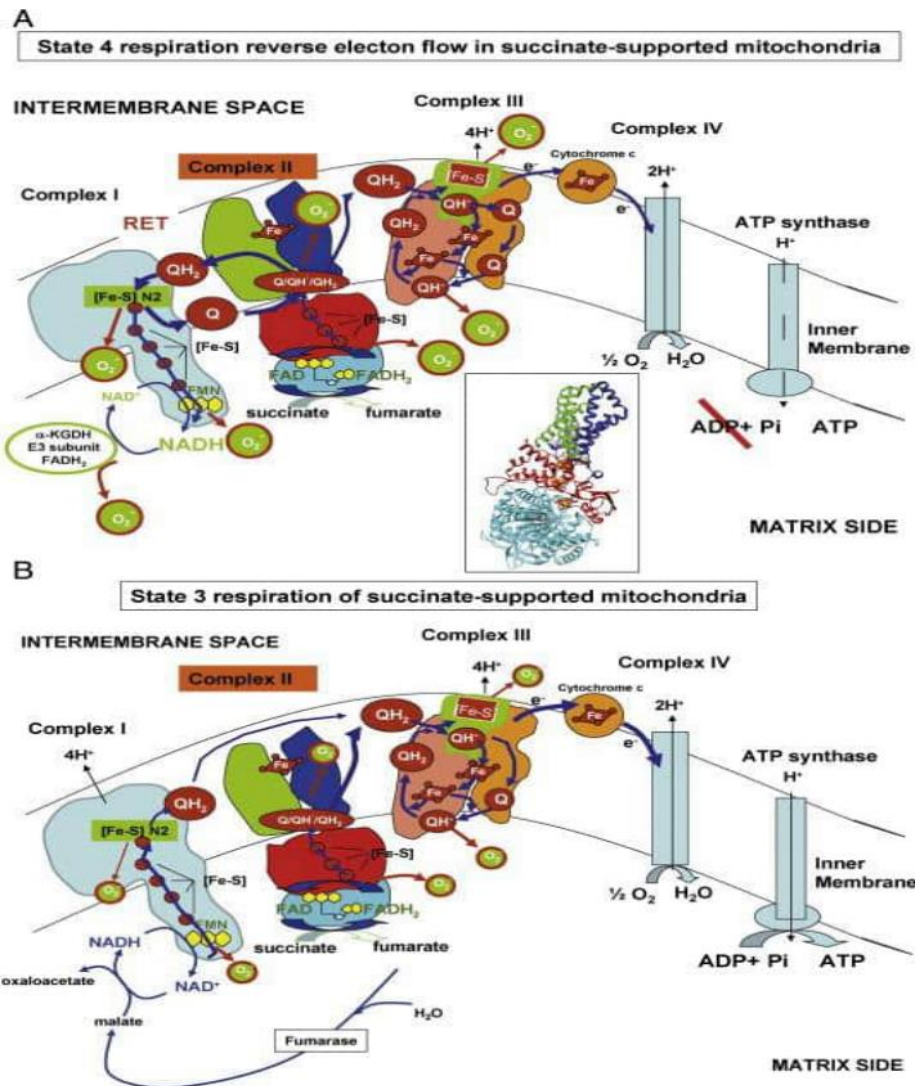


Рис. 4.6. Фізико-хімічні перетворення у мітохондріях за окиснення сукцинату в метаболічних станах 3 і 4 за Чансом [28]

FMN - флавінмононуклеотид [Fe – S] - центри сірки-заліза Fe - гем-група Q – убіхінон QH₂ – убіхінол α-KGDH - α-кетоглутаратдегідрогеназа. Сині товсті стрілки - ЦТК і перенесення електронів всередині дихального ланцюга, чорні тонкі стрілки - протонне перекачування, а червоні стрілки - виробництво ROS.

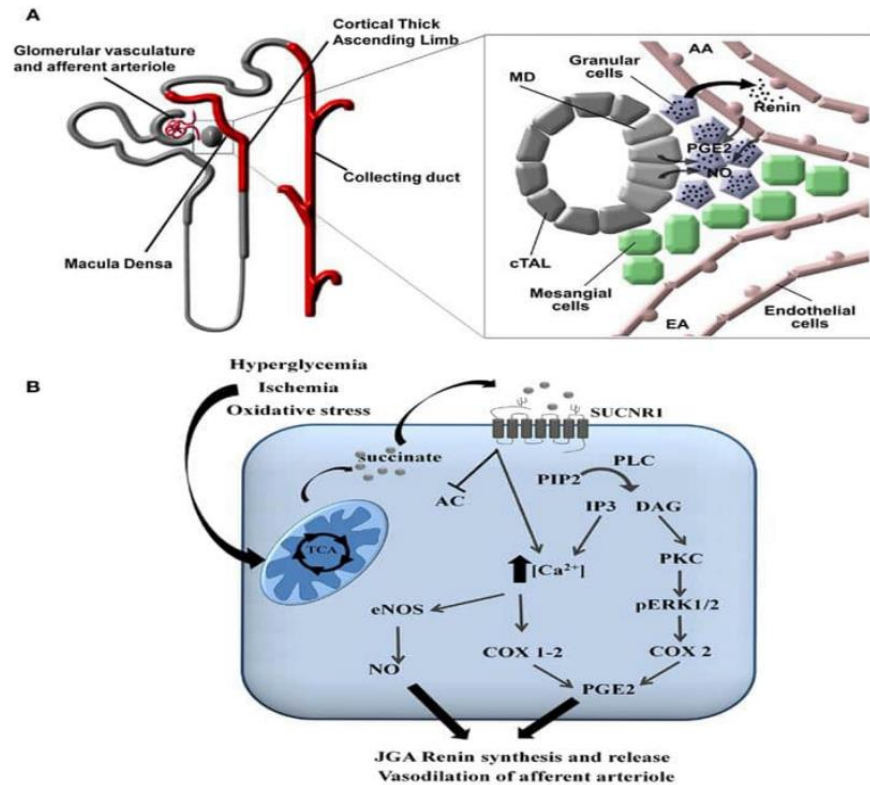


Рис. 4.7. Сукцинатний рецептор SUCNR1 в нирках

Примітка:

A – сигналізація в юкстагломерулярному апараті.

B – внутрішньоклітинна сигналізація PGE₂ - простагландин E₂ NO - оксид азоту JGA - юкстагломерулярний апарат PIP₂ - фосфатидилінозитол-4,5-бісфосфат PLC - фосфоліпаза C DAG - диацилглицерол IP₃ - інозитол-1,4,5-трифосфат PKC - протеїнкіназа C pERK1 / 2 - фосфорильована позаклітинно регульована кіназа ½ COX - циклооксигеназа eNOS - ендотеліальна синтаза оксиду азоту.

Ці рецептори локалізуються в багатьох тканинах у нирках (епітелій проксимальних каналців, клітини юкстагломерулярного апарату), печінці, селезінці, судинах, головному мозку (клітини глії) [34]. Активація цих рецепторів сукцинатом, присутнім у плазмі крові та міжтканинної рідини, регулює адаптацію клітин до нестачі або порушення утилізації кисню [45]. Модуляція активності SUCNR1 через зміну концентрації сукцинату є одним із способів контролю секреції метаболічних гормонів або регулювання метаболічної активності різних клітин.

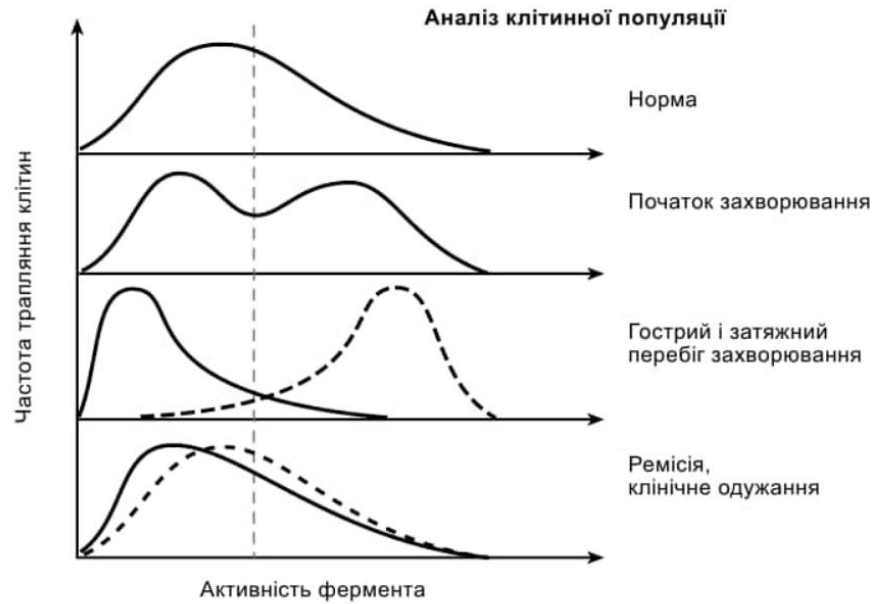


Рис. 4.8. Криві розподілу лімфоцитів за активністю сукцинатдегідрогенази у процесі розвитку перинатальної патології та її лікування за Р.П. Нарцисовим.

Як видно з аналізу літературних джерел деякі зовнішні та внутрішні фактори знижують концентрацію бурштинової кислоти в організмі, викликаючи нестачу, тому її прийом вирішує наступні питання при - ранніх вікових змінах, швидка стомлюваність, зниження імунітету, стреси, депресія, метеочутливість, когнітивні порушення тощо.

Покращує метаболізм і енергопостачання, а також підвищує стійкість тканин до кисневого голодування, рекомендують застосовувати:

- при кисневій недостатності;
- при захворюваннях серця та судин;
- при порушенні кровопостачання мозку;
- при анемії (залізодефіцитній анемії);
- за наявності захворювань бронхів;
- під час проходження дезінтоксикаційної терапії;
- при отруєннях та запальних захворюваннях печінки. А також підвищує ефективність деяких вітамінів та мікроелементів [16].

ВИСНОВКИ

1. Бурштин – це твердий органічний мінерал, утворений зі смоли стародавніх переважно хвойних дерев. Він має характерний жовто-оранжевий колір, відповідає хімічній формулі $C_{40}H_{64}O_4$ та містить 79 % карбону, 10,5 % гідрогену, 10,5% окисгену. Бурштин також може містити домішки таких елементів, як сульфур, нітроген, ферум, алюміній та кремній.

2. Бурштин є цінним природним матеріалом, з унікальними властивостями, що дозволяють використовувати його в багатьох галузях промисловості.

3. Результати якісного та кількісного аналізу визначення елементного складу комплексу-мацерату узгоджуються з літературними даними щодо складу бурштину, зокрема визначена кількість карбону становить 80,9 %; гідрогену – 10,0 %; окисгену – 8,8 %.

4. В дослідженому комплексі-мацераті визначено наявність 7 вітамінів в кількості від 0,1 до 55,1 мг/100 г та 1,33 % бурштинової кислоти. Це робить комплекс мацерат перспективною сировиною для розробки косметичних та фармацевтичних препаратів за умови додаткових хімічних, біохімічних, доклінічних, клінічних, технологічних та економічних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Булат А. Ф., Надутий В. П., Маланчук Є. З. та ін. Промислові технології видобутку бурштину. Дніпро; Рівне : Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України ; Національний університет водного господарства та природокористування, 2017. 237 с.
2. Волненко С. Ревізія площ незаконного видобутку бурштину в Рівненській області: звіт Рівненської ГЕ ПДРГП «Північгеологія». К., 2009. 165 с.
3. Галецький Л. С., Ремезова О. О. Перспективи пошуків нових родовищ бурштину в Україні. Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол. Зб. матеріалів наукового семінару. Київ. 2012. 63 с.
4. Коваль Д.М., Кузьманенко Г.О., Охоліна Т.В., Ремезова О.О. Сучасний стан галузі з видобутку бурштину в Україні. Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання : матеріали XI наук.-практ. конф., Хорошів, 6 жовтня 2023 року. Київ, 2023. С. 63-78.
5. Корнієнко В. Я. Аналіз сучасних технологій та вибір обладнання для вилучення бурштину із піщаних родовищ з найменшим техногенно-екологічним впливом на навколишнє середовище. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки : зб. наук. праць, № 2 (38). Рівне : НУВГП. 2007. С. 352-358.
6. Корнієнко В. Я. Сучасні технології видобутку бурштину з родовищ / Корнієнко В. Я. // Вісник НУВГП, Зб. наукових праць. – Вип. 1 (65). – Рівне, 2014. – С. 449-457.
7. Криницька М. В. Літолого-фаціальні умови накопичення покладів бурштину в межах північно-східного схилу Українського щита: дис. ... канд. геол. наук : 04.00.21 / Інституту геологічних наук НАН України. К., 2012. 201 с.

8. Криницька М. В. Літолого-фаціальні умови утворення первинних розсипів бурштину Володимирецького бурштиноносного району. Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол : зб. матеріалів наук. семінару, 17 травня 2012р. Київ, 2012. С. 31-38.
9. Криницька М. В., Шпирка В. М. Територіальне районування бурштиновмісних площ України в світлі їх ієрархічного підпорядкування. Український бурштиновий світ : тези доповідей Другої міжнародної конференції 16-17 жовтня 2008 р. К., 2008. С. 12-13.
10. Криницька М. Нове в методах досліджень з виявлення перспективних покладів бурштину. Вісник КНУ ім. Т. Г. Шевченка. Геологія. 2011. Вип. 55. С.46-48.
11. Криницька М., Галагуз І. Історія досліджень бурштину Рівненською геологічною експедицією. Геологічне, гідрологічне та біологічне різноманіття Полісся : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф. Рівне : НУВГП, 2020. С. 19-23.
12. Лазаренко Є. К., Винар О. М. Бурштин // Мінералогічний словник. Київ : Наукова думка. 1975. 774 с.
13. Мельничук В. Г., Криницька М. В. Бурштин Полісся : довідник. Рівне : НУВГП, 2017. 234 с.
14. Мельничук В. Г., Криницька М. В. Бурштин Полісся. Рівне : Національний університет водного господарства та природокористування, 2018. 236 с.
15. Мельничук В.Г., Криницька М.В. Бурштин Полісся : довідник. / вид. 2-е доп. Рівне : НУВГП, 2023. 239 с.
16. Мінералого–петрографічний словник : в 2 т. / Уклад.: В. С. Білецький, В. Г. Суярко, Л. В. Іщенко. Харків : Харківський політехнічний інститут, 2018. Т. 1: Мінералогічний словник. 444 с.

17. Програма загально-державного розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. Офіц. вісник України. 2011. №39. 21 с.
18. Прокопець В. В. Бурштин України. Київ : Карбон-Сервіс, 2009. 73 с.
19. Промислові технології видобутку бурштину : монографія / А. Ф. Булат, В. П. Надутий, Є. З. Маланчук та ін. Дніпро-Рівне : ІГТМ-НУВГП, 2017. 237 с.
20. Ремезова О.О., Науменко У.З. Проблема вибору методів відпрацювання родовищ бурштину України. Технології і процеси у гірництві та будівництві : зб. тез наук.-практ. конференції / під ред. Подкопаєва С.В. Луцьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2022. С. 82-90.
21. Родовища бурштину України та їх геолого-економічна оцінка / за ред. Г. І. Рудька. Київ-Чернівці : Букрек, 2017. 240 с.
22. Рудько Г.І. Родовища бурштину та перспективи їх освоєння. Мінеральні ресурси України. Київ, 2017. №2. С. 18-21.
23. Рудько Г.І., Литвинюк С.Ф., Лисенко О.А., Бала В.В. Особливості геологічного вивчення та геолого-економічної оцінки покладів бурштину. Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування : матеріали конф. м. Трускавець, 6-10 листопада 2017 р. Т 1. Київ, 2017. С. 214-222.
24. Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України : монографія. Львів : Простір М, 2013. 684 с.
25. Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, Watson DG, Lightfoot DA. Phytochemicals: Extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. *Plants*. 2017;6:42. doi: 10.3390/plants6040042.
26. Azwanida NN. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength, and limitation. *Med Aromat Plants*. 2015;4:196.

27. Banu KS, Cathrine L. General techniques involved in phytochemical analysis. *Int J Adv Res Chem Sci.* 2015;2:25–32.
28. Beena P, Rajesh KJ, Arul B. Preliminary phytochemical screening of *Cicer arietinum* in folklore medicine for hepatoprotection. *J Innov Pharm Biol Sci.* 2016;3:153–9.
29. Bhan M. Ionic liquids as green solvents in herbal extraction. *Int J Adv Res Dev.* 2017;2:10–2.
30. Bulat A., Nadytu V., Korniyenko V. Features spread occurrence of amber deposits in the world. *Oxford Review of Education and Science*, № 1 (9), January-June 2015. P. 60-65.
31. Bulat A., Nadytu V., Korniyenko V. Modern technology of extraction of amber from sand deposits. *Harvard Journal of Fundamental and Applied Studies*, 2015, No. 1. (7) (January-June). Volume VIII. “Harvard University Press”, 2015. P. 514–519.
32. Bulat A., Nadytu V., Korniyenko V. Substantiations of technological parameters of extraction of amber in Ukraine. *American Journal of Scientific and Educational Research*, No. 2. (5) (July-December). Volume II. “Columbia Press”. New York, 2014. P. 591–597. (ISSN: 0002-9476)
33. Dhawan D, Gupta J. Comparison of different solvents for phytochemical extraction potential from *Datura metel* plant leaves. *Int J Biol Chem.* 2017;11:17–22.
34. Doughari JH. Phytochemicals: Extraction methods, basic structures, and mode of action as potential chemotherapeutic agents, phytochemicals—a global perspective of their role in nutrition and health. In: Venketeshwer R, editor. *A Global Perspective of Their Role in Nutrition and Health*. InTech; 2012. [Last accessed 2019 Jun. 10].
35. Hongjing Yuana Selective hydrogenation of maleic anhydride over Pd/Al₂O₃ catalysts prepared via colloid deposition/ Yua. Hongjing,

- Zh.Chunlei, H.Weitao, N.Chunli, T.Yong, Zh. YI, C.Dequan //J. Chem. Sci. Vol. 126, No. 1, January 2014, pp. 141–145.
- 36.Hossain MA, Al-Hdhrami SS, Weli AM, Al-Riyami Q, Al-Sabahi JN. Isolation, fractionation and identification of chemical constituents from the leaves crude extracts of *Mentha piperita* L grown in sultanate of Oman. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2014;4:S368–72. doi: 10.12980/APJTB.4.2014C1051.
- 37.Ingle KP, Deshmukh AG, Padole DA, Dudhare MS, Moharil MP, Khelurkar VC. Phytochemicals: Extraction methods, identification, and detection of bioactive compounds from plant extracts. *J Pharmacogn Phytochem.* 2017;6:32–6.
38. Kim J.S. Liquid Hydrogenation of Maleic Anhydride with Pd/C Catalyst at Low Pressure and Temperature in Batch Reactor/ J.S. Kim, J.H. Baek , Y.B. Ryu , S.S. Hong , M.S. Lee *J Nanosci Nanotechnol.* 2015 Jan;15(1):290-4.
39. L. Yang, D. Yu, H. H. Fan, et al., *Int. J. Clin. Experim. Pathol.*,7(9). 2014. pp. 5414 – 5428.
- 40.Majekodunmi SO. Review of extraction of medicinal plants for pharmaceutical research. *MRJMMS.* 2015;3:521–7.
- 41.Malanchuk Z., Korniyenko V. Results of research into amber mining by hydromechanical method. *Mining of Mineral Deposits*, 11(1), 2017, pp. 93–99. URL: <http://doi.org/10.15407/mining11.01.093> (дата звернення: 10.11.2018).
42. Melnychuk V. H., Krynytska M. V. *Burshtyn Polissia : dovid-nyk. Rivne : NUVHP*, 2017. 234 s.
- 43.MVS MK, Talluri VP, Rajagopal SV. Purification and characterization of bioactive compound from the methanolic leaf extract of *Millingtonia hortensis* linn. *Int J Pharm Bio Sci.* 2015;6:348–58.
44. Nelson, D.L. and Cox, M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry.* 7th Edition, W.H. Freeman, New York. 2017. p.1328.

45. Pandey A, Tripathi S. Concept of standardization, extraction, and pre-phytochemical screening strategies for herbal drug. *J Pharmacogn Phytochem.* 2014;2:115–9.
46. Promyslovi tekhnolohii vydobutku burshtynu : monohrafiia / A. F. Bulat, V. P. Nadutyi, Ye. Z. Malanchuk ta in. Dnipro-Rivne : IHTM-NUVHP, 2017. 237 s. ISBN 978-617-7328-43-7.
47. Results of experimental studies of amber extraction by hydromechanical method in Ukraine / Malanchuk Z., Korniyenko V., Malanchuk E., Khrysyuk A. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, V. 3. № 10 (81). 2016. P. 24–28. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.72404.
48. Rodovyshcha burshtynu Ukrayiny ta yikh heolohoekonomichna otsinka / za red. H. I. Rudka. Kyiv-Chernivtsi : Bukrek, 2017. 240 s.
49. Rudko H. I. Rodovyshcha burshtynu Ukrainy ta perspektyvy yikh osvoiennia. *Mi-neralni resursy Ukrainy.* 2017. № 2. S. 18–21.
50. Rungtung W, Ratha KK, Dutta S, Dixit AK, Hazra J. Secondary metabolites of plants in drugs discovery. *World J Pharm Res.* 2015;4:604–13.
51. T. T. Chen, E. I. Maevsky, M. L. Uchitel, *Front. Endocrinol.(Lausanne)*, 6(7). 2015. pp.1–11.
52. Ujang ZB, Subramaniam T, Diah MM, Wahid HB, Abdullah BB, Rashid AA, Appleton D. Bioguided fractionation and purification of natural bioactive obtained from *Alpinia conchigera* water extract with melanin inhibition activity. *J Biomater Nanobiotechnol.* 2013;4:265–72.