

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

КУРСОВА РОБОТА

на здобуття першого рівня вищої освіти(бакалавра)

на тему:

**“ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ЕКСТРАКЦІЇ СКВАЛЕНУ З
АМАРАНТОВОЇ ОЛІЇ.”**

Виконав: студент 4 курсу, групи Х-41

спеціальності 102 Хімія

Кушмелюк Христина Миколаївна

Керівник: професор, д.т.н., Курта С.А.

Рецензент: доцент кафедри хімії,

к.т.н.доц.Микитин І.М.

Національна шкала: ____

Університетська шкала: ____

Оцінка ECTS: _

Члени комісії: _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Івано-Франківськ - 2025р.

Кушмелюк Христина.– Дослідження способу екстракції сквалену з амарантової олії. – Дипломна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 102 – хімія. – ДВНЗ «Карпатський національний університет імені Василя Стефаника» – Івано-Франківськ, 2025 – 74 с.

Дипломна, бакалаврська робота присвячена дослідженню способу екстракції сквалену, з амарантової олії, а також визначення складу та властивостей біологічно-активних сполук- сквалену і сквалану, екстрагованих з амарантової олії, для створення на їх основі парфюмерних та косметичних засобів: лосйонів, кремів та губної помади, а також дослідження їх біохімічної активності. В роботі визначено кількісний та якісний склад, основні фізичні, хімічні, біохімічні та органоліптичні, властивості сполук сквалену і сквалану з амарантової олії. В роботі детально описані галузі та сфери використання олії з амаранту та біологічно-активних сполук сквалену і сквалану, добутих з олії, для парфюмерної і косметологічної промисловості.

Описані методи аналітичного контролю, а саме:

- 1) рефрактометрія показників заломлення.,
- 2) ІЧ-інфрачервона спектроскопії зразків,
- 3) ДТА-диференційно-термічний аналізу олії і сквалену,
- 4) МАС –маспектроскопія олії і сквалену,
- 5) РХ- рідинна хроматографія якісних і кількісних характеристик амарантової олії та сквалену і сквалану добутих з олії фізико-хімічними методами .

Ключові слова: щирець, амарант, насіння, олія, сквален, сквалан, склад, аналіз, будова, властивості, використання, косметика, парфюмерія.

Зміст

Вступ.....	5
Розділ 1. Літературно-патентний огляд.....	9
1.1. Основні характеристики рослинної сировини амаранту (щирця)	11
1.2. Склад та властивості зерна з амаранту.....	11
1.3. Хімічний склад амаранту, амарантової олії, сквалену і сквалану.....	13
1.3.1. Перспективи використання амаранту.....	16
1.4. Біохімічна активність сквалену з олії амаранту.....	17
1.4.1. Вплив сквалену на дерматологічну поверхню шкіри людини	17
1.4.2. Властивості природного Сквалену та Сквалану	20
1.4.3. Будова та властивості ненасиченого терпену- сквалену і насиченого вуглеводню-сквалану.....	21
1.4.4. Використання Сквалену та Сквалану в харчовій, парфюмерній та фармацевтичній промисловостях.....	23
1.5. Препарати на основі сквалену і сквалану з амаранту та інших джерел...27	
1.6. Природні джерела сквалену і сквалану	35
Розділ 2. Експериментальна частина.....	36
2.1. Вирощування та використання щирця- амаранту в умовах Ботанічного саду Прикарпатського університету в с. Демянів Лаз.....	38
2.1.1. Способи селективного виділення та екстракції сквалену і сквалану з амарантового насіння.....	41
2.2. Методи підготовки та контролю якості амарантового насіння і олії ...	42
2.2.1. Виділення та визначення вмісту сквалену і сквалану в амарантовій олії.....	50
2.3. Результати екстрагування сквалену і сквалану з олії амаранту.....	52
Розділ 3 . Обговорення результатів.	56
3.1. Рефрактометричний аналіз зразків амарантової олії, сквалену і сквалану.	56
3.2. ІЧ-спектральний аналіз зразків амарантової олії . сквалену і сквалану.....	58
3.3. ДТА аналіз зразків амарантової олій, сквалену і сквалану.....	60
3.4. Практичне використання сквалену та сквалану для приготування косметичних та парфюмерних препаратів.....	62
Висновки.....	65
Список використаної літератури.....	67

ВСТУП

Амарантова олія, яка містить сквален - що є тритерпеном, а сквалан - є його насиченим ізомером, являються проміжними продуктами на шляху біосинтезу холестерину. Сквален був названий так через наявність його в жирі печінки акули (shark), який міститься там у великій кількості (13-20%) і вважається його найбагатшим джерелом. Однак він також широко поширений у рослинах і в розумних кількостях (1-4%) міститься в оливковій олії, пальмовій олії, олії зародків пшениці, і особливо багато його (до 8%) в амарантовій олії. Сквален, як основний компонент поліненасичених ліпідів поверхні шкіри людини, демонструє певні переваги для шкіри як пластифікатор і антиоксидант, а також використовується для її зволоження, захисту та протипухлинної дії. Він також використовується як матеріал для місцевого-зовнішнього застосування, в ліпідних емульсіях та як наноструктурований ліпідний носій для ненасичених жирних кислот.

Шкіра-дерма людини, яка покриває і захищає всю зовнішню поверхню людського організму, є органом і постійно піддається впливу сонячного світла, включаючи ультрафіолетове (УФ) опромінення. Дерматологічна шкіряна людська тканина багата ліпідами, які, як вважають, вразливі до окислювального стресу від сонячного світла і тепла. Сквален (рис. 3 і 3.1.) — це унікальна структурно тритерпенова ненасичена сполука $C_{30}H_{50}$, яка є одним із основних компонентів (близько 13%) ліпідів поверхні шкіри живих організмів [1]. Він був названий так тому, що вперше був виділений з жиру печінки акули (*Squalus*.), який містить його велику кількість і вважається його найбагатшим джерелом до 20% [2]. Сквален транспортується в сироватці крові, як правило, у зв'язку з ліпопротеїнами (жирами) дуже низької щільності та повсюдно поширюється в тканинах людини, з найбільшою концентрацією в шкірі.

Захисний ефект спостерігається, коли сквален дають до або під час лікування канцерогенними препаратами в медицині. Механізми, задіяні в хімії і профілактичній активності сквалену, можуть включати інгібування

фарнезилування, модуляцію активації канцерогену та антиоксидантну його активність [4].

У цій роботі ми намагалися виявити дію та переваги сквалену і сквалану для деми-шкіри, одного з найважливіших органів людського тіла. Деякі важливі, хімічні та клінічні дослідження сквалену та його похідних також узагальнено та зазначено в цій роботі.

Актуальність. Експериментальні дослідження показали, що сквален може ефективно пригнічувати хімічно індукований процес утворення пухлин і захворювань на дерматологічній поверхні шкіри, товстої кишки та легень людини. Тому селективна екстракція сквалену та сквалану та дослідження хімічних і органолептичних його властивостей, являється актуальною проблематикою в хімії і хімічній технології.

Дана робота ставить за мету селективне виділення чистих речовини сквалену і сквалану із амарантової олії та вивчення їх фізико-хімічних властивостей, для створення на їх основі парфюмерних та фармацевтичних препаратів та дослідження їх біохімічної активності в дерматології та інших сферах медицини.

Об'єктом дослідження є амарантова олія і виділені з неї тритерпени-сквален і сквалан та парфюмерні і косметичні препарати на їх основі.

Предметом дослідження є вивчення хімічних та органолептичних властивостей амарантової олії і виділених з неї тритерпенів-сквалену і сквалану.

Для цього необхідно було вирішити наступні **завдання**:

1. Провести літературно-патентний пошук опублікованих даних про хімічні та органолептичні властивості амарантової олії та тритерпену сквалену і його похідного сквалану, виділених з олії.

2. Дослідити фізико-хімічні властивості амарантової олії та виділеного з неї тритерпену - сквалену і його похідного сквалану в хімічній лабораторії;

3. Відпрацювати технологію екстракції амарантової олії для пошуку способів селективного виділення тритерпену сквалену і його похідного сквалану під час їх хіміко-технологічної обробки в лабораторних умовах;

4. Виділити та проаналізувати біологічно активні сполуки сквалену і сквалану до та після їх екстракції з амарантової олії,.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема роботи затверджена на засіданні кафедри хімії (Перевірити: Протокол №2 від 13.09.2023 р.), та зареєстрована як цивільно-правова угода Прикарпатського університету №11/2023, Україна, м. Івано-Франківськ від "01" ,березня 2023 до -31 серпня 2023 р. з австрійською фірмою : Sharkproject: <https://www.sharkproject.org/blog/2023/2023-10-10-interdive-2023/> ,

Методи дослідження. В роботі були використані сучасні методи підготовки та хімічного аналізу амарантової олії, сквалену і сквалану, до та після її хімічної обробки селективної екстракції і кристалізації сквалену і сквалану різними фізико-хімічними методами.

Достовірність, точність і результативність досліджень підтверджуються обширними експериментальними даними та фізико-хімічним аналізом, отриманими в лабораторії з використанням комплексу сучасних методів дослідження, та статистичними характеристиками оброблених даних, отриманих при вивченні основних властивостей амарантової олії та сквалену і сквалану, виділених з неї. Надійність результатів визначена високою ймовірністю прийняття гіпотез і статистичних оцінок.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше досліджено фізико-хімічний процес селективної екстракції сквалену і сквалану, отриманих при (-

10°C - +60 °C) з рідкої амарантової олії та вивчення їх біохімічних властивостей в приготованих парфюмерно-фармацевтичних продуктах.

Практичне використання. Виділені біологічно-активні речовини-сквален і сквалан було використано для виготовлення парфюмерних і косметичних продуктів для профілактики і лікування шкірних ушкоджень і хвороб та запобігання їх розвитку в дерматології.

Робота викладена на 68 сторінках, та містить 3 розділи, які включають: літературний огляд, експериментальну частину та обговорення результатів і висновки та включає 22 рисунки, 8 таблиць.

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТИЙ ОГЛЯД

1.1.Основні характеристики рослинної сировини амаранту(щирця)

В представленій дипломній, бакалаврській роботі буде представлений аналіз хімічного складу амарантової олії зі скваленом і можливостей їх застосування в якості сировини для отримання біологічно активних добавок, косметичних та парфюмерних препаратів.

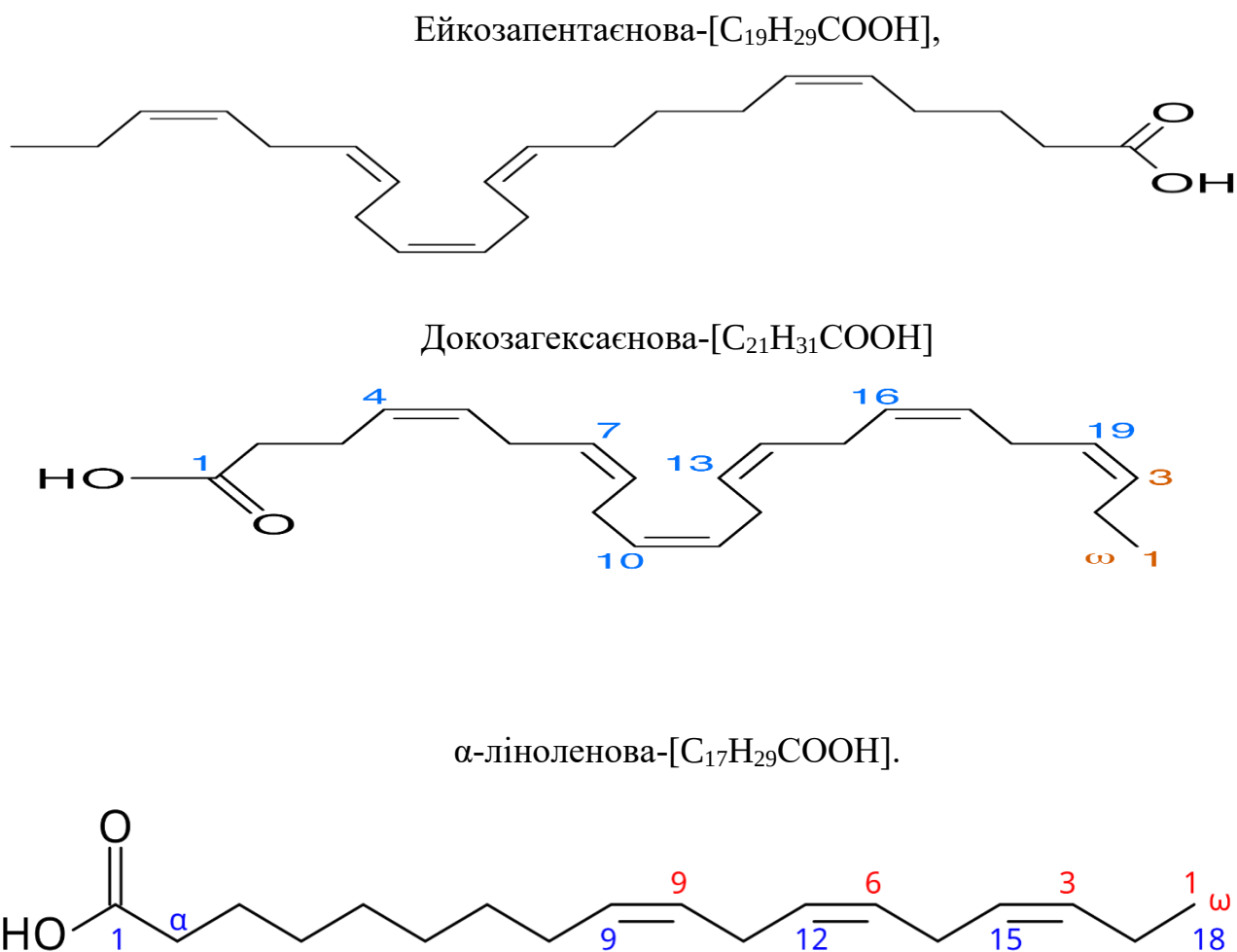
Амарант – (укр. Щирець), яка має широкий спектр застосування у харчовій промисловості, а олія з амаранту використовується в фармацевтичній і медичній галузях. Це пов'язано з наявністю в її надземній частині, і особливо в зернах, цінних біоактивних компонентів, що визначає дуже високу перспективність використання цієї культури в Україні. Рожевий амарант — олійна культура, яка містить велику кількість рослинного білка і є популярним продуктом у раціоні вегетаріанців, спортсменів і тих, хто використовує дієтичні продукти. Зерно рожевого амаранту - це маленькі частинки, які схожі на блискучі намистинки і мають красивий жовтий колір. Під час варіння колір частково зникне і зерно амаранту стає прозорим. (Рис.1.)



Рис.1 Фото рослинного амаранту(щирець), його насіння, і олії з нього.

Зерно амаранту – одне з найбагатших джерел рослинного білка. Його застосовують як крупу, пророщують, з нього також виготовляють амарантове борошно, та дуже цінну олію. У готовому вигляді сира, не рафінована олія амаранту має ледь відчутливий рибний аромат через наявність в ній омега-3.

Омега-3 поліненасичені жирні кислоти належать до класу естерів вищих карбонових кислот, а саме :



фосфор, Fe-залізо, Se-селен, R-калій, Cu-мідь, Zn-цинк. А також в зерні амаранту є **корисні** сполуки : антиоксиданти (фенольні кислоти, білки (лізин, метіонін, триптофан), каротиноїди, жирні кислоти омега-3, омега-6, саме головне вони містять Сквален($C_{30}H_{50}$) та на ступні компоненти: Таб.1.1.

1. Білки:	-16 г на 100 г продукту
2. Жири:	-7 г на 100 г продукту
3. Вуглеводи:	-71 г на 100 г продукту
4. Калорійність:	-441 Ккал на 100 г продукту

Усі частини цієї чудової рослини-амаранту біологічно унікальні. Так, насіння амаранту дуже поживне. З них виготовляють багато різного: борошно, крохмаль, висівки, масло. Залежно від сорту насіння амаранту, яке ми зараз розглядаємо, воно містить Таб.1.2. :

1. Від 13 до 21% легкозасвоюваного протеїну;
2. Має в своєму складі 6-9% рослинних олій, що мають високу концентрацію поліненасичених жирних кислот і біологічно активних компонентів;
3. Вміст крохмалу в насінні амаранту сягає 60%;
4. Комплекс вітамінів А, В, С, Е, Р, каротиноїдів і пектину;
5. Насіння амаранту має велика кількість мікро- і макрокомпонентів, зокрема заліза і кальцію.

Амарант білий добре поєднується зі свіжими, тушкованими та запеченими овочами, а також з жирами та оліями, випічкою, йогуртами, горіхами, насінням, медом. Страви з амарантом добре доповнюється гострим, солодким, солоним смаками. Його насіння і зерна можна навіть підсмажити, як попкорн. Перед приготуванням зернятка необхідно промивати.

Зерна амаранту мають високу харчову цінність, омолоджує організм, може виступати як запобіжний протипухлинний засіб.

Регулярне вживання крупи та олії з амаранту сприяє зниженню запальних процесів, а саме воно має наступні впливи на організм людини, а саме: Таб.1.3.1.

1.Кровотворна система. Забезпечується поліпшення станів людського організму при малокрівлі, варикозі, стенокардії, серцевій недостатності, гіпертонії та ішемічній хворобі серця. Підвищується еластичності судин, знижується рівень холестерину в крові, особливо поганого холестерину. Попереджується розвиток ішемічної хвороби серця. Вирівнюється артеріальний тиск та зміцнюються стінки кровеносних судин.

2.Ендокринна система. Нормалізується гормональний баланс та процес метаболізму в організмі. Спостерігається імуномодулюючий і протизапальний ефект насіння та олії амаранту. Проходить профілактика цукрового діабету.

3.Покривна дерматологічна система. Прискорення процесів регенерації тканин дерми, особливо корисна при шкірних захворюваннях, екземі та пошкодженні дерми. Сприяє омолоджуючому ефекту повній регенерації дерми. Прискорює зміцнення волосяних фолікул та забезпечує профілактику облісіння. Неймовірно швидко прискорює загоєння пошкоджень слизових і шкірних покривів. Амарант і його олія особливо корисні при всіх дерматологічних захворюваннях.

4.Нервова система. Проходить стимуляція роботи мозку за рахунок надходження вітамінів А,В,С та цинку в організм, при споживанні амаранту. Підвищується концентрації уваги. Поліпшується сон та настрій, покращується здоров'я очей. Проходить профілактика дегенерації жовтої плями та катаракти. Амарант і його олія корисна для роботи мозку, поліпшення роботи нервової системи. Проходить профілактика офтальмологічних захворювань очей.

5.Опорно-рухова система. Сприяє профілактиці остеопорозу, артрити, подагри. Запобігає демінералізації кісток та профілакує дефіциту кальцію. В організмі людини, при цьому проходить компенсація станів при остеопорозі й артрозі.

6.Травна система. Сприяє виведенню шлаків з кишечника. Проявляє оздоровчий ефект і зняття неприємних симптомів при виразках, цирозі, коліті, гастриті, запорах. Володіє гепатопротекторною функцією.

7.Статева система. Проявляє сприятливий вплив при порушеннях і болісних менструаціях у жінок, та поліпшує статеву функцію у чоловіків. Формує здоровий фон для зачаття та виношування дитини, та підвищує репродуктивну функцію.

8.Дихальна система. Амарант та продукти на його основі є допоміжним засобом при терапії захворювань верхніх дихальних шляхів.

Амарант та його олія очищує організм, має протипухлинні властивості, стає на захист організму від процесів старіння і токсичних отруєнь, покращує самопочуття, налагоджує процеси кровотворення.

1.3.Хімічний склад амаранту, амарантової олії, сквалену і сквалану.

Вміст тригліцеридів у використаному нами ліпідному компоненті насіння амаранту становить за вказаними даними від 74% до 85%. Щирець

містить в собі містить найунікальніший білок, який є дуже збалансованим за амінокислотним складом, а головною цінністю якого є незамінні амінокислоти. При цьому більше половини амарантового білка складається з альбуміну і глобуліну.

До складу жиру або олії щирця входить весь кислотний комплекс складних естерів вищих спиртів та ненасичених вищих карбонових кислот: -олеїнова, лінолева і ліноленова кислоти, а також ліпідна частина жирів що містить -8-11% особливого вуглеводню, $C_{30}H_{50}$ -сквалену, який є ненасиченим тритерпеном і стероїдів (включаючи стерини та їх похідні), рис.1.3. Сквален-основний попередник, який використовується для лікування атеросклерозу. Згідно з результатами медичних досліджень, сквален вважається найважливішим компонентом регулятора ліпідного і стероїдного обміну в організмі людини, а також має значні антиоксидантні властивості. Високий вміст цього ненасиченого тритерпенового вуглеводню є унікальною характеристикою, добуваного з олії амаранту, що дозволяє вважати цей продукт промисловим джерелом сквалену.

Таб. 1.3. Хімічний Склад амарантової олії.

Хімічний склад та харчова цінність

- 5% ліноленової кислоти (омега-3);
- 49% лінолевої кислоти (омега-6);
- 23% олеїнової кислоти (омега-9);
- пальмітинова кислота 19%;
- 4% стеаринової кислоти;
- особлива форма вітаміну E, антиоксидантні властивості у 40-50 разів вищі, ніж зазвичай;
- вітаміни B2, B1, D, A;
- сквален (8%) - масло, вміст якого в амарантовій олії в 4 рази більше, ніж у печінці акули;
- мінерали.

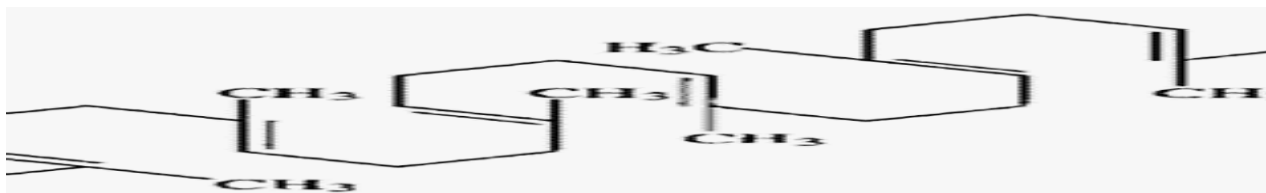


Рис.1.3. Формула : Скваден-С₃₀Н₅₀ {CH₃- C(CH₃) = CH - CH [CH - C(CH₃) = CH - CH] CH₂ - C(CH₃) = CH --CH₃ } 2,6,10,15,19,23-гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гексаєн)

Скваден є структурно унікальною тритерпеновою сполукою, яка є одним з основних компонентів (близько 13%) ліпідів поверхні шкіри [1]. Він був названий так тому, що вперше був виділений з жиру печінки акул (*Squalus spp.*), який містить велику кількість «сквадену» і вважається його найбагатшим джерелом [2]. Він транспортується в сироватці крові, як правило, разом з ліпопротеїнами дуже низької щільності та повсюдно поширюється в тканинах людини, з найбільшою концентрацією на поверхні шкірі.

1.3.1.Перспективи використання амаранту

Вчені-дослідники амаранту придумали, що можна взяти амарантову олію для створення нової лікарської форми для лікування запальних та інфекційних захворювань шкіри та слизових оболонок людського організму. Високий вміст в олії амаранту ефірів вищих ненасичених жирних кислот і поліфенолів надає їй антиоксидантні властивості. Тому цю рослину та її олію можна рекомендувати для використання, як антиоксидант в молочній і хлібопекарській промисловості, а також для приготування повноцінних харчових продуктів з високою калорійністю. Амарант багатий білком, харчовими волокнами, пектинами, вітамінами, мікроелементами і макроелементами (див. таб.1). Вчені довели ефективність використання амаранту(щирця) для продовження терміну зберігання кисломолочних продуктів без застосування хімічних антиоксидантів. Крім того, було вивчено антиоксидантну та пребіотичну активність кисломолочних продуктів, що містять екстракт амаранту. Використання поживних властивостей листя щирця-

амаранту , як нетрадиційного джерела поживних речовин, дозволить створити різноманітні продукти зі стійким пребіотичним і пробіотичним ефектом.

Сьогодні на Землі проводиться ряд комплексних досліджень з метою розробки ефективних технологій промислової переробки насіння *Amaranthus*. Це дозволить людям використовувати рослинний концентрат якісного продукту, а також для створення комбінованих напоїв молока і харчування для хворих, що мають нахил до підвищеної чутливості до білка, що містяться в коров'ячому молоці .



Рис. 2. Плантації амаранту на півдні Дніпропетровської області України.

Те що в ньому є наявні такі дуже важливі для людей компоненти (каротин і вітамін А) дає можливість амаранту підсилювати вироблення інсуліну, що рекомендує рослину для лікування діабету, а також аби виготовляти спеціалізовані продукти на дієту і харчові суміші для діабетиків. Низький вміст глютену відкриває в амаранті дає нам з вами великі перспективи для алергетиків і хворих на целіакію. Беталаїни, що входять до складу амаранту, рекомендуються як натуральні харчові барвники для виробництва кремів, желе, морозива та напоїв з рекомендованим рН-балансом. З цього випливає що амарант є дуже корисною у багатьох сферах діяльності сучасної людини – народній медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві, косметології і фармацевтиці.. Подальші поглиблені дослідження амаранту-

щирцю та олії на їх основі, мають виявити більше корисних властивостей цього що ми обговорюємо, значно розширивши великий спектр його використання.

1.4. Біохімічна активність сквалену з олії амаранту.

Сквален($C_{30}H_{50}$)-як хімічна сполука-тритерпен-рис.1.3., здається, має вирішальне значення для зменшення окислювального пошкодження шкіри(дерми) вільними радикалами та токсичними речовинами. Сквален у сироватці крові частково походить від ендогенного синтезу холестерину та частково з харчових джерел, особливо в популяціях, які споживають велику кількість оливкової олії або печінки акули та амаранту[2]. Ендогенний синтез сквалену починається з утворення 3-гідрокси-3-метилглутарил коензиму А (HMG CoA). Початкове зниження ГМГ-КоА (ніацин-залежна реакція) призводить до утворення мевалонату, рис.3. і 3.1. [4].

Сальні залози — це невеликі залози в шкірі, які виділяють жир (шкірне сало) у волосяні фолікули для змащування шкіри-дерми людей та шерсті у тварин (рис. 3. і 3.1.). У людини вони зустрічаються в найбільшій кількості на обличчі та шкірі голови, хоча вони поширені на всіх ділянках шкіри (дерми), крім долонь і підшов. Сквален є одним із домінуючих компонентів (близько 8-13%) шкірного жиру (табл. 1.4. рис.3 і 3.1..) [5]. Зображення дерматологічного покриву шкіри(дерми) людини показано на рис. 3.

Таб. 1. . Склад жирової основи під шкірного дерматологічного шару в людини.

Речовина	Склад (%)
1. Воскові ефіри	25
2. Сквален	13
3. Холестирин	2
4. Тригліцериди, вільні жирні кислоти та дигліцериди	57
5. Інші речовини	3

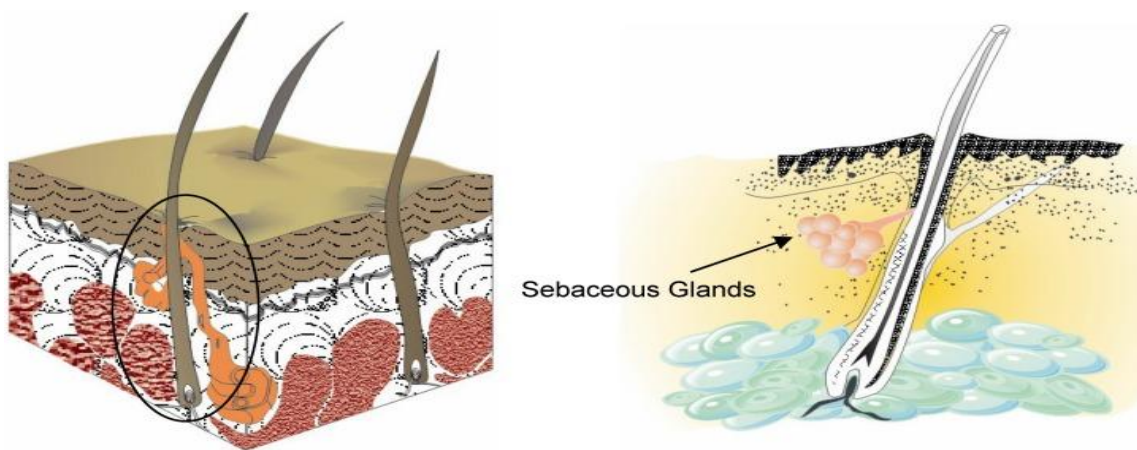


Рис. 3 . Зображення поверхні шкіри з сальними залозами в розрізі.

1.4.1.Вплив сквалену на дерматологічну поверхню шкіри людини .

На рис.3.1. показано розріз і склад дерматологічного шкіряного покриву людини з виділенням сквалену зі спеціальної потової залози..

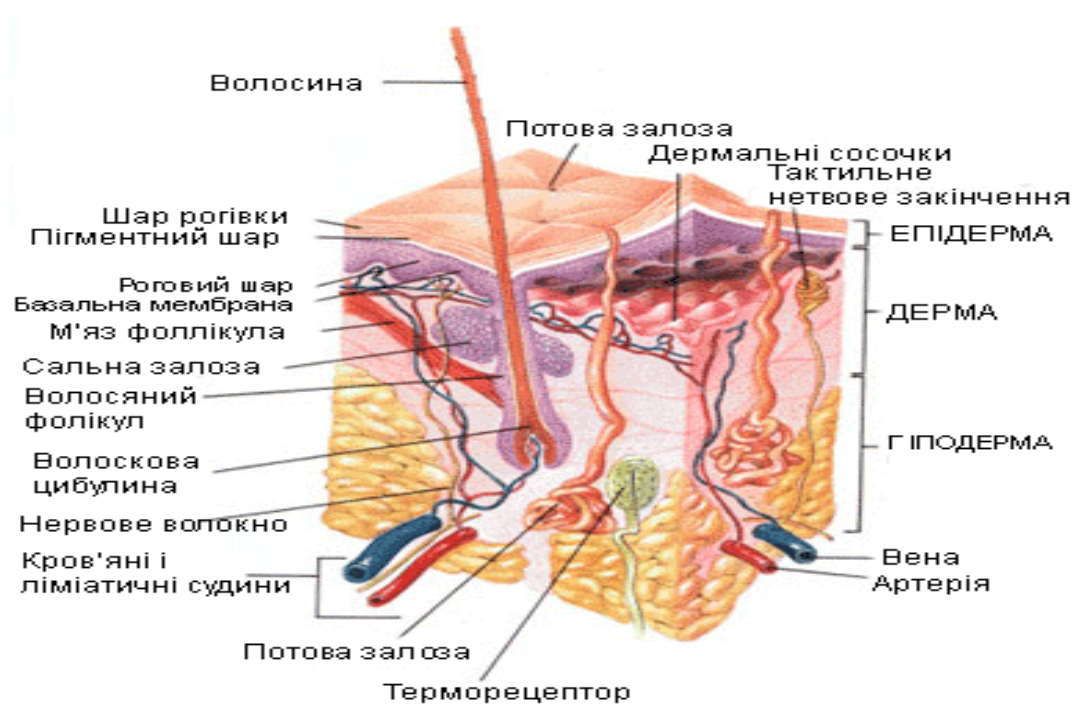


Рис.3.1.Склад та призначення дерматологічних компонентів шкіряного покриву людини.

Сквален не майже не піддається перекисному окисленню та, здається, функціонує в шкірі як вогнегасник синглетного кисню, захищаючи поверхню шкіри людини від перекисного окислення ліпідів(жирів) через вплив

ультрафіолетового світла та інших джерел окисного пошкодження, як обговорювалося в літературі [6]. Нижче приведені всі властивості сквалену:.

1.Пом'якшувальний засіб

Справді один із чудових природних пом'якшувачів, сквален швидко й ефективно вбирається глибоко в шкіру, відновлюючи здорову пружність і гнучкість, не залишаючи жирних слідів. Нові косметичні емульсії з біоміметичними молекулами були досліджені за допомогою експериментальних дизайнів [7]. Це дослідження визначило оптимальний склад суміші сквалену в емульсії «олія-у-воді», використовуючи план експериментів для розробки експериментальної стратегії. Для цього вимірювали стабільність, центрифугування, в'язкість і рН сквалену, а також проводили мікроскопічний аналіз. Результати показали, що стабільність і в'язкість емульсій найбільше впливають на відсоток сквалену.

2.Зволоження дерми

Загалом оклюзія призводить до збільшення гідратації дерми за рахунок зменшення втрати води. Rissmann та ін. [8] виявили, що замінник vernix caseosa (VC) може бути інноваційним бар'єрним кремом для дерми з дефіцитом бар'єру. Це пояснюється чудовими властивостями VC сприяти зволоженню рогового шару. Різні ліпідні фракції були виділені з ланоліну та згодом змішані зі скваленом, тригліцеридами, холестерином, керамідами та жирними кислотами для створення напівсинтетичних ліпідних сумішей, які імітують ліпідний склад VC. Результати показали, що швидкість відновлення бар'єру зросла і була порівнянна з лікуванням ліпідів VC. [9] Також виявили, що підвищені трансепідермальні втрати води (TEWL) і проникнення рибофлавіну в шкірі щурів і людини, оброблених 5% лаурилсульфатом натрію, були скасовані добавками сквалену ($p < 0,05$).

3.Антиокислення

Повідомлялося, що сквален має антиоксидантні властивості. Експериментальні дані *in vitro* показують, що сквален є високоефективним агентом, що поглинає кисень. Після окислювального стресу, такого як вплив сонячного світла, сквален діє як ефективний гасник синглетного кисню та запобігає відповідному перекисному окисненню ліпідів на поверхні дерми людини [10]. Кохно та ін. [11] виявили, що константа швидкості гасіння синглетного кисню скваленом набагато вища, ніж константа інших ліпідів на поверхні дерми людини, і порівнянна з константою 3,5-ди-трет-бутил-4-гідрокситолуолу. Вони також повідомили, що сквален не особливо сприйнятливий до перекисного окислення та стійкий проти атак перекисних радикалів, що свідчить про те, що ланцюгова реакція перекисного окислення ліпідів навряд чи поширюватиметься за достатнього рівня сквалену, присутнього на поверхні дерми людини.

Аіої та ін. [12] вивчали вплив сквалену на утворення супероксидного аніону (O_2^-) у щурів, щоб з'ясувати механізм, за допомогою якого ця сполука зменшує еритему, спричинену 1% маззю лауроїлсаркозину (LS). LS (200~400 мкг/мл) викликав явну продукцію O_2^- з культивованих кератиноцитів і лейкоцитів перитонеального ексудату. O_2^- було значно знижено додаванням сквалену (100 мкг/мл). Ці результати свідчать про те, що можлива роль сквалену для полегшення подразнення шкіри полягає в пригніченні виробництва O_2^- , яке залежить від різних механізмів дії супероксиддисмутази.

4.Протипухлинна діяльність

Протягом останніх кількох років було виявлено, що сквален виявляє захисну дію проти кількох канцерогенів [13]. Десай та ін. [14] повідомили, що пухлини дерми були ініційовані у 50 самок мишей CD-1 за допомогою 7,12-диметилбенз[а]антрацену та стимулювалися за допомогою 12-О-тетрадеканойлфорбол-13-ацетату. Мишей лікували 5% скваленом, і в кінці профілактичного дослідження спостерігалось зниження частоти пухлин на 26,67% у групі, яка отримувала сквален. У спорідненій галузі досліджень спостерігався захисний ефект, коли сквален застосовувався до та/або під час лікування канцерогеном. Експериментальні дослідження показали, що сквален може ефективно інгібувати хімічно індукований пухлиногенез дерми у гризунів [15].

1.4.2.Властивості природного Сквалену та Сквалану .

Сквален як сировина для парфюмерних і медикаментозних препаратів.

Сквален широко використовується як матеріал або добавка в місцевих носіях, таких як ліпідні емульсії та наноструктуровані ліпідні носії ненасичених жирних кислот (НЖК). Він є в складі наступних компонентів:

1.Ліпідні емульсії

Емульсії ліпідів(жирів) є потенційно цікавими системами доставки ліків через їх здатність включати у свій склад ліки з поганою розчинністю у фазі диспергування (рис. 4). Емульсія - це суміш двох незмішуваних взаємонерозчинних рідин. Ліпідні емульсії вивчали як парентеральні носії ліків

для тривалого вивільнення та орієнтації на певні види органів людини. За допомогою ліпідних емульсій також можна уникнути прямого контакту препарату з рідиною та тканинами організму, щоб мінімізувати можливі побічні ефекти [16]. Чанг та ін. [17] підготували ліпідні емульсії типу «олія у воді», схему утворення яких показано на (рис.4). щоб дослідити вплив різних олій і масел на розмір і стабільність частинок емульсії. Показано, що сквален утворює стабільну досить емульсію. Кім та ін. [18] виявили, що емульсія сквалену має найпотужнішу трансінфекційну активність і показала найменшу цитотоксичність у моделі миші після внутрішньовенного введення. Сквален як масляний компонент може більш ефективно підвищити стабільність катіоногенних емульсій, що може бути корисним для перенесення генів. Крім того, було показано, що емульсії зі скваленом, як масляною фазою можуть діяти як потенційна система парентеральної доставки ліків для в усі частини організму. Сквален як масляна фаза має найменший розмір частинок порівняно з кокосовою олією. Знеболюючу активність емульсій перевіряли за допомогою тесту з абсолютним етанолом.

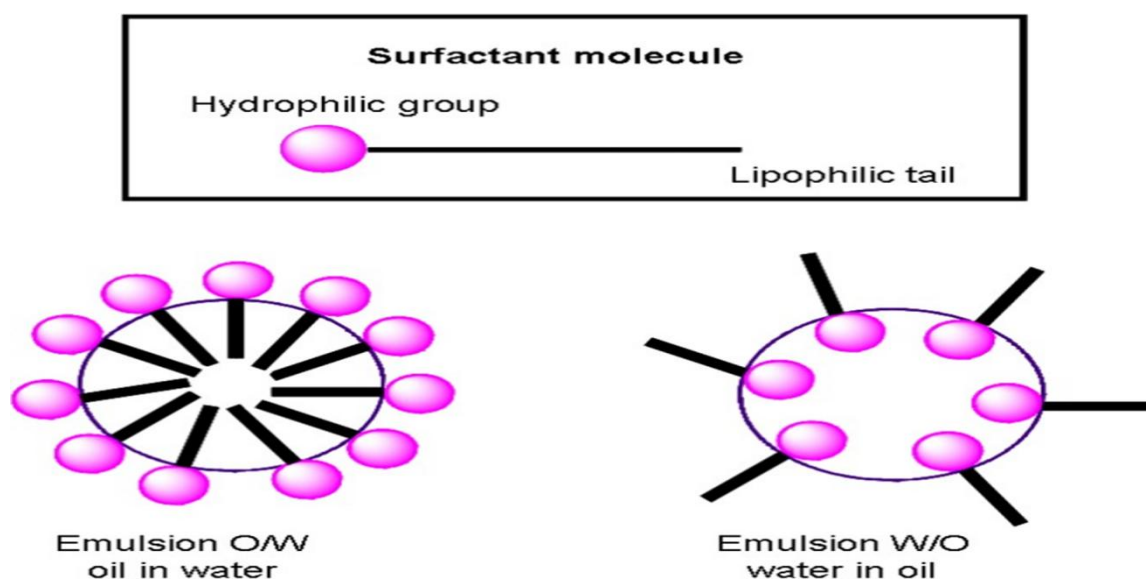


Рис. 4. Прямі і зворотні ліпідні (жирова) емульсії у воді

Скваленова система подачі ліків, продемонструвала здатність забезпечувати контрольовану доставку, щоб подовжити тривалість аналгетичної

щурів. Токсичність, визначена гемолізом еритроцитів, також була низькою для скваленових емульсій [18].

6. Наноструктуровані ліпідні носії -(НЛН)

Тверді ліпідні наночастинки (SLN) являють собою нове покоління систем наночастинок типу "олія у воді" і привертають увагу як нові колоїдні носії ліків. Яскравими перевагами SLN є твердий стан матриці частинок, здатність захищати хімічно лабільні інгредієнти та можливість модулювати та продовжувати вивільнення ліків. НЖК — це новий тип ліпідних наночастинок із матрицею твердих частинок, які мають структурні особливості та вдосконалення, такі як підвищена здатність до навантаження, довготривала фізична та хімічна стабільність, ініційоване вивільнення та потенційно перенасичені місцеві склади. НЖК утворюються шляхом змішування твердих ліпідів із просторово несумісними ліпідами, що призводить до утворення ліпідної матриці зі спеціальною структурою.

Залежно від способу виробництва та складу ліпідної суміші можна отримати різні типи НЖК (рис. 4). Основна ідея полягає в тому, що шляхом надання ліпідній матриці певної наноструктури збільшується корисне навантаження активних сполук і уникається викид сполуки під час зберігання [20. -24].(рис.5.)

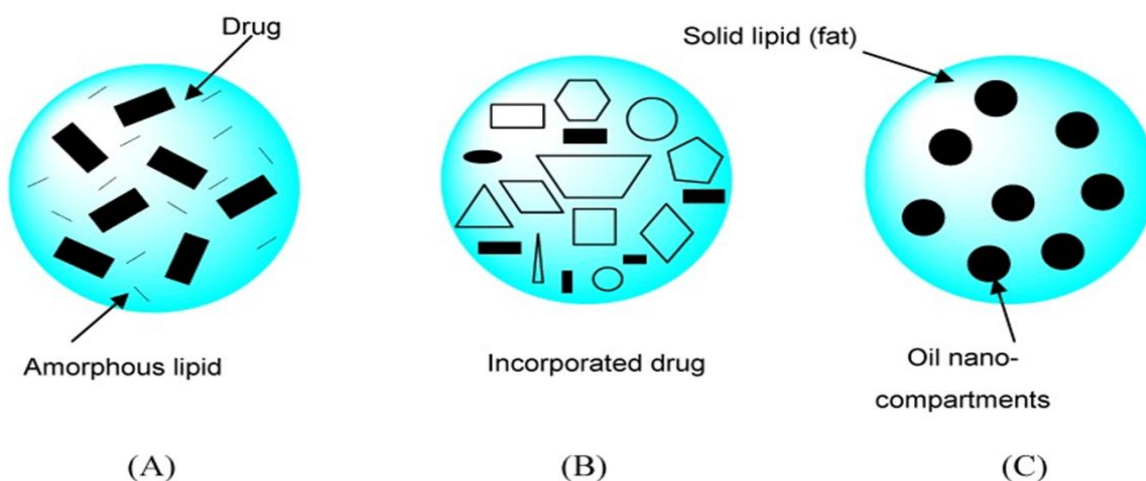


Рис. 5. Три різні типи наноструктурованих ліпідних носіїв (НЖК) порівняно з більш-менш високо впорядкованою матрицею твердих ліпідних наночастинок (SLN). Три типи NLC можна підсумувати як: (А) аморфний тип,

(В) недосконалий тип і (С) множинний тип. Цей малюнок змінено з посилання [24].

1.4.3.Будова та властивості ненасиченого терпену- сквалену і насиченого вуглеводню-сквалану.

Виявили, що ненасичені жирні кислоти (НЖК), що складаються з гліцерилпальмітостеарату і сквалену (12% мас./об.), показали відповідні середні розміри частинок 200нм. Ліпофільність- спорідненість сполук або частин їх молекул до вуглеводнів, жироподібних речовин, масел, та помітна здатність речовини розчинятися в жирах для НЖК знижувалася зі збільшенням вмісту сквалену в препаратах. Похідні псоралену (тобто 8-метоксипсорален) для лікування псоріазу поміщали в НЖК, щоб перевірити їхню здатність проникати через шкіру. Покращене розчинення та контрольоване вивільнення псоралену були досягнуті за допомогою НЖК зі скваленом. Результати проникнення *in vitro* показали, що НЖК, стабілізовані за допомогою ПАР-Полісорбат 80, збільшували потік 8-метоксипсоралену в 2,8 рази порівняно зі звичайною емульсією.

Утворення токсинів шляхом окислення сквалену.

Моногідроксіпероксид сквалену (SQOOH) є первинно окисленим ліпідом, який утворюється зі сквалену під дією сонячного УФ. Він виробляється на поверхні шкіри людини внаслідок природного впливу сонячного світла під час повсякденної діяльності. Нещодавні дослідження показали, що повторне нанесення моногідроксіпероксида сквалену на шкіру може спричинити затвердіння шкіри та зморшки у безволосих мишей [26]. Учіно та ін. [27] також повідомили, що моногідроксіпероксид сквалену викликав пошкодження шкіри у безшерстих мишей. Крім того, у кількох роботах також описана цитотоксичність моногідроксіпероксида сквалену, яка є первинною окисленою формою епідермальних ліпідів, що виробляються під дією сонячних ультрафіолетових променів. Моногідроксіпероксид сквалену виробляється на шкірі людини, і було припущено, що сквален шкіри може бути основним цільовим ліпідом для окислювального стресу (наприклад, впливу яскравого сонячного світла). Накагава та ін. [28] продемонстрували, що накопичення моногідроксіпероксида

сквалену може бути залучено до запальних захворювань шкіри, таких як рак шкіри, шкірні аутоімунні захворювання та старіння шкіри.

Як було досліджено[20-28] Сквален, має вирішальне значення для зменшення окислювального пошкодження шкіри вільними радикалами. Хоча епідеміологічні, експериментальні дані та дані на тваринах свідчать про протипухлинні властивості тритерпену-сквалену, на сьогоднішній день було проведено небагато досліджень на людях, щоб підтвердити роль сквалену в лікуванні та профілактиці раку. Потрібні детальні дослідження, щоб визначити корисність сквалену для лікування шкіри. З цього огляду можна зробити кілька висновків. Сквален має ряд переваг для тканин людської шкіри-шкіри. Він також корисний як матеріал для місцевих транспортних засобів. Речовини, пов'язані зі скваленом, *такі як β -каротин, коензим Q10 і вітаміни A, E і K*, також демонструють свою користь для здоров'я шкіри. Місцеве введення сквалену через шкіру є важливим шляхом доповнення цих сполук у дерматологічних тканинах шкіри. Нинішній успіх сквалену та його аналогів показує перспективу подальших клінічних випробувань для використання в дерматології.

1.4.4. Використання Сквалену та Сквалану в харчовій, парфюмерній та фармацевтичній промисловостях.

Сквален вперше почали добувати з акул'ячого жиру в Японії і застосовували в народній медицині з давніх-давен, але його унікальні фізико-хімічні і терапевтичні властивості були досліджені відносно недавно. Стимулом вивчення став той факт, що акули мають високу стійкість до багатьох захворювань *і у них не буває злоякісних утворень*. Ба більше, до цього часу вченим не вдавалося штучно вселити у організм акул ракові клітини. Виявляється, такі властивості організму Аку́ли (Selachimorpha) — з ряду хрящових риб, переважно пелагічних, забезпечуються алкілгліцеролами які є потужними натуральними імуностимуляторами, котрий може чудово зміцнювати імунітет, блокувати розвиток ракових клітин, та чинити ще багато корисних ефектів. В людському організмі вони присутні лише у кістковому

мозку та грудному молоці, і то в незначній кількості (менше 1%). Найбільша кількість даного елементу є в деяких видах акул'ячого жиру (до 20%). Крім цього, акул'ий жир є джерелом поліненасичених жирних кислот і вітамінів. Прийом добавки жиру з акул'ячої печінки з алкілгліцеридами допомагає,

Властивості акул'ячого жиру-див.таб.1.5

1. Підвищується фізична активність, працездатність;
2. Стимулюється вироблення лейкоцитів, котрі захищають організм від інфекцій та чужорідних білків;
3. Виробляються тромбоцити завдяки яким швидше загоюються будь-які рани;
4. Підвищується опірність організму до вірусів і навіть банальних ГРВІ;
5. Знижується ймовірність захворіти на онкологію. Науково доведено, що алкілгліцерол приглушує утворення та розвиток ракових клітин;
6. Покращується робота судин та серця;
7. Зникають хворобливі відчуття в суглобах.

Жир акул'ячої печінки – найцінніший натуральний лікарський засіб, яке в багатьох століттях використовувався риболовами для регенерації, а також для профілактики та лікування застуди та грипу. Дослідження показують, що алкілгліцерини в кормлячій мамі в грудному молоці можуть стимулювати імунітет і боротися з інфекціями та іншими захворюваннями новонароджених малюків. Жир печінки акули, який продукується в Норвегії (рис. 6) багатий на 20% алкілгліцерину в т.ч. сквалену, який природним шляхом дійсно стимулює вироблення білих кров'яних тілець і тромбоцитів. Це один із найпотужніших ресурсів матері природи, який може пришвидшити згоєння ран (включно з опіками та інфекціями), і дуже актуальним є те, що він зможе уповільнити процес старіння та допомогти організму відновитися після небезпечних терапевтичних процедур, таких як променева терапія. Він також зміцнює нервову систему(студентам актуально), а його основні інгредієнти можна описати так: 1.) Алкілгліцерили, не більше 20%, 2.)Сквален , не більше 4%.

Жир печінки акул при виробництві продукту отримують із 5 видів акул, що мешкають в Атлантичному океані на великій глибині (до 1000 метрів). Найбільш унікальними є португальська акула і чорна собача акула (акула Фабриціуса). Саме ці акули багаті на речовини, що забезпечують високий імунітет і несприйнятливість акул до багатьох захворювань, у тому числі до утворення пухлин. Вважається, що акули можуть виживати на великій глибині, де вміст кисню дуже мало, тільки завдяки своїй гігантській печінці, в якій містяться сквален і алкоксигліцериди, які можуть постачати кисень в організм акул



Рис.6. NFO- Жир печінки акул з Норвегії.

Сквален (*Squalene*) - (походить від латинського слова *squalus* (акула) див.рис.7. це вуглеводень, який сприяє насиченню клітин киснем (його так і називають вітамін кисню). Ця тваринна біологічно активна речовина виконує низку ключових функцій в організмі:

- є антиоксидантом;
- захищає клітини від ушкодження;
- зміцнює імунну систему;
- може збільшити тривалість життя живого організму в тому числі людини.

Сквален причетний до вироблення багатьох життєво необхідних організму речовин, таких як ; коензим Q10, холестерин, жовчні кислоти, вітамін D, гормони. При порушенні процесів утворення цих речовин розвиваються різні захворювання, що ведуть до розвитку атеросклерозу, серцево-судинних захворювань та багатьох інших патологічних процесів в організмі людини..

Крім того, жир печінки акули є єдиним джерелом складних алкоксигліцеридів. Ці речовини сприяють виробленню в організмі лейкоцитів крові, що стоять на першій лінії захисту від вірусних та бактеріальних інфекцій. Поліненасичені жирні кислоти Омега-3, що входять до складу акулячого жиру, посилюють імунний захист організму людини, а також зменшують наслідки променевої хвороби, регулюють обмін речовин, зміцнюють клітинні мембрани, покращують зір (вітамін A), сприяють правильній мінералізації кісток (вітамін D), стимулюють утворення колагену та еластину в шкірі (вітамін E). Всі біологічно активні компоненти посилюють дію один одного, завдяки цьому цей комплекс є біологічно активною речовиною-БАД- і не є лікарським засобом.

Латини сказали що «сквален» в перекладі Squalene це «акула» назва походить від лат. squalus — акула., проте суть в тому, що саме він, як хижий звір, кидається на відкриті рани і суперактивно починає їх гоїти.



Рис. 7. Акула, що мешкає на глибині до 1000 метрів підвиду: «centrophorus artomarginatus».

Цей ненасичений вуглеводень **Сквален-С₃₀H₅₀** {CH₃- C(CH₃) = CH - CH [CH - C(CH₃) = CH - CH] CH₂ - C(CH₃) = CH --CH₃ }_{2,6,10,15,19,23-}

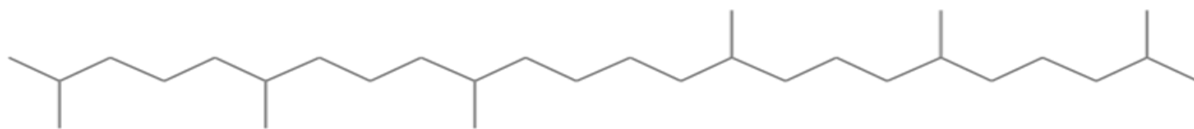
гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гексаєн)-(формула 1) найперше виявили людство в печінці акул, що мешкає на дні океану. Називалася ця тварина «centrophorus artomarginatus». Найдивовижніше, що печінка цієї тварюки дуже величезна, вона важила від 25 до 30% від всієї маси акул. Саме в ній і був виявлений цей корисний ненасичений тритерпеновий вуглеводень, який перевернув дерматологію з ніг на голову. До речі, це відкриття було зроблено в давнину в 1906 році, а зробив його доктор Мітцумаро Цуджімото з Японії. Жир акул до сьогоднішнього дня вважається одним із найдорожчих препаратів в косметології та медицині, хоча містить сквалену в ньому всього 1-1,5%.

1.5.Препарати на основі сквалену і сквалану з амаранту та інших джерел.

Сквален: рідкий ненасичений вуглеводень $C_{30}H_{50}$ з температурою замерзання $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ і температурою кипіння $+203\text{ }^{\circ}\text{C}$, який є в складі рослинних олій і тваринних жирах. Він виробляється на Заході та успішно продається як «Deer Shark Liver Oil» рис.8., добре відомий засіб проти раку(що ще до кінця не доказано). У наших краях сквален також у пошані через його взаємодію з водою та здатність насичувати киснем усі органи та тканини. У 1931 році професор з Швейцарії- Клауре новітніми його методами досліджень довів цей факт. Вчені виявили, що вуглеводні, які містяться в печінці глибоководних акул, допомагають вижити акулам навіть в умовах крайньої нестачі кисню в глибинах океану або на морському дні, де рівень кисню неймовірно низький. Але вони пливуть собі і не потребують додаткового повітря і кисню, все завдяки сквалену! Людям, на відміну від акул, сквален допомагає боротися з такими процесами, як старіння організму, що згадували трошки раніше, коли нестача кисню запускає небажані процеси в нашому організмі. Сквален діє як супергерой, загоюючи будь-яке пошкодження шкіри і негайно починаючи боротися з патогенними мікрорганізмами. Крім того, він володіє особливими бактерицидними властивостями і дуже легко сприймається: якщо нанести на

шкіру амарантову олію, що містить сквален, вона поглинається шкірою за лічені хвилини, формуючи на поверхні особливий антибактеріальний бар'єр.

На фото рис.8 приведено 100% натуральне скваленову і скваланову олію від команди експертів, виробництва Канади, що є природним джерелом цінних речовин для молодості та краси людської шкіри-шкіри. Особливо підходить для сухої пошкодженої шкіри, оскільки забезпечує глибоке зволоження, заспокоює та запобігає зневодненню. Ця рослинна олія має стабілізовану формулу сквалену $-C_{30}H_{50}$ і сквалану $C_{30}H_{62}$, отриману з цукрових буряків і цукрової тростини, які відомі своїми потужними пом'якшувальними та антиоксидантними властивостями. Звичайний 100% рослинний сквалан посилює природні захисні функції епідермісу, зміцнюючи його водно-ліпідний бар'єр, усуваючи запалення, прискорюючи процес загоєння, запобігаючи наслідкам окислювального стресу і запобігає утворенню вільних радикалів. Отже, згадуєм що: сквален - ідентичний компонент, стабільна олія, яку виробляє людська дерма(шкіра). Треба нагадати, що фішкою сквалену і сквалану є те, що він підходить для всіх типів і видів людської шкіри.. Варто також сказати, що сквалеву і скваланову олію визнано найкращою олією для людської шкіри згідно з 40 дослідженнями по всьому світу [20-30] , що має свою логіку, оскільки ця олія найбільш близька до нашої шкіри, тому що містить в своєму складі 8-15% сквалену в нашому шкірному жиру . Сквален не подразнює шкіру і безпечний для використання при навіть при 8-21% концентрації. Крім того, він покращує проникнення в нашу шкіру інших корисних речовин. Сквален утворює спеціальну захисну плівку на шкірі, запобігаючи втраті вологи. Але в той же час він добре адсорбується шкірою, не залишаючи жирної плівки та покращуючи шкірний бар'єр. Яка ж різниця між скваланом і скваленом? Насправді їх чимало! **Сквалан($C_{30}H_{62}$ -формула 2))** є гідрогенізованою **насиченою** формою ненасиченого **сквалену($C_{30}H_{50}$ формула 1), який** і не має подвійних зв'язків, тому краще зберігається і не піддається окисленню. рис. 7.1.



, Рис. 7.1. Сквалан $C_{30}H_{62}$ або 2,6,10,15,19,23-hexamethyltetracosane. (формула 2)

Перевага сквалену в тому, що він є антиоксидантом, тобто допомагає боротися зі шкідливим випромінюванням. Треба сказати що, сквален структурно близький до бета-каротину, коензиму q10, вітамінів K1, E, D і може виконувати антибактеріальну.....функцію.

Деякі дослідники [24-26] вивчали потенціал сквалену і сквалану для лікування екземи та себореїного дерматиту. Але тільки сквален має всі ці чудові властивості, в то же час насичений сквалан не є антиоксидантом. Але величезним недоліком сквалену є те, що він легко окислюється, в результаті чого не тільки втрачає всі свої корисні властивості, але й перетворюється на шкідливу речовину (перекис сквалену), яка викликає ушкодження шкіри- акне (з яким має проблеми дуже багато людей)[27]. Проблема в тому, що пошкодження на шкірі виникають через запальний процес в дермі, який викликаний окисленням ліпідів. Отже, коли сквален окислюється на шкірі, він стає причиною запального процесу для акне. Тому, незважаючи на його безпрецедентні переваги, краще не ризикувати і деколи використовувати насичений сквалан замість ненасиченого сквалену.



Рис. 8. Скваленова олія, 100% виробництва Канада.

Яка ж сировина Таб.2. для добування сквалену найкраща, віддавши перевагу сквалану. Чотири найпоширеніші джерела сквалену і сквалану в таб.1.6:

Таблиця 1.6. Природні Джерела сквалену.
Таблиця1- Акулячий жир,
2-Оливкова олія
3- Цукрова тростина.

Відомо, що сквален і сквалан з акул *може бути* найкращий для шкіри, але тут уже моральний аспект знищення акул для добування сквалену..... Щодо сквалену рослинного походження, то краще надати перевагу амарантовому, оскільки, у ньому менше інших домішок (усього 6-8%). Натомість оливковий сквалан може містити до 18% домішок рослинного воску, жирних кислот, фітостеролів і побічних продуктів нейтралізації. Загалом це не страшно, але з проблемною шкірою краще так не ризикувати. Плюс не варто купувати сквален від невідомих виробників, бо невідомо де вони беруть сировину, якої вона якості, походження- невідомо. Щодо сквалену від The Ordinary рис.8., детальніше про який нижче, то він (залежно від партії) виготовлений або з цукрової тростини, або з цукрового буряка.

Упаковка для традиційного **«Ordinary»рис.8.** є скляна пляшечка з піпеткою. В іншому разі можна це критикувати, але тут той самий рідкісний випадок, коли не страшно, бо це прозора олія, безводний розчин без домішок. Текстура є дуже легка нежирна прозора олія без якогось яскраво вираженого запаху.Склад: до 18% домішок рослинного воску, жирних кислот, фітостеролів і побічних продуктів нейтралізації , а головне він містить від 4-8% *рослинного Squalane*.

Враження від використання сквалену фірми **«Ordinary» наступне:** Олія дуже легка, вбирається шкірою швидко, не лишає липкості чи жирності. І це на жирній шкірі! Дійсно ідеально. Шкірі з нею дуже комфортно. Наразі

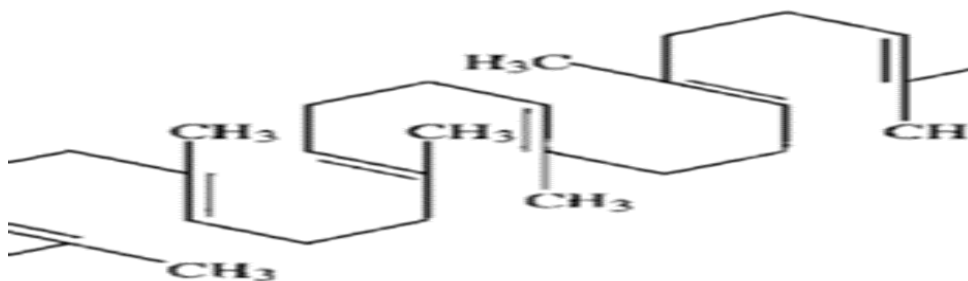
найкраща з олій, якими користувалася (а серед них були і дуже дорогі). Отже, недаремно аж 40 досліджень довели, що нема для нашої шкіри кращої олії, ніж сквалан і сквален.

Нам здається, що **сквален** в моді і на це є причина. З точки зору хімічної будови, це ненасичений та або насичений сквалан-(без подвійних зв'язків) вуглеводень, молекула, що складається лише з вуглецю та водню ($C_{30}H_{50}$ - $C_{30}H_{62}$), тобто це стабільна масляниста рідина з тривалим терміном зберігання до 1 року .див.рис. 8.

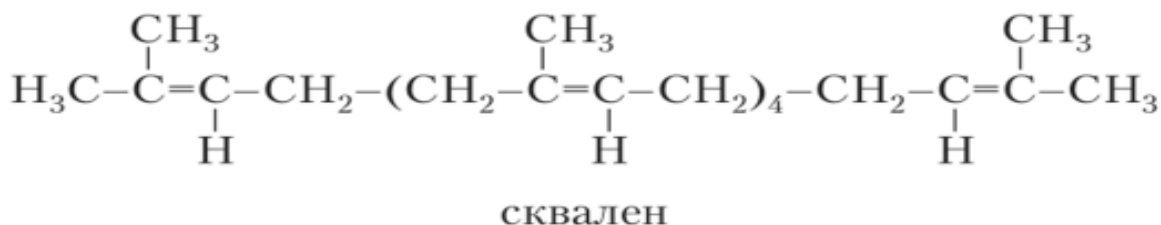
Хімічна структура сквалену і сквалану:

1. **Сквален- $C_{30}H_{50}$** $\{CH_3 - C(CH_3) = CH - CH [CH - C(CH_3) = CH - CH] CH_2 - C(CH_3) = CH - CH_3\}$ 2,6,10,15,19,23-гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гексаєн) — ациклічний дієновий тритерпен із 6-ма подвійними (ненасиченими) зв'язками (побудований з шести ланок ізопрену).

Рис.8 .Структурні формули сквалену-1 і сквалану-2



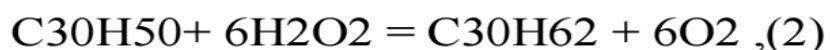
1.Хімічна формула сквалену



2.Сквалан- $C_{30}H_{62}$ $\{CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_2 [CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - C(CH_3)_2]_4 CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3\}$ -- Тетракозан, 2,6,10,15,19,23-гексаметил-CAS 111-01-3) — парафін.

Сквален (2,6,10,15,19,23-гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гекса-єн) — ациклічний тритерпен із 6-ма подвійними (ненасиченими) зв'язками (побудований з шести ланок ізопрену), проміжна ланка в біосинтезі холестерину. Належить до групи каротиноїдів. Назва походить від лат. *squalus* — акула. Безбарвна в'язка рідина з температурою кипіння 254 °С при 5 мм рт. ст. Легко розчинний у петролейному ефірі, діетиловому ефірі, ацетоні. Погано розчинний у оцтовій кислоті та етанолі. У воді не розчиняється. Міститься у кількості від 0,1% до 40 % у , маслиновій, бавовняній і лляній оліях та риб'ячому жирі, *і найбільше його міститься в жирі печінки акули і в амарантовій олії.*

За результатами експериментальних і клінічних досліджень, сквален, що міститься в олії з амаранту, має позитивний вплив на ліпідний обмін [39]. Таб.1.1. Під дією сквалена відзначене зниження вмісту холестерину й тригліцеридів у крові. Цінність сквалену полягає у тому, що він здатний реагувати з молекулами води, або перекисом водню і виділяти кисень [43] за реакціями..№1.2.:



Реакції № 1,2

Тому сквален може слугувати джерелом кисню, так необхідного організму людини особливо її дермі-шкірі. . Дослідження, проведені багатьма ученими, дали можливість встановити антиканцерогенний, антимікробний та фунгіцидний ефекти амарантової олії. Її цільові компоненти широко використовують у медицині, парфумерії, у виробництві продуктів дитячого харчування, в хіміко-фармацевтичній, в хлібопекарній, кондитерській та інших галузях промисловості [30-31].

Сквален міститься в деяких природних риб'ячих і рослинних оліях (наприклад, оливковій, амарантовій), а також у підшкірному жирі, який виробляє

епідерміс людини. Головні властивості сквалену — це «пом'якшення, оклюзія поверхні та запобігання TEWL- запобігання втрати вологи і проникнення в шкіру сторонніх молекул , усе з надзвичайною косметичною елегантністю»[46].

Іншими словами, це чудовий зволожуючий засіб, який робить вашу шкіру приємною та гладкою, не обтяжуючи її жирними залишками. Ще одна перевага сквалену полягає в тому, що він практично сумісний з усіма типами шкіри та всіма станами людської шкіри .

Таб.2. Ідентифікація сквалену у жирах ^[1]	
Назва жиру	Вміст сквалену в мг на 100 г жиру
1. Олія какао	Не знайдено
2. Кокосова олія	2
3. Лярд	3
4. Кунжутова олія	3
5. Лляна олія	4
6. Бавовняна олія	4—12
7. Гірчична олія	7
8. Олія виноградних кісточок	7
9. Вершкове масло	7
10. Яловичий жир	10
11. Соева олія	7—17
12. Оливкова олія	136—208
13. Олія чайного дерева	8—16
14. Соняшникова олія	8—19
15. Арахісова олія	13—49
16. Кукурудзяна олія	19—36
17. Мигдалева олія	21
18. Ріпакова олія	28
19. Жир з печінки тріски	31
20. Китовий жир	35
21. Рисова олія	332
22. Амарантова олія	5600—6100мг\100г або (5,6-8,1%)

Він чудово підходить для будь якої шкіряної шкіри людини, схильної до вугрів, і безпечний для використання, навіть якщо у вас є проблеми зі шкірою, пов'язані з грибками, наприклад себорея або грибкові прищі.

Було проведено багато досліджень, щоб підтвердити переваги сквалену, включаючи експерименти в медичному центрі Університету Канзасу[38]. Для нього було відібрано три групи мишей, одну з яких годували

простою їжею під час дослідження, а дві інші годували їжею з вмістом сквалену 2% від загального об'єму (одну протягом 2 тижнів і одну протягом 1 місяця).

Всі лабораторні мишки були піддані дозам радіації, смертельним для дрібних гризунів. Проте дослідження показало, що перша група мала 100% смертність через один місяць, а третя група мишей, які отримували сквален протягом усього експериментального періоду, мала зменшену смертність через один місяць, тому зважаючи на отримання одноразової дози сквалену, було показано, що миші вижили. Якщо миші піддавалися дуже високим дозам радіації, то вони не виживали.

1.6. Природні джерела сквалену і сквалану.

Сквален міститься не тільки в печінці акули і тому цей продукт дорогий і дуже екзотичний. Він також міститься в невеликих кількостях в оливковій олії, соняшниковій олії, рисових висівках і навіть дріжджах.

Однак тільки амарантової олії його вміст сягає 6-8% (все залежить від сорту амаранту і технології віджиму). Ми вже згадували, що препарати, що містять сквален з амаранту, дуже корисні як в медичному, так і в косметичному плані. Амарантова (щирець) олія значно знижує рівень холестерину, підтримує організм після високих доз радіації, бореться зі злоякісними пухлинами.

Сквален таємничим чином активізує імунну систему організму та підвищує стійкість до різних захворювань. Крім того, він вважається революційним препаратом у сфері краси, оскільки найбільш ефективно омолоджує шкіру. Адже такий корисний вуглеводень, як сквален, виробляється в організмі людини лише до 25 років (40%), після чого їх рівень знижується, а до середнього віку сквалену залишається лише 1-5% (рис.9) [32-34]. Кожна жінка мріє виглядати на 25 років, тому зрозуміло, чому всі так захоплюються чарівними омолоджуючими властивостями сквалену. До речі, сквален ще називають «масло без масла», що пояснює його унікальну проникаючу здатність.

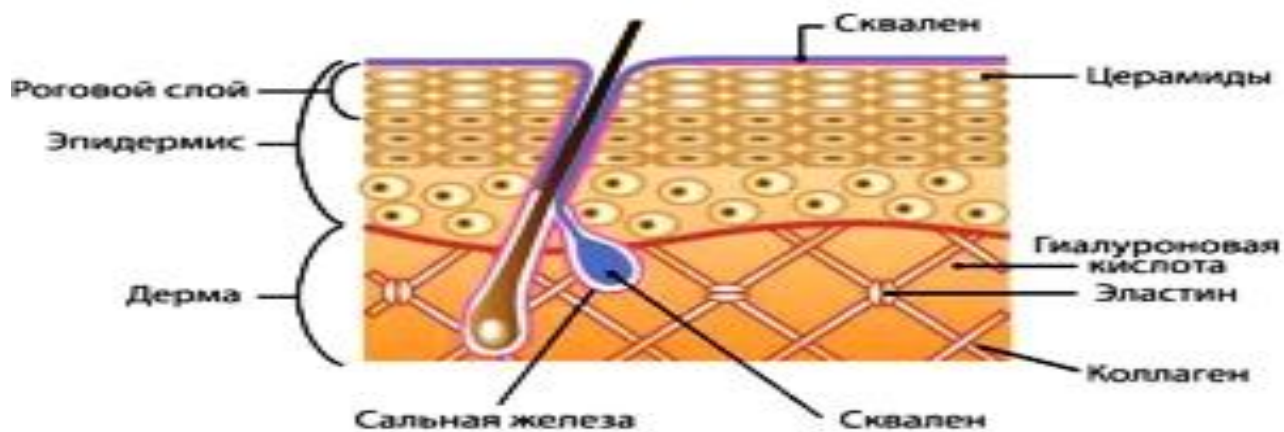


Рис.9 . Будова поверхні шкіряного епідермісу людини зі скваленом.

Друзі якщо ви купили амарантову олію, в якій сквален знаходиться в необхідних нам кількостях (6-8%), треба уважно враховувати не тільки спосіб холодного віджиму, але і ступінь очистки самої олії .

Рекомендують вживати амарантову олію, щирця разом з рослинною їжею, наприклад, тушкованими овочами або нарізкою овочів. Зі звичними, важкими продуктами, вживати амарантову олію не варто, щоб не послабити бажаний ефект. Але кожен організм індивідуальний, то можете експериментувати на собі. Пам'ятайте, що амарантова олія не зберігається довго, а використовувати її після закінчення терміну придатності і зовсім не можна. Нарешті, олію амаранту з деяких джерел не рекомендується приймати дітям, вагітним і годуючим жінкам, незважаючи на всю корисність даного продукту Таб.3. [35-40].

Таблиця. 3.: Захворювань, при яких рекомендується застосування амарантової олії, що містить сквален .

1.	Екземи;
2.	Трофічні виразки;
3.	Псоріаз;
4.	Атеросклероз;
5.	Підвищений артеріальний тиск;
6.	Інсульт, інфаркти;
7.	Артрит;
8.	Синдром хронічної втоми;
9.	Проблеми органів зору;
10.	Застуда;
11.	Цукровий діабет;
12.	Онкологічні захворювання;
13.	Інфекційні хвороби дихальних шляхів.

Особливості прийому амарантової олії.. Безумовно, перед прийомом олії амаранту українського виробника рис.10,[41] вам треба узгодити це з своїм лікарем. У загальних випадках даний засіб має місце для прийому згідно з такими нормами:



Рис.10.Амарантова олія холодного віджиму. українського виробника: Viva Oleum 100 мл(вміст сквалену 6,8% [41]).Рекомендація до використання амарантової олії [42] :

- 1) Для людей старше 18 років – приймати по 1 чайній ложці перорально 2-3 рази на день за 30 хвилин до їжі.
- 2) При ураженнях шкіри наносите олію не більше двох разів на день.
- 3) Приймайте 200-400 мг сквалену на день як антиоксидант.
- 4) Для зміцнення імунітету дозу сквалену можна збільшити до 600 мг на добу.
- 5) Для лікування серцево-судинних захворювань приймайте 18 мг амарантової олії протягом 3 тижнів.

Підсумовуючи огляд літератури з цього питання, ми виявили, що амарантова олія є неймовірно ефективним засобом для лікування всіляких дерматологічних захворювань і своєчасної їх профілактики. Сквален, що міститься в складі олії, немов супергерой активно бореться з ураженнями шкіри, зміцнює імунітет, позитивно впливає на обмін речовин і допомагає пацієнтам якнайшвидше досягти позитивної динаміки в лікуванні шкірних захворювань.

Тому необхідно хімічно розділити сквален і сквалан, і та детально вивчити їх властивості, що ми і зробили у своїй курсовій роботі.

РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Вирощування та використання ширця- амаранту в умовах Ботанчного саду Прикарпатського університету в с. Демянів Лаз.

В 2024 році в Ботанічному саду та Дендропарку Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника в с. Демянів Лаз біля м. Івано-Фрагківськ були проведені польові дослідження щодо вирощування культури ширця- амаранту з попередньою передпосіною обробкою, перед висадкою в ґрунт насіння амаранту ранньою весною 2024. (див. фото амаранту на рис.2.0.1.2.0.2.).

Для підвищення урожайності насіння і зерна амаранту, передпосівну обробку насіння амаранту проводили шляхом використання запатентованої полімерної композиції авторами [51], який був випробуваний в кліматичних умовах Китаю і України в 2011-2014 роках [52.].

Будь-який сільгоспвиробник може навчитися отримувати врожаї товарного насіння амаранту на рівні 2-3 т/га без внесення мінеральних добрив та 3-4 т/га за умови збалансованого підживлення посівів амаранту мінеральними добривами.

На поливних землях півдня України можна отримати урожай амаранту до — 5 т/га. У 2018 р. площі під амарант в Україні склали 800 га, із них близько 30% — органічні. Найбільші посіви амаранту були зосереджені на в Дніпропетровській області та на Прикарпатті (Тернопільська та Львівська області) і Закарпатті (до 100 га). Вартість 1 т насіння амаранту, вирощеного за класичною технологією, в Україні стартує від \$900/т, а органічного — \$1200/т.



Рис.2.0.1. Два сорти амарнту-щирця-вирощеного нами в ботанічному саду ПНУ в 2024 р. сорт Харківський -зеленого кольору і сорт Лера бордового кольору.

На фото рис.2.0.1.показані два сорти амаранту-щирця-вирощеного нами в ботанічному саду Прикарпатського університету в 2024 р., а саме амарант- сорт Лера-бордового кольору і сорт Харківський -зеленого кольору.



Рис.2.0.2. Насіння плодів двох сортів амарнту-щирця- сорт Харківський -зеленого кольору і сорт Лера бордового кольору.

В результаті наших досліджень по передпосівній обробці насіння амаранту було отримано насіння нового урожаю. Фото якого показано на рис.2.0.3. 2.0.4.



Рис.2.0.3. Зерно амаранту фіалкового сорту Лера , який пройшов передпосівну обробку.



Рис.2.0.4. Зерно амаранту зеленого сорту Харківський , який пройшов передпосівну обробку.

В результаті проведених досліджень по передпосівній обробці насіння було показана значна економія мінеральних добрив, за рахунок меншення їх використання на 15-20% було менше мінеральних добрив на ділянках з передпосіною обробкою насіння амаранту, за допомогою спеціальною композицією мінеральних добрив та мікроелементів, в порівнянні з контрольними ділянками амаранту де було внесено ці мінеральні добрива та мікроелементи традиційним способом, безпосередньо в ґрунт, що підтвердило наші попередні дослідження по передпосівній обробці насіння 7-семи сільськогосподарських культур в 2014-2015 рр. [54-56].

2.1.1. Способи селективного виділення та екстракції сквалену і сквалану з амарантового насіння .

Найбільш важливою складовою частиною в зерні та олії з амаранту вважається сквален — $C_{30}H_{50}$ -органічна сполука, що насичує тканини організму киснем за реакціями №1,2 описаними в літ огляді. У амарантовій олії може міститися 6-8% сквалену і це в кілька разів більше, ніж у печінці глибоководної акули, і в 30 разів більше, ніж в оливковій олії. Із 1 тонни амаранту виходить 30-60 л цінної олії. Її вартість на зовнішньому ринку — \$50-120 за літр. За прогнозами голови Асоціації виробників амаранту та амарантової продукції Олександра Дуди, у 2024 році було посіяно 5 тис. га амаранту, з них близько 20% органічного.[53].

Відповідно до плану виконання бакалаврської роботи, були проведені експериментальні дослідження з розробки технології, ресурсо зберігаючого та екологічного методу добування та екстракції сквалену і сквалану з зерна амаранту (фото № 2.1) та 2-х зразків рідкої амарантової олії. Зразок №1 гранульованої вегетативної маси рослини (фото № 2.2) амарант сорту «Харківський», отриманих від замовника, через посередника Дуда О. М., - президента громадської організації "Виробники амаранту та амарантової

продукції", м. Дніпро, Україна від 10.03.2023 року на відділенні Нової Почти м.Калуш Україна. [43]



Рис.2.



Рис.2.

Рис.2.1. Зразок насіння амаранту сорту №1, сорту «Фіалковий» виробник ботанічний сад ПНУ м. Івано-Франківськ Україна.

Рис. 2.2. Зразок гранульованої вегетативної маси рослини амарант сорту «Харківсь-кий» "виробник амаранту та амарантової продукції", м. Дніпро, Україна.

Так як зразок зерна амаранту №1, сорту «Фіалковий», який було отримано виконавцем та керівником цієї роботи особисто, ще раніше, а саме 01.03.2023 р., який було вирощено в Ботанічному саду Прикарпатського національного університету м. Івано-Франківськ Україна, з урожаю 2018 р. (фото№ 2.1), Тому саме цей зразок був детально досліджений в процесі підготовки, сушки, перед екстракцією сквалену з нього. Характеристики зразка насіння амаранту при його термічній підготовці, сушці представлені в таб. № 2.1 нижче.

2.2. Методи підготовки та аналітичного контролю амарантової насіння та олій.

Як видно з даних, приведених в таблиці № 2.1 .насіння амаранту попередньо підсушували від надлишку вологи та летких речовин, з допомогою

НВЧ лабораторної печі при температурі від 45°C до 80°C і постійному перемішуванні. При цьому насіння амаранту втрачало від 1,34% до 3,25% вологи.

Таблиця 2.1. Результати термічної підготовки(сушки) насіння амаранту волотистого сорту «*Amaranthus paniculatus*» в НВЧ печі марки Continuous Microwave Radiation Lab Microwave Oven Microwave Reactor 220V. 750 Вт WBFY-201, (рис.2.2.3.) перед екстракцією.

№ п/п	Назва насіння амаранту	Початкова вага зразка насіння M_0	Потужність НВЧ печі	Вага зразка після НВЧ термообробки, M_1	Температура термообробки Насіння в НВЧ	Час термообробки насіння в НВЧ	Втрати ваги зразка насіння після НВЧ термообробки	
	Розмірність	г	Wват	г	оС	сек	г	%
1.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	60,0	300	57,4	80°C	90	2,6	3,25
2.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	59,0	200	57.91	60°C	60	0,5	1,84
3.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	59,1	100	58,3	55°C	60	0,8	1,35
4.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	59,3	100	58,5	45°C	60	0,8	1,34

Таблиця 2.1.2.

НВЧ печі марки Continuous Microwave Radiation Lab Microwave Oven Microwave Reactor 220V. 750 Вт WBFY-201, - Лабораторні хімічні мікрохвильові реактори застосовують мікрокомп'ютерну технологію та унікальну технологію регулювання мікрохвиль, реалізуючи безперервне регулювання потужності мікрохвиль, хорошу повторюваність. Для експериментів, які вимагають умов каталітичної реакції за допомогою мікрохвильового випромінювання, особливо для тих, кому потрібна менша потужність мікрохвильового випромінювання та хто хоче підтримувати безперервні хімічні експерименти з мікрохвильовим випромінюванням, його науковість і практичність ідеально підходять Таб.2.1.2. Рис.2.2.3

Model	WBFY-201	WBFY-205
Rated power consumption(W)	1100	1100
Rated maximum output power(W)	750	650
Maximum input current(A)	7.8	7.8
Operating voltage(V)	220	220
Frequency(Mhz)	2450±50	Adjustable size
Chamber size(mm)	290*295*190	290*295*190
Overall size (mm)	480*340*280	480*340*380
G.W. (Kg)	20	35



Рис..2.2.3. 750W WBFY-201 Continuous Microwave Radiation Lab Microwave Oven
Microwave Reactor 220V. 750 Вт WBFY-20

Безперервне мікрохвильове випромінювання. Мікрохвильова піч.
Мікрохвильовий реактор 220 В.

В подальшому перед екстракцією висушене зерно амаранту волотистого сорту «*Amaranthus paniculatus*», було подрібнено на лабораторному млині: «Coffe grinder Magio».

Характеристики зразка насіння амаранту після його подрібнення, , перед екстракцією представлені в таб. № 2.2 нижче.

Таблиця 2.2. Результати механічної підготовки(подрібнення) насіння амаранту волотистого сорту «*Amaranthus paniculatus*» для екстракції

№ п/п	Назва насіння амаранту	Початкова насипна вага зразка насіння Н.В,0	Потужність млинка Coffe grinder Magio	Вага зразка після подрібнення М ₁	Температура після подрібнення в лабор-рат. млині	Час подрібнення зразка насіння в лабор. млині	Кінцева насипна вага зразка насіння після подрібнення в лаб. Млині Н.В1/ Н.В,0	
	Розмірність	г/л	Wват	г	оС	сек	г/л	+V%
1.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	1200	250	57,4	33°C	60	600	50%
2.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	1200	250	58.5	40°C	60	600	50%
3.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	1200	250	58,3	40°C	60	600	50%
4.	<i>Amaranthus paniculatus</i>	1200	250	58,5	40°C	60	600	50%

Як видно з даних таблиці №2 подрібнене насіння амаранту зменшило свою насипну вагу з 1200г/л до 600г/л при цьому об'єм подрібненого насіння-(мучка) збільшився майже в 2 рази на 50%(таб. 1).

При цьому насіння амаранту з вигляду на фото №2.0.4. перетворюється в подрібнену мучку (фото №2.3).

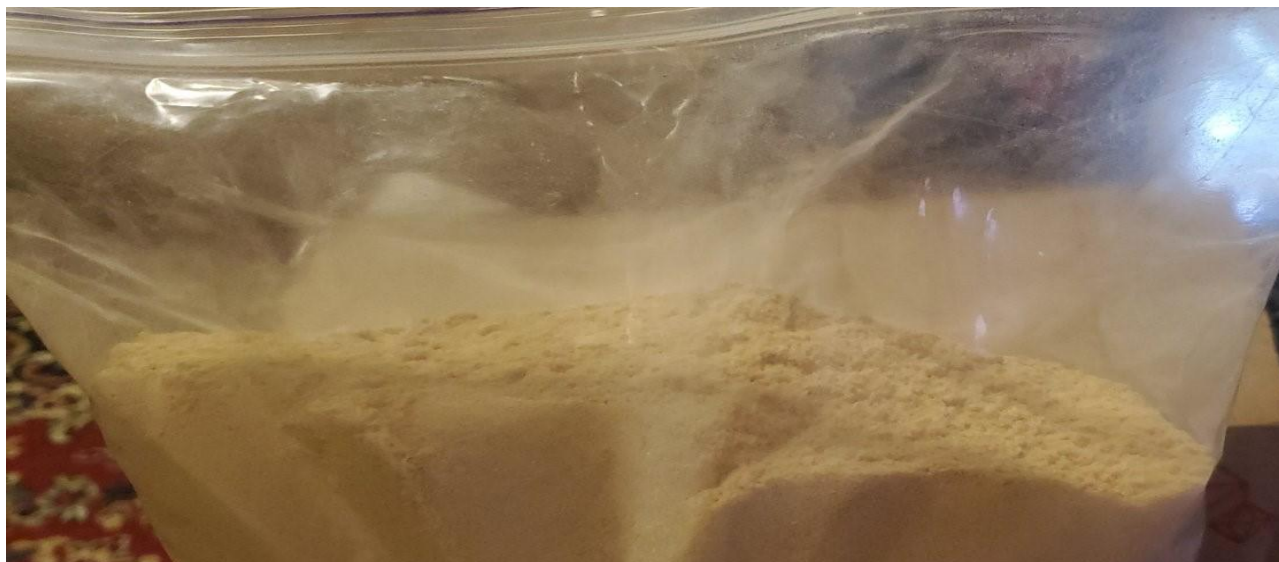


Фото № 2.3. Подрібнене насіння амаранту (мучка) з амаранту волотистого сорту «*Amaranthus paniculatus*» до екстракції.



Фото № 2.4. Лабораторна установка для екстракції сквалену з насіння амаранту в органічному розчиннику, апарат Сокстлетта

В подальшому зразки підготовленого зерна насіння амаранту було зашито в мішечок з тканини і поміщено для екстракції сквалену і сквалану з допомогою органічного розчинника в апараті Сокстлетта (фото 2.4.).

В результаті проведених в хлористому метилени CH_2Cl_2 , екстракцій 4-х зразків насіння амаранту було отримано наступні результати , представлені в таблиці №2.3:

Як видно з даних представлених в таблиці № 2.3. різниця ваги подрібненого насіння амаранту до та після екстракції в апараті Сокстлета, при 36-42°C на протязі 6 год, не перевищує 8-10%, графа таблиці №2.3 ($M_0 - M_1 = \Delta M / M_1$).

Ця величина зростає в 2 рази тільки при екстракції зразка №5-мучки-подрібненого насіння амаранту до **19%**.

Але після випаровування розчинника,- хлористого метилену CH_2Cl_2 , який екстрагує сквален і сквалан в залишку ми отримаємо тільки 1-6% сквалену, для всіх зразків насіння амаранту і тільки для мучки насіння амаранту зразка №5, ця величина екстрагований речовин , в тому числі сквалену і сквалану, може зростати до 9%.

Для кращого видалення-екстракції амарантової олії , всі проби насіння амаранту попередньо були оброблені в НВЧ печі 750W WBFY-201 .

На рис.2.5,2.6, 2.7. представлені залежності втрати ваги насіння амаранту від потужності, часу та температури нагрівання в печі НВЧ (рис.2.2.3.) ., від температури в печі НВЧ Рис.6, і від часу обробки насіння в печі НВЧ.

Таблиця 2.3.Результати екстракції подрібненого та термообробленого насіння амаранту волотистого сорту «*Amaranthus paniculatus*» в розчині хлористого метилену CH_2Cl_2 в апараті Сокстлетта.

№ п/ п	Назва насіння амаранту	Почат- кова вага зразка насіння до екст- ракції M_0	Кінцев а вага зразка після насіння після екстрак ції в M_1	Різниця ваги насіння до і після екстракції M_0 - $M_1 = \Delta M / M_1$		Темпера -тура екстракц ії хдортме тилені CH_2Cl_2 в град C_o	Час екст ракці ї в хдор мети лені CH_2 Cl_2 в год	Обєм розчинник а CH_2Cl_2 та маса осаду 	
								V	M
	Розмірність	г	г	г	%	°C	год	мл	г/%
1.	Насіння <i>Amaranthus paniculatus</i> не подріб- нений.	57,84	52,15	5,69 г	9,8	36-42°C	6,0	200	1/1,7 5
2.	Насіння <i>Amaranthus paniculatus</i> подрібнений	35,655	31,721	3,934	11,03	36-42°C	6,0	200	2/6,5
3.	Насіння <i>Amaranthus paniculatus</i> післ НВЧ і подрібнення	36,61	32,448	4,162	11,36	36-42°C	6,0	200	2/6,2 5
4.	Насіння <i>Amaranthus paniculatus</i> після НВЧ і подрібне-ння	54,185	48,554	5,631	10,3	36-42°C	6,0	200	2/3,7
5.	Мучка Насіння амаранту <i>Amaranthus paniculatus</i> з Новомосковс ка	44,784	36,958	7,826	19,0	36-42°C	6,0	200	4/9,9
6	Побрібнення гранул Насіння амаранту <i>Amaranthus paniculatus</i> з Новомосковска	53,833	49,403	4,43	8,22	36-42°C	6,0	200	2/3,9

В результаті були підібрані оптимальні умови для попередньої обробки насіння амаранту , перед процесом екстракції сквалану в органічному розчиннику –дихлорметані CH_2Cl_2 . (рис.2.4.)

Рис.2.5.Залежність втрат ваги насіння амаранту від потужності СВЧ печі при термообробці,%

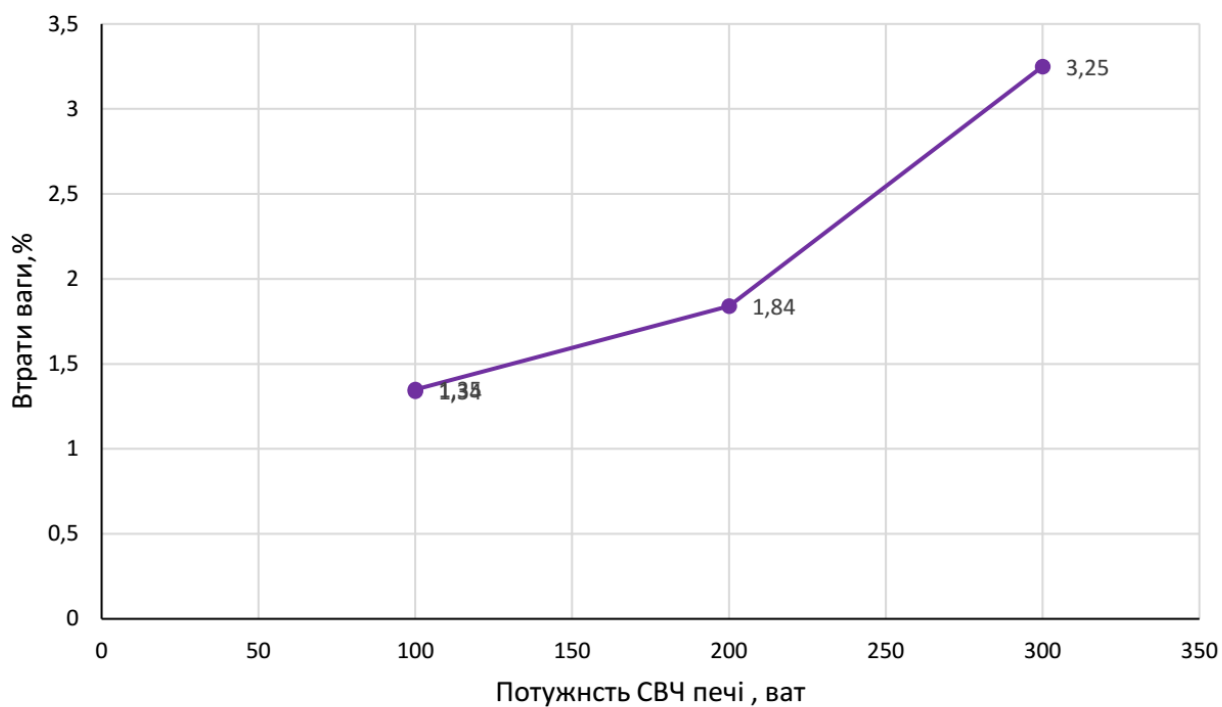
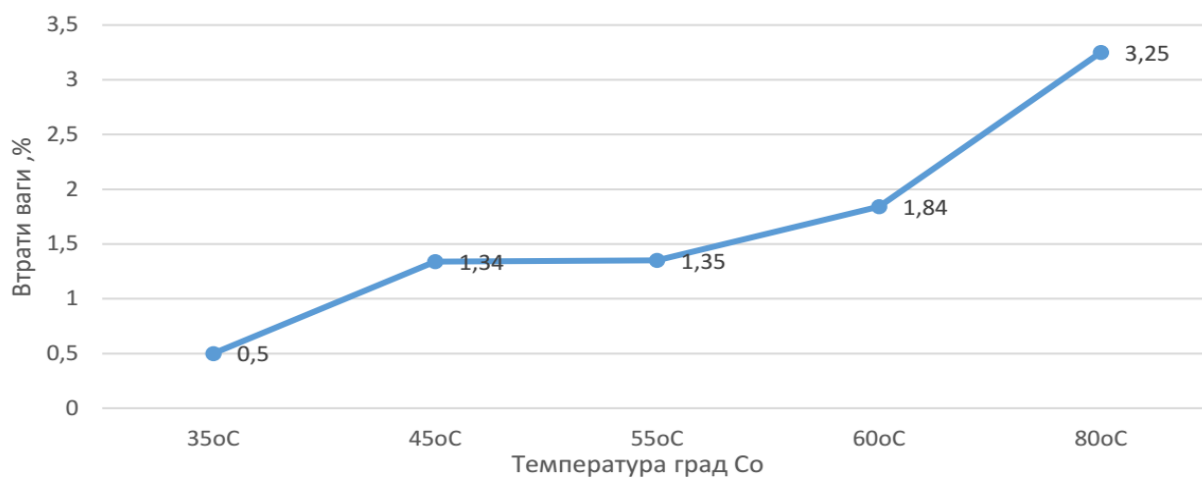
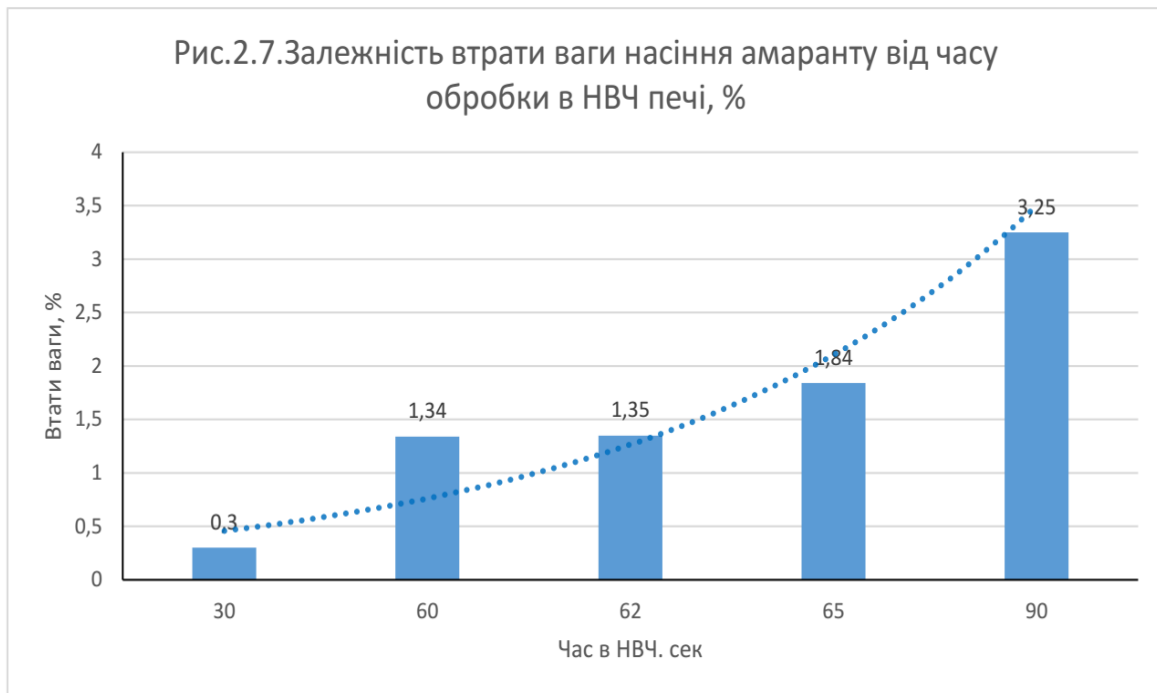


Рис.2.5.Залежність втрат ваги насіння амаранту від потужності СВЧ печі при термообробці,%

Рис.2.6.Залежність втрати ваги насіння амаранту від температури в печі СВЧ ,%





Як видно з наведених графіків №№ 2.5, 2.6, 2.7. оптимальними умовами попередньої обробки насіння амаранту є: Потужність печі =260-300ват., температура 45-60°C., час обробки 60-65 сек.

2.2.1. Виділення та визначення вмісту сквалену і сквалану в амарантовій олії

В подальшому ми проводили виділення-екстракцію сквалену і сквалану з 2-х зразків олії амаранту №1 з м. Новомосковск і №2 м. Дніпро, які були представлені замовником та проаналізовані нами, характеристики який представлені в таб.2.4.

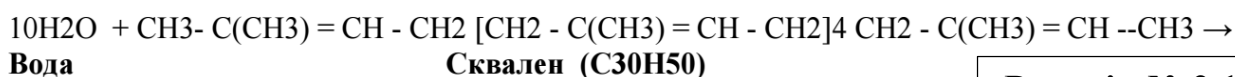
Як видно з таблиці №2.4 ці зразки дещо відрізняються один від одного як по кольору, так і по інших характеристиках і особливо після виділення з них сквалену і сквалану нашими методами екстракції, описаними нижче. А саме:

Густина амарантової олії після екстракції сквалену дещо зростає з 0,912 г/см³ до 0,914 г/см³, що може бути підтвердженням видалення з неї більш легкого ненасиченого сквалену і збільшення вмісту в олії жирних карбонових кислот (див таб.2.4. по методу 1, з використанням мочевины- (CO)NH₂)₂ як комплексоутворювача при виділенні сквалену, з амарантової олії, хоча показник

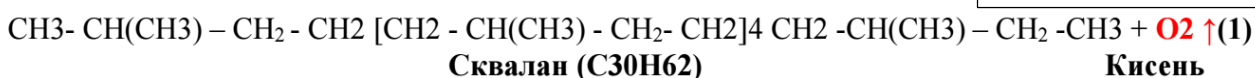
заломлення при цьому падає, тобто олія насичується або може взаємодіяти з водою за вказаною реакцією № 1.2. і 2.1 взаємодії сквалену та перетворенням його в насичений сквалан.

Таблиця 2.4. Аналітичні характеристики амарантової олії до і після екстракції-виділення з неї сквалену і сквалану.

№Амарантова олія	Густина,		Показник заломлення, n		Умовна вязкість, по ВЗ-4		Поглинання видимого світла,		рН 5% водно-спиртов. Сусп. При 40°C		Інші характеристики Амарантової олії			
											Фото Пропускан, %.		D-опт. густина	
	До	Піс	До	Піс.	До	Піс	До	Піс	До	П	До	П	До	П
Розмірність	г/с м ³	г/с м ³	-		сек	сек	%	%	-		%	%		
1.НовомосковськаУкраїна (жовта)	0,913	0,915	1,474	1,472	17,	20	73,5	79	5	5,7	46	79	0,36	0,12
2. Дніпро.Україна	0,912	0,914	1,473	1,472	16,	18	73	77	5	5,5	44	77	0,45	0.11



Реакція №.2.1.



При цьому ненасичений сквален-(гекса олігомер 2-метил-1,3бутадієну) гідрується за участю водню і води і перетворюється в насичений його аналог-сквалан-(гекса олігомер 2-метил бутану) -, та при цьому в реакції №2.1. виділяється атомарний та молекулярний кисень.

Умовна вязкість, по візкозиметру ВЗ-1, амарантової олії після екстракції від сквалену дещо зростає з 16 с. до 20 с., що говорить про загущення

скваланової олії, за рахунок виділення з неї рідкого сквалану, яке ми зафіксували в таб. 2.4.

Одночасно при цьому пропускання червоного світла $\lambda=750$ нм на фотоколориметрі ФЕК 3 зростає з 44% до 79%. , тобто після депарафінізація амарнтової олії від сквалену сквалану її прозорість для видимої області світла зростає майже у 2 рази, а оптична густина , відповідно зменшується з 0,45 до 0,11. При цьому рН амарнтової олії дещо збільшуться і наближається до нейтрального, з рН=5 для вихідної олії, до рН=5,5 після екстрагування амарнтової олії від сквалену.

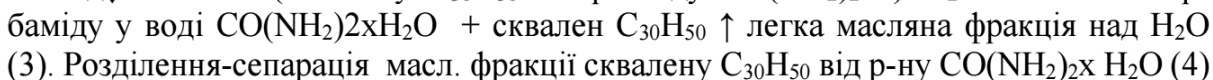
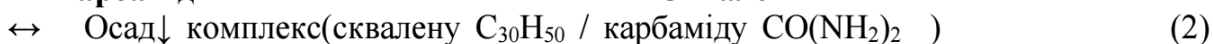
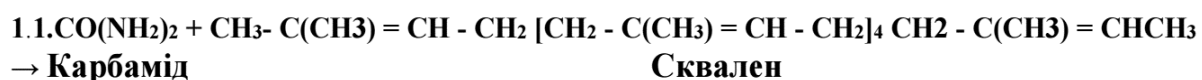
2.3.Результати екстрагування сквалену і сквалану з олії амаранту.

Наступним етапом нашого дослідження, був процес депарафінізації амарантової олії, методом екстракції амарантової олії від сквалену і сквалану при допомозі обробки мочевиною- $(\text{CO})\text{NH}_2)_2$ або вапном- $(\text{CaO}+\text{Ca}(\text{OH})_2)$ представлені в таблиці №3.5.

Як видно з таблиці №3.5 для 2-х зразків амарантової олії, які дещо відрізняються по використанню різних способів екстракції амарантової олії з виділенням сквелену і сквалану, за допомогою 2-х речовин, а саме мочевини $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ і вапна $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2$, з можливим проходженням наступних реакцій: Методи, які допомагають виділяти сквален і сквалан з олії, з можливим проходженням наступних реакцій:

1.Метод №1 -Комплексоутворення сквалену з карбамідом - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

При утворенні скваленових комплексів з карбамідом утворюються наступні рівноважні системи (за Зімерфедом) [1]:

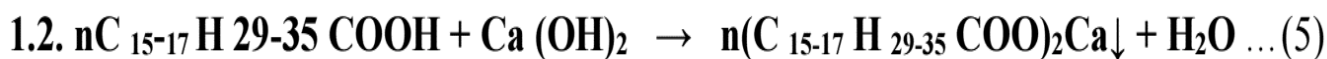


Талиця 3.5. Результати карбамідної- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ та вапняної $\text{Ca}(\text{OH})_2$ екстракції –депарафінації -виділення сквалену і сквадану з олії амаранту

№ п/п	Назва Олії амаранту	Склад композиції для депарафінація амарантової олії		Температура депарафінації	Час термообробки олії у водній бані	Умови відмивки комплексу сквалену у H_2O		Вихід з Олії Сквалену і Сквалану в г/%	
л	Розмірність	г	% г	ТоС	хв	ТоС	Час хв	г	%
1.	Амарантова олія №1 (жовта Новомосковск)24.03	1.Олія - 158.25г 2. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ -- 50,531г 3. Активатор.....3,559г 4. Всього----- 212,34г 5.Вих. очищ.олії- 165,9г	74,5% 23,7% 1,8% 100% 77,8%	50-20°C	60 хв	70	30	1	0,63
2.	Амарантова олія №2 (зелена Дніпро) 24.03	1.Олія - 155,342г 2. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ----- 50,155г 3. Активатор2,578г 4. Всього.....208,075 г 5.Вих. очищ.олії 138,9г	74.6 24.0 2.0 100,0 66,7%	50-20°C	60 хв	70	30	0.07	0,045
3.	Амарантова олія №1 (жовта Новомосковск)27.03	1.Олія - 100г- 2. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ----- 100г 3. Активатор... 10 г 4.Всього-----210,0г 5.Вих. очищ.олії 95,0г	47,6% 47,6% 4,8% 100% 95%	50-20°C	60 хв	80	30	1	1
4.	Амарантова олія №2 (зелена Дніпро)	1.Олія - 100г- 2. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ----- 100г 3. Активатор.	47,6% 47,6% 4,8%	50-20°C	60 хв	80	30	0,07	0,07

5	Амарантов а олія №1 (жовта Новомосковск) 28.03.23	1.Олія - 105,901г 2.CO(NH ₂) ₂ ---- 104,474 3. Активатор ... - 13,308г 4.Всього-----.... 223,683 5.Вих. очищ.олії- 45,6г 6.Центрифугов.Осад ,:С кв +олія+H ₂ O=23,715г.	47,3% 46,7% 6,0% 100% 43,5% 21,9%	50-20оС	60 хв	60	30	5	4,7\5
6	Амарантов а олія №1 (жовта Новомосковск) 04-12.04.2023	1.Олія - 100,445 г. 2.СаО(прок..) - 45,254 г 3.Всього-----.... 145,69г 4.Вих. очищ.олії- 15,6г 5.Центрифугов.Осад ,: СК+олія+H ₂ O=13,715г.	75% 35% 100% 10% 8,9%	50-20°С	60 хв	60	30	2	2
7	Амарантов а олія №1 (жовта Новомосковск) 04-29.04.2023	1.Олія - 100,5 г. 2.СаО(прок..) -45,5 г 3.Всього-----.... 146,0г 4.Вих. очищ.олії- 13,0г 5.Центрифугов.Осад ,: СК+олія+H ₂ O=11,7г	75% 35% 100% 8,9% 8,0%	50-20°С	60 хв	60	30	1,9	1.9

2. Метод №2 - Кристалізація солей жирних ненасичених карбонових кислот з амарантової олії (C₁₅₋₁₇ H₂₉₋₃₅ COOH) реакцією нейтралізації вапняним розчином CaO + Ca(OH):



Амарантова олія.....Вапняне молоко Кристали Карбоновий солей С

1. Розділення-сепарація масляної фракції сквалену C₃₀H₅₀ від n(C₁₅₋₁₇H₂₉₋₃₅COO)₂Ca↓ - суспензії нерозчинних кристалів карбоновий солей Ca у воді.

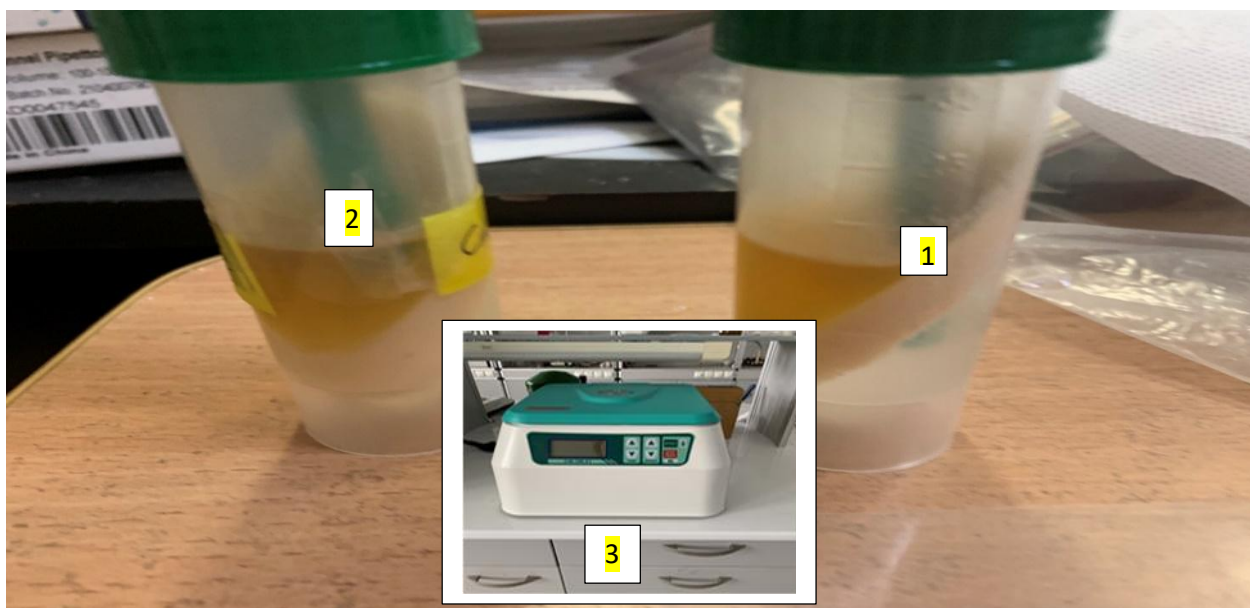


Рис.2.8 Пробо відбірники з олією амаранту після обробки мочевиною-поз. 1 і вапняним молоком поз.2., з осадженням –депарафінізацією сквалену (білий осад) від олії (жовтий колір) і прозорого водного розчину солей на фото) після центрифугування 10 хв при 20°C на центрифугі MikroMed CM-3M.01 – поз. 3.

Враховуючи те, що при випробуваних нами способах виділення і сепарації сквалену з амарантової олії за допомогою обробкою карбамідом або вапном, відповідно до отриманих результатів в таб.3.5, вихід сквалену не перевищує 1-4,5%, а втрати його, при цьому, складала 1-4%.

Тому нам необхідно було продовжити пошуки більш ефективних способів і умов виділення і збереження сквалену і сквалану, а також провести детальні аналізи складу отриманого сквалену і амарантової олії, які представлені в експериментальній частині розділу 3, .

РОЗДІЛ 3 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.

3.1. Рефрактометричний аналіз зразків амарантової олії , сквалену і сквалану.

Для початку, рефрактометром ATAGO PAL-1 0.0-53.0% BRIX (3810) рис.3.1. були проаналізовані показники заломлення 9 зразків , в тому числі: 5 зразків амарантової олії та 2-х виділених зразків сквалену і сквалану та 1 зразок стандартного Сквалану(Ordinary-100%plant-derived Squalane) [44], і 1 зразок 100% акулячий жир Сквален (4%) Pure Natural Алкилглицеролы (20%),[45]. представленого замовником, показники заломлення яких приведені і в Таб.№3.1.



Рис.3.1. Рефрактометр ATAGO PAL-1 0.0-53.0% BRIX (3810) Digital Hand-HELD Pocket Refractometer NEW.

Таблиця №3.1.Значення показників заломлення зразків амарантової олії і сквалену і сквалану з експериментальних даних

№/п	Назва продукту	N1 Показник	Температура, °C
0	Перша вихідна амарантова олія №1(6% сквалену)	1,47361	23,5°C
1	Амарантова олія № 2 (вміст 6% сквалену)	1,47235	23°C
1	Амарантова олія №2(вміст 6% сквалену) з	1,47355	12,6°C
2	Амарантова олія №1 без сквалену ,після депарафінізації в CO(NH ₂) ₂	1,47405	17°C
3	Амарантова олія№1 без сквалену після	1,4717	21,9°C
4	Амарантова олія№1 без сквалену після	1,4734	21,5°C
5	89% Сквален +з олії амаранту №1-	1,47145	21,2°C
6	90% Скваленз +сквалан з олії амаранту №1	1,4741	20,8°C
7	100% Сквалан оливковый (Ordinary100% Plant-Derived Squalane made	1,4482	23,6oC
8	100% акулячий жир Сквален (4%) Pure Natural Алкилглицеролы (20%) NFO Shark liver oil (,alkoxyglycerol in softgel capselt (Norwegian fish oil made Praga Chech republic https://fitnutrition.ua/uk/shark-liver-oil-100-pure-natural-alkylglycerols-120-gelevyh-	1,4715	24,6oC

Як видно з отриманих результатів в таб. 3.1, і на рис. 3.1 для гістограм всіх зразків можна зробити наступні висновки.



Рис. 3.1. Гістограми порівняння показників заломлення амарантової олії та сквалену і сквалану.

Показники заломлення всіх зразків амарантової олії №№ 1-8 коливаються в діапазоні $n=1,47145-1,47405$ тобто змінюються тільки в третьому знаці після коми, що говорить про їх подібність складу по **Сквалену $C_{30}H_{50}$** (хімічна формула №3.1) і одне походження з амаранту. Тільки для стандартного зразка 100% **Сквалану- $C_{30}H_{62}$** (хімічна формула №3.2) № 7-представленого фірмою (Ordinary100% Plant-Derived Squalane made USA/ цей показник заломлення сильно зменшується до величини $N=1,4482$. Це говорить про відмінність хімічної будови **сквалану** від **сквалену** зразків №1-8, тому що **сквалан- $C_{30}H_{62}$** це насичений зразок дієнового вугдеводню, що не містить подвійний зв'язків, на відміну від ненасиченого дієну **сквалену $C_{30}H_{50}$** зразків №№1-8. (див. хімічні формули сквалену і сквалану №1,2. в таб. 3.1.1.). Різницю у будові і властивостях сквалену і сквалану буде доказано в результатами наступних аналізів.

1. **Сквален-С₃₀H₅₀** {CH₃- C(CH₃) = CH - CH [CH - C(CH₃) = CH - CH] CH₂ - C(CH₃) = CH --CH₃}_{2,6,10,15,19,23}-гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гексаєн) — **ациклічний дієновий тритерпен** із 6-ма подвійними (ненасиченими) зв'язками (побудований з шести ланок ізопрену)
2. **Сквалан- С₃₀H₆₂** {CH₃- CH(CH₃) - CH₂ - CH₂ [CH₂ - CH(CH₃) - CH₂ - C(CH₃)₂]₄ CH₂ - CH(CH₃) - CH₂ --CH₃}-- Тетракозан, 2,6,10,15,19,23-гексаметил- CAS 111-01-3) — **парафін**.

Таб.3.1.1.Хімічні формули біологічно активних сполук Сквалену-1 і Сквалану-2

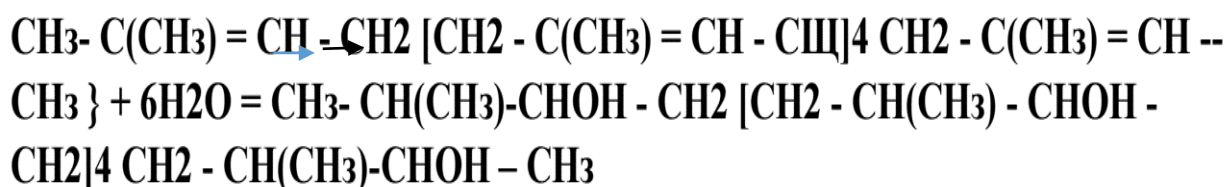
3.2. ІЧ-спектральний аналіз зразків амарантової олії . сквалену і сквалану.

Додатково нами були проведений аналіз ІЧ-спектрів всіх зразків сквалену і сквалану , добутих з амарантової олії , які представлені на рис.3.2.. у вигляді порівняння ІЧ-спектрів вибраних чотирьох зразків №1,4,5.6.і зразка 100% Сквалену, які показані на рис. №3.2. Як видно зі ІЧ-спектрів пропускання зразків в вигляді тонкої плівки, нанесеної на кристал KBr, а FTIR-спектри реєстрували на спектрофотометрі Thermo Nicolet Nexus в діапазоні хвильових чисел 400-4000 см⁻¹. [46]. Зі спектрів яскраво видно, що зразки амарантової олії №1 зі скваленом і №4 без сквалену відрізняються тільки зменшенням інтенсивності поглинання в області 2925см⁻¹ і 2748 см⁻¹ для зразка амарантової олії без скавелну №4, що зв'язано з його видаленням- екстракцією-депарафінізацією з амарантової олії , методами які були описані в попередньому розлілі 1. В той же час для зразків №5.6., виділеного з олії та концентрованого сквалену до (63-95% С₃₀H₅₀) з'являються нові смуги поглинання 3500см⁻¹ і 1640см⁻¹, які відповідають за валентні і деформаційні коливання (О-Н) зв'язків багатоатомних спиртів та (С-Н) зв'язків похідних гідрованих та гідратованих похідних сквалену. Це може характеризувати проходженням реакції гідрування ненасиченого сквалену С₃₀H₅₀ і переходу його в похідні насиченого сквалану С₃₀H₆₂ за реакціями 3.1, і 3.4. Саме в цьому полягає цінність сквалену тому, що він здатний реагувати з молекулами води і виділяти атомарний і молекулярний

кисень за реакцією №3.1., перетворюючись (гідруючись) при цьому в насичений сквалан. При цьому молекулярна маса насиченого парафінового вуглеводню **C₃₀H₆₂-Сквалану** (ММ=422) більша на 12 одиниць за молекулярну масу ненасиченого дієнового вуглеводню- **C₃₀H₅₂ -Сквалену**(ММ=410) [47].

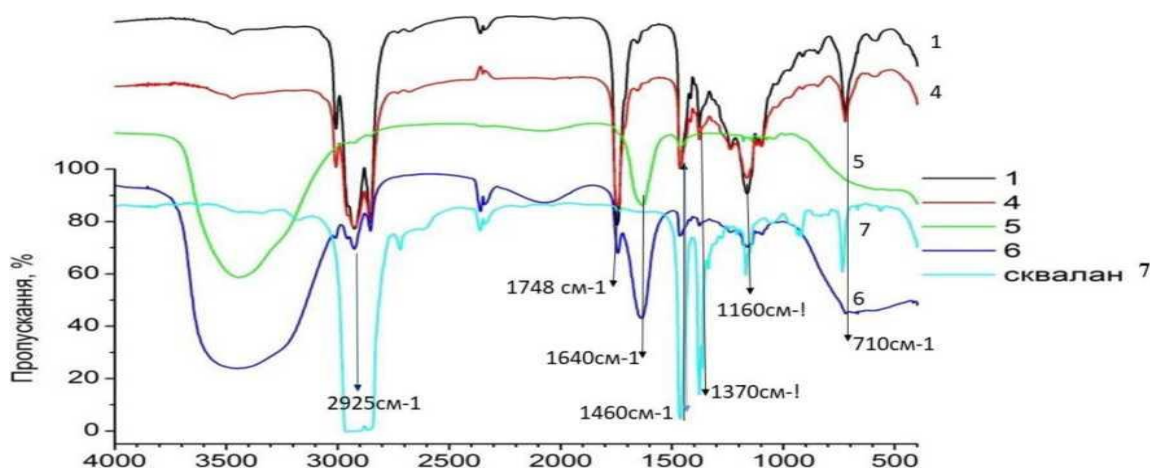


Може також проходити **реакція 3.2.** -гідратації -приєднання води до молекули сквалену з утворенням відповідних багатоатомних спиртів -похідних сквалану, наприклад-[C₃₀H₅₆(ОН)₆]-тридекагексанол-3,7,11,15,19,23 з молекулярною масою ММ=518. [48]



(реакція 3.2.)

Якщо порівнювати ІЧ-спектри (рис.3.2.) поглинання чистого зразка 100% сквалану №7 в області 1460- 1370см⁻¹, для деформаційних коливань CH₂-груп, то вони тільки частково присутні у виділених з амарантової олії зразках 63-95% сквалену і сквалану №5,6.[50]



Хвильове число, см

Рис. 3.2. ІЧ-спектри порівняння зразків амарантової олії зі 6% сквалену - №1, та депарафінізованої амарантової олії, екстрагованої від сквалену(0,01%)- №4, а також виділеного після обробки у H₂O 90% сквалану-зразок №5 та 89% сквалену+сквалану-зразок №6 та порівняння їх зі чистим 100% Скваланом фірми Ордінарі –зразок №7. Таб.1.[49]

3.3. Диференційно -термічний аналіз зразків амарантової олій, сквалену і сквалану.

Для більш детального якісного і кількісного аналізу зразків сквалену і сквалану, ми використали метод ДТА- диференційно-термічного аналізу на приладі ДТА марки Q-1500D derivatograph (Hungary) ІХП НАН України. Київ, з аналізу кривих по відсотках втрати ваги TG рис.3.3 і криві швидкості втрати ваги від температури, при нагріванні- ДТG рис. 3.4..

Провівши аналіз кривих TG -рис.3.3 і ДТG рис.3.4, результатів термічного розкладу зразків амарантової олії №1 зі 6%скваленом та зразка № 4 без сквалену (0.01%), а також , виділеного з олії 90% сквалену-зразок №5 і зразок 85% сквалану №6- і порівнявши їх з таким стандартом , 100% скваланом представлених фірмою Ordinary100% Plant-Derived Squalane made USA, можна сказати наступне.

Зразки амарагтової олії №1,4. і стандартний зразок сквалану №7 починають втрачати вагу , кипить і розкладається при 200-240°C. При цьому завершення їх розкладу з втратою до 100% маси відбувається для амарантової олії №1,4.при 440°C , а для стандартного зразка сквалану (Ordinary100% Plant-Derived Squalane) №7 раніше, при 400°C, Це говорить про більшу стійкість до термічного розкладу амарантової олії №1,4 в порівнянні зі стандартом сквалану Ordinary100% №7 на 40°C. В той же час для зразків сквалену і сквалану №5,6, які були виділені, депарафінізацією з амарантової олії (63-90% сквалану), термічний їх розклад починається при більш високій температурі від 300°C, після втрати до 50%води при 100-120°C, рис.3.4. при якій проходить дегідратація і

полімеризація зразків сквалану і сквалену. Тобто добутий нами суміш сквалену і сквалану(див.реакція №3) більш термостійка в порівнянні з стандартним зразком сквалану-(Ordinary 100% Сквалану №7, на 60-100 °C, що добре видно на кривих

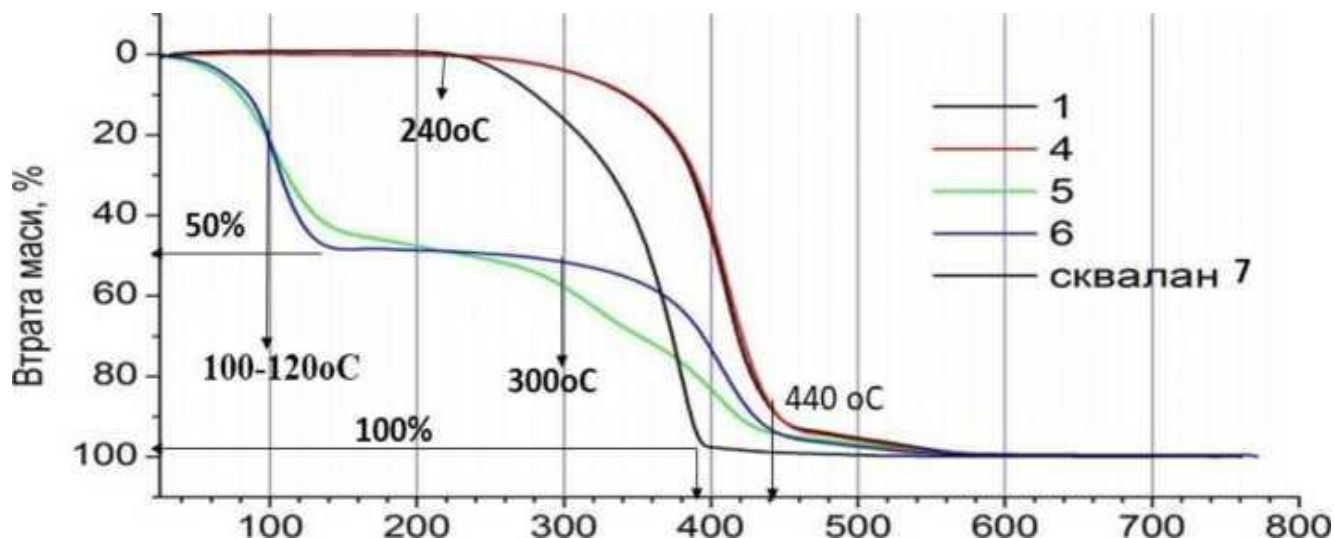


Рис.3. 3. TG - криві порівняльного ДТА аналізу зразків амарантової олії зі 6% сквалену - № 1, та депарафінізованої амарантової олії без сквалену (0, 01%) -№ 4, а також виділеного у H₂O 90 % сквалану - № 5 та 85 % сквалену + сквалану - № 6 та порівняння їх зі чистим 100% Скваланом фірми Ordinary 100% Plant - Derived Squalane made USA - № 7 Таб.

Таким чином виходячи з даних кривих ДТГ рис.3.3 і 3.4. можна стверджувати, що наявність двох кривих розкладу при 300° Температура, °C виділеного сквалену з амарантової олії зразки №5,6 може свідчити про наявність в їх складі одночасно і ненасиненого дієну Сквалену C₃₀H₅₀ і насиченого алкану -Сквалану C₃₀H₆₂ та їх похідних, хімічні формули який були приведені раніше в схемах реакцій №3.1 і 3.2.. Хоча для стандартного зразка сквалану C₃₀H₆₂ (Ordinary100%), зразок №7 максимальна швидкість термічного розкладу нижча. І складає 360 °C . що на 60°C менше чим для виділених нами зразків сквалену, тоді як для насиченого сквалану №5,6. – він вищий що складає 420°-440°C. Очевидно, що це залежить від природного походження та будови зразків сквалену і сквалану з різних видів рослин. В нашому випадку цією рослиною був

Амарант(щирець), а у випадку стандартног зразка №7 - це була оливкове дерево. Додатковий аналіз кривих ДТА всіх п'яти зразків №1.4.5.6.7., представлені на рисунку № 3.5. Із рисунка видно, що максимальні ендотермічні процеси дегідратації дійсно відбуваються при 120°C для зразків №5.6. сквалену і сквалану виділеного з амарантової олії, що підтверджує попередні аналізи кривих ТГ і ДТГ (рис.№ 3.4)

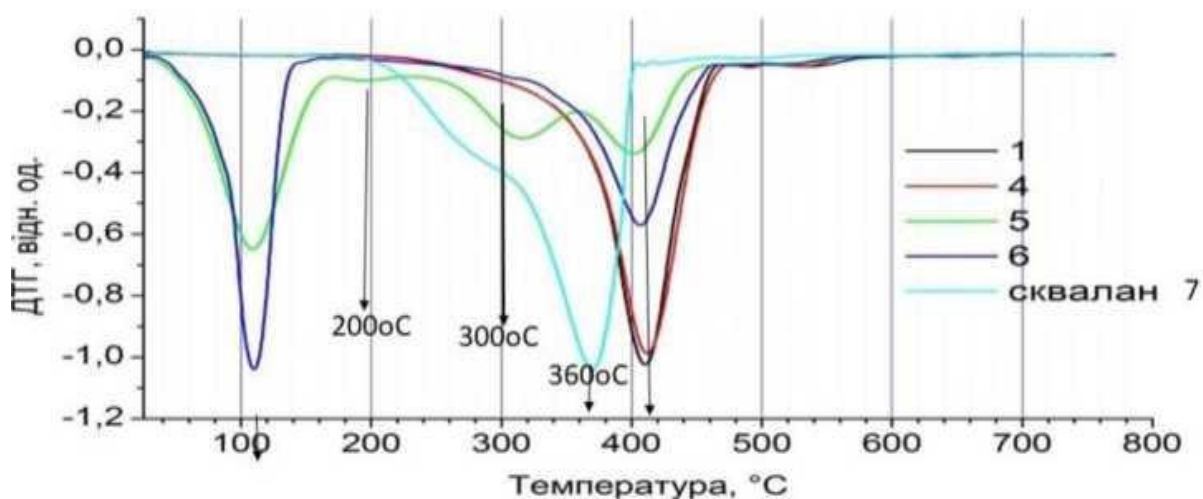


Рис. 3.4. ДТG- криві порівняльного ДТА аналізу зразків амарантової олії зі 6% сквалену -№1, та депарафінізованої амарантової олії без сквалену(0,01%)-№4, а також виділеного у H₂O 90% сквалану-№5 та 85% сквалену+ сквалану C₃₀H₆₀-№6 та порівняння їх з чистим 100% Скваланом фірми Ordinary'100% C₃₀H₆₀ Plant - Derived Squalane made USA - № 7. Таб.1.1

В той же час максимум ендотермічних процесів розкладу амарантових олій, фіксується при найвищій температурі +480°C (криві чорного і червоного кольору).

Хоча для сквалену C₃₀H₅₀ і сквалану C₃₀H₆₂ зразки №5.6, виділеного з амарантової олії ці процеси проходять паралельно

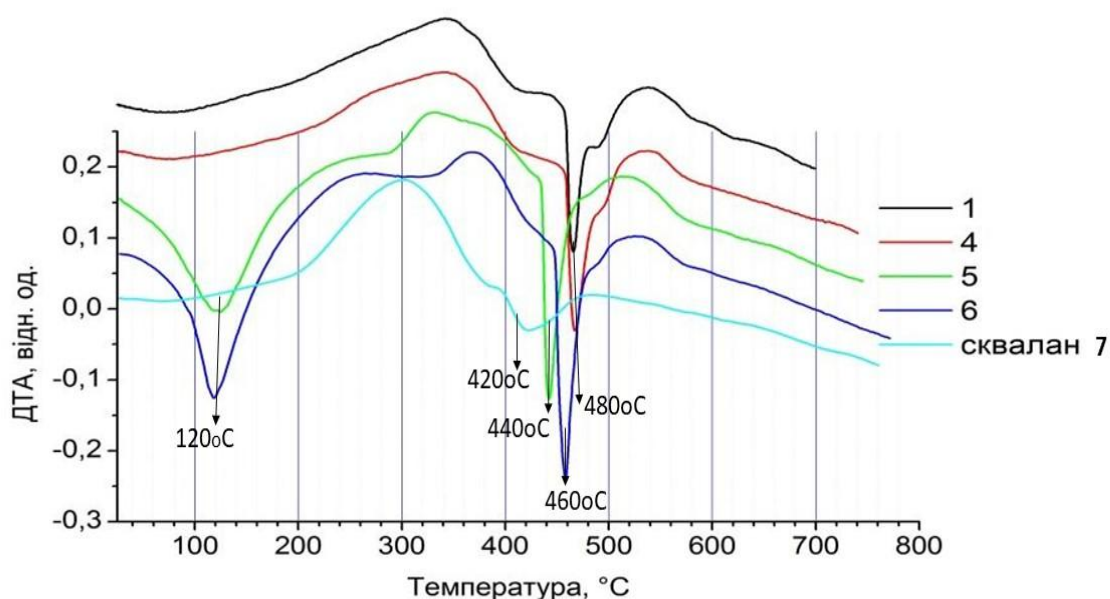


Рис.5. ДТА- криві порівняльного ДТА аналізу зразків амарантової олії зі 6% сквалену -№1, та депарафінізованої амарантової олії без сквалену(0,01%)-№4, а також виділеного у H_2O 90% сквалану-№5 та 85% сквалену+сквалану-№6 та порівняння їх з чистим 100% Скваланом фірми Ordinary100% Plant-Derived Squalane -№7. Таб.1

В той же час при порівнянні стандартного зразка №7- сквалену (Ordinary100%), максимальні ендотермічні ефекти розкладу відбуваються при нижчих температурах від 420°C (голуба крива ДТА рис.3.5.). Це підтверджує попередньо висунуте нами припущення, при аналізі кривих ТГ, про значно меншу термічну стабільність цього зразка №7, в порівнянні зі зразками сквалену $C_{30}H_{50}$ і сквалану №5,6 $C_{30}H_{62}$, виділених з амарантової олії, що можна пояснити більш стабільною молекулярною хімічною формулою див.крива №4.рис.3.5. Крім цього для більш якісного і кількісного аналізу зразків ми використали МАС- спектроскопічний аналіз по молекулярним масам (ММ), отриманих зразків №№1.4.5.6 продуктів з амарантової олії і порівняли їх з ММ стандартного зразка сквалану (Ordinary100%).

3.4. Практичне використання сквалену та сквалану для приготування косметич-них та парфюмерних препаратів



Рис. 3.6. Живильний крем-антистрес для обличчя, містить 3,33 % рослинного сквалену з амаранту у вигляді кремової основи.

На основі сквалену і сквалану виділеного нами з амарантової олії нами , разом з косметологами Кривого Рогу були пприготовані зразки «Крем живильний-антистрес для обличчя», рис.3.6., що містив 3,33% рослинного сквалену з амарангу у вигляді кремової основи

Нижче ми приводимо інструкцію №1 для використання «Живильного крему антистрес для обличчя , що містила природний сквален , добутий нами з амарантової олії методами описаними в попередніх розділах. Інструкція №1- природний сквален (squalene)- як рідка олія, є невіддільним компонентом підшкірних жирових залоз людини, та міститься в тканинах багатьох рослин та тварин і людини. «Сквален»-представляє собою ненасичений вуглеводень з формулою ($C_{30}H_{52}$), отриманий з амарантової олії (Щирець) -це справжня панацея від безлічі захворювань шкіри, бо це продукт який вона продукує до 40 річного віку людини і захищає його від зовнішніх факторів.

Сквален прекрасно справляється з загоєнням ран, лікує шкірні захворювання, в тому числі і складні екземи, допомагає відновити організм

пацієнта, який переніс курс радіаційної терапії, а ще активізує загоєння внутрішніх органів. Представлений в препараті живильний крем містить-- 3,33-5.5% рослинного сквалену з амаранту у вигляді кремової основи має легку приємну текстуру, моментально вбирається, не залишає неприємного відчуття жирності й липкості. Не є комедогенним та алергенним засобом. Рекомендований для всіх типів шкіри, особливо зневодненої, чутливої та схильної до сухості для двократнього щоденного використання. Живильний крем антистрес для обличчя, що містив 3,3-5.5% природного сквалену, з отриманий з амарантової олії (Щирець), призначений для догляду і захисту поверхні шкіри в пацієнтів, глибоко проникає в шкірний покрив людини, чудово зволожує його та допомагає клітинам утримувати вологу всередині. Крім того, крем пом'якшує шкіру, знімає запалення, скорочує кількість зморшок, підвищує еластичність, зупиняє вікові зміни, регенерує, усуває шорсткість, позбавляє тріщин, робить тон шкіри рівномірним, забезпечує антибактеріальний ефект і підвищує захист від агресивного впливу зовнішніх факторів і води, та агресивних речовин.

Спосіб застосування Живильного крему, що містить сквален з амарантової олії:

1. Догляд за шкірою – нанести кілька крапель крему на очищену шкіру, розподілити засіб, рухаючись вздовж масажних ліній, до його повного вбирання поверхнею шкіри. Обробляти можна тіло, руки та обличчя, зокрема губи та зону навколо очей. Підходить для проведення вакуумного масажу тіла та гімнастики обличчя.

2. Оздоровлення волосся - взяти трохи живильного крему-антистрес для обличчя, що містить сквален у долоні, підігріти та нанести тільки на кінчики або розподілити вздовж всієї довжини волосся.

3. Фіксація макіяжу. Живильний крем рівномірно розподіляє пігменти косметичних засобів, зберігаючи насиченість та стійкість їхніх кольорів. Для використання засобу під макіяж потрібно нанести розчин на вологу шкіру та розподілити його по всій поверхні обличчя.

4. Збагачення інших мазей і гелів. Всього 2-3 краплі живильного крему набагато підвищують ступінь проникнення продукту, покращують його властивості та текстуру. Додавати живильний крем можна у будь-які засоби для догляду за обличчям, тілом та волоссям: шампуні, креми, олії для ванни, лосьйони, гелі, маски. Зберігати рекомендується в при пониженій температурі, в холодильнику при температурі не вище $+10-15^{\circ}\text{C}$, з терміном зберігання 1 рік.

Крім цього додатково нашими косметологами була приготована : «Косметична олія для обличчя і тіла», що містила 10% амарантової олії та до 1% сквалену і сквалану виділеного нами попередньо в нашій роботі, у вигляді рідкої косметичної олії, див. рис.3.7.



Рис.3.7. «Косметична олія для обличчя і тіла», що містила 10% амарантової олії та до 1% сквалену і сквалану.

Аналіз та випробування отриманих косметичних засобів будуть проведені в наступній магістерській роботі.

ВИСНОВКИ

1. В представленій дипломній-бакалаврській роботі були проведені і описані якісні та кількісні аналізи складу біологічно активних речовин 9 дослідних зразків, в тому числі: 5 зразків амарантової олії та 2-х виділених зразків сквалену і сквалану та 1 зразок стандартного Сквалану(Ordinary- 100%plant-derived Squalane. США-), і 1 зразок 100% акулячий жир Сквален (4%) Pure Natural

Алкилглицеролы (20%) Shark liver oil, амарантової олії, сквалену і сквалану, та їх похідних - представлено для досліджень замовником., отриманих з амаранту, наступними фізико-хімічними методами, а саме: ІЧ-інфрачервоної спектроскопії, ДТА-диференційно-термічного аналізу, та , рефрактометриєю показників заломлення.

2. Проаналізовано рефрактометрично показники заломлення всіх зразків амарантової олій №№ 1-8, які коливаються в діапазоні $n=1,47145-1,47405$ тобто змінюються тільки в третьому знаці після коми, що говорить про їх подібність складу по Сквалену $C_{30}H_{50}$ (хімічна формала №1) і рослинне походження з амаранту. Тільки для стандартного зразка 100% $C_{30}H_{62}$ -Сквалану-(хімічна формула №2), зразок № 9-представленого фірмою (Ordinary100% Plant- Derived Squalane made USA/ цей показник сильно зменшується до величини $n =1,4482$, що говорить про відмінність хімічної будови сквалану $C_{30}H_{62}$ від сквалену $C_{30}H_{50}$ зразків №1-8,

3. В результаті ІЧ-спектрального аналізу, було яскраво видно, що зразки амарантової олії №1 зі скваленом $C_{30}H_{50}$ і №4 без сквалену відрізняються тільки зменшенням інтенсивності поглинання в області 2925см^{-1} і 2748см^{-1} для зразка амарантової олії без сквалену №4, що зв'язано з його видаленням-екстракцією-депарафінацією його з амарантової олії методами які були описані в розділі №1 даної роботи. В той же час для зразків №5.6., виділеного з олії сквалену з концентрацією (89-95% $C_{30}H_{50}$) в ІЧ спектрі з'являються нові смуги поглинання 3500см^{-1} і 1640см^{-1} , які відповідають за валентні і деформаційні коливання (О-Н) зв'язків багатоатомних спиртів і (С-Н) зв'язків похідних сквалану $C_{30}H_{62}$. Це може характеризувати проходженням реакції гідратування та гідратації сквалену- $C_{30}H_{50}$ і переходу його в похідні сквалану - $C_{30}H_{62}$ за реакціями 3.1.3.2.

4. Результати ДТА аналізу зразків №1.4.5.6.7. говорять про більшу стійкість до термічного розкладу амарантової олії №1,4 в порівнянні зі стандартним зразком сквалану $C_{30}H_{62}$ Ordinary100% №7 на 40°C . В той же час для зразків сквалену $C_{30}H_{50}$ і сквалану $C_{30}H_{62}$ №5.6 (85-90% сквалену), які були екстраговані методом депарафінації з амарантової олії , їх термічний їх розклад починається при

більш високій температури від 300°C, після втрати до 50% води при 100-120°C. Суміш сквалену і сквалану зразки №5.6 (див.реакція №3) більш термостійка в порівнянні з стандартним зразком(Ordinary100% Сквалану $C_{30}H_{62}$ №7 на 60-100 °C. Для стандартного зразка порівняння - сквалану (Ordinary100%) $C_{30}H_{62}$, №7 при ДТА максимальна швидкість термічного розкладу нижча складає 360 °C . що на 60°C менше чим для виділених нами з амарантус зразків сквалену і сквалану №5,6. - яка складає 420°-440°C. Очевидно, що це залежить від природного походження зразків сквалену і сквалану.. В нашому випадку цією рослиною походження був Амарант, а у випадку стандартного зразка №7 - оливкове дерево. що можна пояснити більш стабільною молекулярною хімічною форм. [58].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kurta S.A., Ribun V.S., Fedorchenko S.V. Dewaxing of Motor Fuels is the Complex Method of Increasing the Octane and Cetane Numbers of Gasoline and Diesel. Deutscher Wissenschaftsherold German Science Herald. 2017. № 3. P. 76–92.
2. E. Pittenauer, G. Allmaier. The Renaissance of High-Energy CID for Structural Elucidation of Complex Lipids: MALDI-TOF/RTOF-MS of Alkali Cationized Triacylglycerols // J. Am. Soc. Mass Spectrom. - 2009. - V. 20. - P. 1037-

1047.

3. C.G. Zambonin, C.D. Calvano, L. D'Accolti, F. Palmisano. Laser desorption/ionization time- of-flight mass spectrometry of squalene in oil samples // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* - 2006. - V. 20. - P. 325-327.

4. P. Nasirpour-Tabrizi, S. Azadmard-Damirchi, J. Hesari, Z. Piravi-Vanak. Amaranth Seed Oil Composition // In book: *Nutritional Value of Amaranth*. V.Y. Waisundara (Ed.), 2020. - 176 p.

5. Passi S., De Pità O., Puddu P., Littarru G.P. Lipophilic antioxidants in human sebum and aging. *Free Radic. Res.* 2002;36:471–477. doi: 10.1080/10715760290021342. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

6. Gershbein L.L., Singh E.J. Hydrocarbons of dogfish and cod liver and herring oil. *J. Am Oil Chem. Soc.* 1969;46:554–557. doi: 10.1007/BF02633182. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

7. Auffray B. Protection against singlet oxygen, the main actor of sebum squalene peroxidation during sun exposure, using *Commiphora myrrha* essential oil. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2007;29:23–29. doi: 10.1111/j.1467-2494.2007.00360.x. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

8. Charlton-Menys V., Durrington P.N. Squalene synthase inhibitors: clinical pharmacology and cholesterol-lowering potential. *Drugs.* 2007;67:11–16. doi: 10.2165/00003495-200767010-00002. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

9. Pragst F., Auwärter V., Kiessling B., Dyes C. Wipe-test and patch-test for alcohol misuse based on the concentration ratio of fatty acid ethyl esters and squalene CFAEE/CSQ in skin surface lipids. *Forensic Sci. Int.* 2004;143:77–86. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.02.041. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

10. Kelly G.S. Squalene and its potential clinical uses. *Altern. Med. Rev.* 1999;4:29–36. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

11. Blasco L., Duracher L., Forestier J.P. Skin constituents as cosmetic ingredients: part I: a study of bio-mimetic monoglycerides behavior at the squalene-water interface by the "pendant drop" method in a static mode. *J. Dispers. Sci.*

Technol. 2006;27:799–810.

doi: 10.1080/01932690500482137. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

12. Rissmann R., Oudshoorn M.H., Kocks E., Hennink W.E., Ponc M., Bouwstra J.A. Lanolin-derived lipid mixtures mimic closely the lipid composition and organization of vernix caseosa lipids. *Biochim. Biophys. Acta.* 2008;1778:2350–2360. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

13. Okuda M., Yoshiike T., Ogawa H. Detergent-induced epidermal barrier dysfunction and its prevention. *J. Dermatol. Sci.* 2002;30:173–179. doi: 10.1016/S0923-1811(02)00106-8. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

14. Saint-Leger D., Bague A., Cohen E., Chivot M. A possible role for squalene in the pathogenesis of acne. I. In vitro study of squalene oxidation. *Br. J. Dermatol.* 1986;114:535–542. doi: 10.1111/j.1365-2133.1986.tb04060.x. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

15. Kohno Y., Egawa Y., Itoh S., Nagaoka S., Takahashi M., Mukai K. Kinetic study of quenching reaction of singlet oxygen and scavenging reaction of free radical by squalene in n-butanol. *Biochim. Biophys. Acta.* 1995;1256:52–56. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

16. Aioi A., Shimizu T., Kuriyama K. Effect of squalene on superoxide anion generation induced by a skin irritant, lauroylsarcosine. *Int. J. Pharm.* 1995;113:159–164. doi: 10.1016/0378-5173(94)00190-G. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

17. Senthilkumar S., Devaki T., Manohar B.M., Babu M.S. Effect of squalene on cyclophosphamide-induced toxicity. *Clin. Chim. Acta.* 2006;364:335–342. doi: 10.1016/j.cca.2005.07.032. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

18. Desai K.N., Wei H., Lamartiniere C.A. The preventive and therapeutic potential of the squalene-containing compound, Roindex, on tumor promotion and regression. *Cancer Lett.* 1996;19:93–96. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

19. Smith T.J. Squalene: potential chemopreventive agent. *Expert Opin. Invest. Drugs*. 2000;9:1841–1848. doi: 10.1517/13543784.9.8.1841. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
20. Nicolaos G., Crauste-Manciet S., Farinotti R., Brossard D. Improvement of cefpodoxime proxetil oral absorption in rats by an oil-in-water submicron emulsion. *Int. J. Pharm.* 2003;16:165–171. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
21. Chung H., Kim T.W., Kwon M., Kwon I.C., Jeong S.Y. Oil components modulate physical characteristics and function of the natural oil emulsions as drug or gene delivery system. *J. Control. Release*. 2001;71:339–350. doi: 10.1016/S0168-3659(00)00363-1. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
22. Kim Y.J., Kim T.W., Chung H., Kwon I.C., Sung H.C., Jeong S.Y. The effects of serum on the stability and the transfection activity of the cationic lipid emulsion with various oils. *Int. J. Pharm.* 2003;252:241–252. doi: 10.1016/S0378-5173(02)00676-2. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
23. Wang J.J., Sung K.C., Hu O.Y., Yeh C.H., Fang J.Y. Submicron lipid emulsion as a drug delivery system for nalbuphine and its prodrugs. *J. Control. Release*. 2006;115:140–149. doi: 10.1016/j.jconrel.2006.07.023. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
24. Müller R.H., Radtke M., Wissing S.A. Solid lipid nanoparticles (SLN) and nanostructured lipid carriers (NLC) in cosmetic and dermatological preparations. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2002;54:S131–S155. doi: 10.1016/S0169-409X(02)00118-7. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
25. Müller R.H., Petersen R.D., Hommoss A., Pardeike J. Nanostructured lipid carriers (NLC) in cosmetic dermal products. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2007;59:522–530. doi: 10.1016/j.addr.2007.04.012. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Lombardi Borgia S., Regehrly M., Sivaramakrishnan R., Mehnert W., Korting H.C., Danker K., Röder B., Kramer K.D., Schäfer-Korting M. Lipid nanoparticles for skin penetration enhancement-correlation to drug localization within the particle matrix as determined by fluorescence and piezoelectric

spectroscopy. *J. Control. Release.* 2005;110:151–163.doi: 10.1016/j.jconrel.2005.09.045. [[PubMed](#)]

27. Schäfer-Korting M., Mehnert W., Korting H.C. Lipid nanoparticles for improved topical application of drugs for skin diseases. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2007;59:427–443.doi: 10.1016/j.addr.2007.04.006. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

28. Müller R.H., Radtke M., Wissing S.A. Nanostructured lipid matrices for improved microencapsulation of drugs. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2002;242:121–128. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

29. Kim, Se-Kwon, and Fatih Karadeniz. "Biological importance and applications of squalene and squalane." *Advances in food and nutrition research.* Vol. 65. Academic Press, 2012. 223-233)

30. Fang J.Y., Fang C.L., Liu C.H., Su Y.H. Lipid nanoparticles as vehicles for topical psoralen delivery: solid lipid nanoparticles (SLN) versus nanostructured lipid carriers (NLC) *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 2008;70:633–640. doi: 10.1016/j.ejpb.2008.05.008. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

31. Chiba K., Yoshizawa K., Makino I., Kawakami K., Onoue M. Changes in the levels of glutathione after cellular and cutaneous damage induced by squalene monohydroperoxide. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 2001;15:150–158. doi: 10.1002/jbt.12. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

32. Uchino T., Kawahara N., Sekita S., Satake M., Saito Y., Tokunaga H., Ando M. Potent protecting effects of catuaba (*Anemopaegma mirandum*) extracts against hydroperoxide-induced cytotoxicity. *Toxicol. In Vitro.* 2004;18:255–263. doi: 10.1016/j.tiv.2003.08.013. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

33. Nakagawa K., Ibusuki D., Suzuki Y., Yamashita S., Higuchi O., Oikawa S., Miyazawa T. Ion-trap tandem mass spectrometric analysis of squalene monohydroperoxide isomers in sunlight-exposed human skin. *J. Lipid Res.* 2007;48:2779–2787. doi: 10.1194/jlr.D70001[PubMedCrossRefGoogle](#)

34. Chiba K., Kawakami K., Sone T., Onoue M. Characteristics of skin wrinkling and dermal changes induced by repeated application of squalene monohydroperoxide to hairless mouse skin. *Skin Pharmacol. Appl. Skin Physiol.* 2003;16:242–251. doi: 10.1159/000070847. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
35. Bando N., Hayashi H., Wakamatsu S., Inakuma T., Miyoshi M., Nagao A., Yamauchi R., Terao J. Participation of singlet oxygen in ultraviolet-a-induced lipid peroxidation in mouse skin and its inhibition by dietary beta-carotene: an ex vivo study. *FreeRadic.Biol.Med.* 2004;37:1854–1863. doi: 10.1016/j.freeradbiomed. 2004. 09.004. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
36. Stahl W., Heinrich U., Jungmann H., Sies H., Tronnier H. Carotenoids and carotenoids plus vitamin E protect against ultraviolet light-induced erythema in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000;71:795–798. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
37. Minami Y., Kawabata K., Kubo Y., Arase S., Hirasaka K., Nikawa T., Bando N., Kawai Y., Terao J. Peroxidized cholesterol-induced matrix metalloproteinase-9 activation and its suppression by dietary beta-carotene in photoaging of hairless mouse skin. *J. Nutr. Biochem.* 2008 in press. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
38. Antille C., Tran C., Sorg O., Saurat J.H. Topical beta-carotene is converted to retinyl esters in human skin ex vivo and mouse skin in vivo. *Exp. Dermatol.* 2004;13:558–561. doi: 10.1111/j.0906-6705.2004.00194.x. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
39. McArdle F., Rhodes L.E., Parslew R.A., Close G.L., Jack C.I., Friedmann P.S., Jackson M.J. Effects of oral vitamin E and beta-carotene supplementation on ultraviolet radiation-induced oxidative stress in human skin. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004;80:1270–1275. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
40. Ashida Y., Yamanishi H., Terada T., Oota N., Sekine K., Watabe K. CoQ10 supplementation elevates the epidermal CoQ10 level in adult hairless

mice. *Biofactors*. 2005;25:175–178. doi: 10.1002/biof.5520250120. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

41. <https://freshmart.com.ua/uk/product/olia-amarantova-holodnogo-vidzimu-viva-oleum-100ml.html>

42. Fuller B., Smith D., Howerton A., Kern D. Anti-inflammatory effects of CoQ10 and colorless carotenoids. *J. Cosmet. Dermatol.* 2005;5:30–38. [PubMed] [Google Scholar]

43. Varani J., Warner R.L., Gharaee-Kermani M., Phan S.H., Kang S., Chung J.H., Wang Z.Q., Datta S.C., Fisher G.J., Voorhees J.J. Vitamin A antagonizes decreased cell growth and elevated collagen-degrading matrix metalloproteinases and stimulates collagen accumulation in naturally aged human skin. *J. Invest. Dermatol.* 2000;114:480–486. doi: 10.1046/j.1523-1747.2000.00902.x. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

44. The Ordinary Plant-Derived Squalane - ідеальна олійка для обличчя/ [https:// club.makeup.com.ua/post/3565/](https://club.makeup.com.ua/post/3565/)

45. NFO ОМЕГА-3 ЖИР ПЕЧЕНИ АКУЛЫ/ <https://norwegianfishoil.ru/catalog/nfo-shark-liver-oil/>

46. *Корнеотерапія* . <https://pilab.com.ua/ua/chto-takoe-korneoterapiya/>

47. Борисенко М.В. Лабораторія оксидних нанокмполітів (до 01.01.201211 Відділ оксидних нанокмполітів),ІХП;<https://www.nas.gov.ua/UA/Department/Pages/default.aspx?>

48. Кінетика екстрагування олії з насіння амаранту та ріпаку в умовах рухомого шару / Є. М. Семенишин, В. І. Троцький, М. І. Маційовська, Р. В. Стадник // Наукові праці [Одес нац акад харч технол]. - 2012. - Вип. 41(1). - С. 129- 133.http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_41%281%2

49. E. Pittenauer, G. Allmaier. The Renaissance of High-Energy CID for Structural Elucidation of Complex Lipids: MALDI-TOF/RTOF-MS of Alkali Cationized Triacylglycerols // *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* - 2009. - V. 20. - P. 1037-

1047.

50. C.G. Zambonin, C.D. Calvano, L. D'Accolti, F. Palmisano. Laser desorption/ionization time- of-flight mass spectrometry of squalene in oil samples // Rapid Commun. Mass Spectrom. - 2006. - V. 20. - P. 325-327.

51. P. Nasirpour-Tabrizi, S. Azadmard-Damirchi, J. Hesari, Z. Piravi-Vanak. Amaranth Seed Oil Composition // In book: Nutritional Value of Amaranth. V.Y. Waisundara (Ed.), 2020. - 176 p.

52. Курта С.А., Миронюк І.Ф., Куцела О.Я., Федорченко С.В., Курта М.С. Полімерна композиція для передпосівної обробки насіння . Заявка: и 2009 04832 від 18.05.2009. Патент України на корисну модель № 45057 від 26.10.2009 опубліковано 26.10.2009, Бюл. № 20.

53. КуртаС.А., Федорченко,С.В., Курта М.С. Екологічна безпека в агрохімії при використанні полімерних плівкоутворювачів для передпосівної обробки насіння сількогосподарських культур. Збірник наукових статей міжнародної наук. конференції «Екологічна безпека довкілля та життєдіяльності людини» „«Квітка Полонини»,тов,„Сузір'я”,Свалявський р-н, с. Солочин 24.02-28.02.2009 р.Тов.»Знання»» м.Київ с.12.

54. Вирощування амаранту <https://kurkul.com/spetsproekty/530-viroschuvannya-amarantu>.

55. Струмінська О.О., Курта С.А., Куцела О.Я., Козак Т.І. — м.Івано-Франківськ Україна, Baoku Zhou, PhD Xingzhu , Yordan Dimitrov Tsvetkov— г.Харбін КНР. // Агроекологічні аспекти технології передпосівної обробки насіння. Матер. між нар. наук. практ. інтерн. конфер. «Хімія, екологія та освіта»,25-26.03.2013 р.м. Полтава, с.121-124.

56. Olena Struminska, **Sergey Kurta**, Maria Bailiak, Oksana Kutsela. Microbiological properties of biopolymer compositions // Abstracts of reports VIII UKRAINIAN-POLISH CONFERENCE. October 01-04 2014, Mountain ski resort Bukovel village Palianytsia, Yaremcha district, Ivano-Frankivsk region Ukraine, p.121.

57. Струмінська О.О., Курта С.А., Байляк М.М. Куцела О.Я., Фізичні та мікробіологічні властивості біополімерних композицій для обробки насіння // Abstracts of reports the European scientific and practical

58. Заявка на реєстрацію патенту України № а202401405.: СПОСІБ ОТРИМАННЯ СКВАЛЕНУ І СКВАЛАНУ З РОСЛИННИЙ ОЛІЙ І ТВАРИННИХ ЖИРІВ. Автори: Курта Сергій Андрійович, Жадан Анастасія Євгеніївна, Тіна Рейтерер, Йан Йозеф Фелікс Фромм. Номер заявки Вх. № 334431 Дата та час подачі заявки на патент- 18.03.2024р. .

59. Prof., doc.Sergiy Kurta-sergiykurta@pnu.edu.ua.1, Chystyna Kushmelyuk 1, Zhadan Anastasiia 2, Tina Reiterer 2, Jan Josef Felix Fromm 2. Nanostructure and biochemistry of vegetable squalene and squalane for cosmetics 1- Department of Chemistry of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University ", Ivano-Frankivsk. Ukraine, 2- National organisation of SHARKPROJECT in Austria, based in Vienna. Abstract book international research and practice conference nanotechnology and nanjmaterials NANO-2024.21-24/08/2024, Bzhhorod Ukraine, p,295-300. ISBN 978-617-8092-32-0,Lviv TOV.GVS.