

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри фізіології, біохімії рослин та  
біоенергетики

\_\_\_\_\_ Світлана ПРИЛУЦЬКА  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «Дослідження фітотоксичного ефекту харчового ароматизатору <Фундук>  
на насіння вівса посівного»**

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

**Гарант освітньої програми**

Кандидат біологічних наук,  
доцент, завідувач кафедри  
екобіотехнології та  
біорізноманіття

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Олена КВАСКО

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

Кандидат сільськогосподарських  
наук, доцент кафедри  
екобіотехнології та  
біорізноманіття

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Наталія НЕСТЕРОВА

Виконав

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Дмитро ДРОЗДОВСЬКИЙ

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри фізіології, біохімії рослин та  
біоенергетики

\_\_\_\_\_ Світлана ПРИЛУЦЬКА  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

Дроздовський Дмитро Валерійович

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Дослідження фітотоксичного ефекту харчового ароматизатора <Фундук> на насіння вівса посівного»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «22» жовтня 2024р. №1880

Термін подання завершеної роботи на кафедру 20 травня 2025 року

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Проаналізувати енергію проростання та потенційну схожість насіння овесу посівного за умови використання харчового ароматизатора «Фундук» вітчизняного та іноземного виробництва.
2. Дослідити можливість використання принципів фітотестування для оцінки безпечності харчового ароматизатора «Фундук» вітчизняного та іноземного виробництва.

Дата видачі завдання 1 вересня 2024 року

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Наталія НЕСТЕРОВА**

**Завдання прийняв до  
виконання**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Дмитро Дроздовський**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1. Огляд літератури .....	7
1.1 Харчові ароматизатори як регулятори смаку та якості кінцевого продукту.....	7
1.2 Класифікація харчових ароматизаторів .....	11
1.3 Методи визначення харчових ароматизаторів та їх безпечність.....	18
1.4 Біотехнологія створення смако-ароматичних добавок та токсикологічні ризику вживання.....	21
2. Матеріали і методи.....	25
2.1 Об'єкт та методи дослідження .....	25
3. Результати досліджень.....	30
3.1 Визначення енергії проростання та потенційної схожості насіння овесу посівного за дії ароматизатора «Фундук».....	30
3.2 Вплив ароматизатора «Фундук» на морфометричні показники насіння овесу посівного .....	33
ВИСНОВКИ.....	37
Список використаних джерел .....	38

## ВСТУП

Аромат та смак – найважливіші показники якості харчових продуктів. У свіжих натуральних продуктів вони обумовлені смако-ароматичними складниками, зазвичай такими, що присутні в таких продуктах, як, наприклад, фрукти чи овочі. У деяких овочах аромат проявляється тільки при їх пошкодженні, зокрема у цибулі та часнику – при подрібненні або розжовуванні. Смачні ароматичні речовини можуть утворюватися також в процесі приготування їжі, наприклад під час смаження м'яса або випікання десертів.

Проте, широкий асортимент ароматизаторів, їхня різна хімічна природа, різноманітність джерел отримання та поєднання окремих компонентів ставлять дуже складні завдання при їх ідентифікації та кількісній оцінці. Водночас, питання безпеки тієї чи іншої речовини – це насамперед питання кількості. За даними міжнародної організації виробників харчових ароматизаторів (*International Organization of the Flavour Industry, IOFI*) – статистика країн ЄС, України та США – людина споживає на рік близько 1 т харчових продуктів, у яких міститься 10-25 г ароматизаторів, при цьому, споживання ароматизаторів дітьми до 3-х років не допускається.

Мета роботи: оцінка безпечності дозових концентрацій харчового ароматизатору «Фундук» на основі класичного фітотесту насіння модельних рослин, а саме насіння овесу посівного (ярого) (*Avena sativa L.*)

У зв'язку з поставленою метою було визначено наступні завдання:

- проаналізувати енергію проростання та потенційну схожість насіння овесу посівного за умови використання харчового ароматизатора «Фундук» вітчизняного та іноземного виробництва;
- дослідити можливість використання принципів фітотестування для оцінки безпечності харчового ароматизатора «Фундук» вітчизняного та іноземного виробництва;

Об'єкт дослідження: тестування харчових харчового ароматизатора на безпечність, овес посівний, харчові ароматизатори.

Предмет дослідження: аналіз ростового фітотесту для оцінки безпеки харчового ароматизатора різних виробників.

Методи дослідження: метод аналізу літературних джерел, метод токсичності харчових ароматизаторів використанням фітотестування, метод статистичного аналізу отриманих результатів, метод наукового опису отриманих результатів.

Структура роботи. Дипломна робота викладена на 38 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, трьох розділів, висновків, містить 6 таблиць, 9 рисунків та список використаних джерел, що включає 33 посилання.

# 1. Огляд літератури

## 1.1 Харчові ароматизатори як регулятори смаку та якості кінцевого продукту

Смако-ароматичні складники – це індивідуальні речовини з характерним запахом та (або) смаком. Вони представлені такими класами органічних сполук: альдегідами, амінами, гетероциклічними сполуками, кетонами, лактонами, органічними кислотами, спиртами, сіркоорганічними сполуками, ефірами та ін. До смако-ароматичних добавок відносять також ряд неорганічних сполук, таких як аміак, сірководень, сульфід амонію та деякі інші. Коли мова йде про смак, обумовлений смаковими чи ароматичними компонентами, мається на увазі комплекс смаку: фруктовий, ягідний, м'ясний, рибний, грибний, а також одні із основних – гіркі, гострі та солодкі [1,7,9].

До основних смаків, як відомо, відносять солодкий, кислий, солоний і гіркий. Як п'ятий основний смак останнім часом часто розглядають так званий смак «умами». Це японське слово можна перекласти як "приємне відчуття" (рис. 1.1).



Рис. 1.1 Ароматизатор «умами», Японія

<https://www.klipartz.com/ua/sticker-png-ndive>

Такий смак надається глутаматом натрію і подібними йому сполуками, що є підсилювачами смаку і аромату. Основні смаки надаються смаковими

речовинами, наприклад, цукрами та цукрозамінниками (солодкий), харчовими кислотами (кислий), повареною сіллю (солоний), хініном, кофеїном (гіркий) тощо. Це – індивідуальні речовини, що володіють смаком, але не мають запаху. Слід зазначити, що ряд речовин, що не володіють запахом, відносяться до смако-ароматичних. Це, наприклад, речовини з гірким смаком – хінін, квасин, кофеїн, теобромін (рис. 1.2), використання яких пов'язане з виробництвом тоніків та енергетичних напоїв [2-4].



**Рис. 1.2** Ароматизатори «Тонік» (хінін) та «Кава (кофеїн), Україна

<https://levaromat.com/ua>

Водночас, аромати багатьох натуральних продуктів є нестійкими, швидкозникаючими або такими, що змінюються при технологічній обробці. Деякі продукти не мають аромату за рахунок основної сировини. Все це обумовлює необхідність використання харчових ароматизаторів.

Застосування різноманітних ароматизаторів дозволяє ряд переваг у харчовій промисловості:

1. створити широкий асортимент харчових продуктів, що відрізняються ароматами, на основі однотипної продукції: карамелі, мармеладу, напоїв, жувальної гумки, маргаринів, рослинних олій, майонезу та ін;
2. відновити аромат, частково втрачений при зберіганні або переробці (заморожуванні, пастеризації, консервуванні, концентруванні);
3. стандартизувати смако-ароматичні характеристики харчової продукції незалежно від щорічних коливань якості вихідної сільськогосподарської сировини;
4. посилити наявні у продукту натурального аромату;
5. надати аромату продукції деяких цінних у поживному відношенні, але позбавлених аромату, видів сировини (наприклад продуктів переробки сої);
6. позбавити харчову продукцію неприємних присмаків;
7. надати аромат продукції, що одержують з використанням технологічних процесів, при яких не продукується природній аромат (наприклад приготування їжі у мікрохвильових печах) [1,3,16,31-33].

При цьому, не допускається використання ароматизаторів для маскування змін аромату харчових продуктів, що обумовленого їх псуванням чи недоброякісністю сировини. Застосування ароматизаторів, у тому числі натуральних, не має на меті підвищення харчової або біологічної цінності продуктів, збагачення його мікроелементами або біологічно активними речовинами. Єдина задача, що вирішується ароматизаторами – покращення аромату харчових продуктів і, як наслідок цього, позитивний вплив на процесів споживання їжі та засвоєння поживних та інших компонентів харчового ланцюга [5,6,8,12].

Отже, за державним класифікатором України, харчові ароматизатори – це харчові добавки, призначені для покращення аромату та смаку харчових продуктів. Харчові ароматизатори у країнах ЄС та США, на відміну від України, не відносяться до харчових добавок. Вони формуються як окремий вид продукції поряд з харчовими добавками.

Відповідно до згаданого проекту технічного регламенту, гармонізованого у сфері ароматизаторів з Кодексом Міжнародної організації виробників ароматизаторів та Директивою з ароматизаторів Європейського Союзу, харчові ароматизатори включають у якості складників один або кілька наступних компонентів:

- смако-ароматичний препарат або суміш смако-ароматичних препаратів;
- натуральна, ідентична натуральному або штучна смако-ароматична речовина або суміші таких речовин;
- технологічний ароматизатор;
- коптильний ароматизатор.

До складу ароматизатора зазвичай входить рідкий розчинник-носій або сухий носій-наповнювач, також можуть входити і інші компоненти. Смако-ароматичні препарати – продукти, що являють собою суміш смако-ароматичних та інших речовин, виділених із сировини рослинного або тваринного походження за допомогою фізичних або біотехнологічних методів. При цьому, сировина може бути сформована традиційними способами приготування харчових продуктів [10-12, 21,26].

*Традиційні способи* приготування харчових продуктів – обсмаження, сушіння, ферментація тощо. *Фізичні методи* – пресування, дистиляція, екстракція, виморожування та ін. *Біотехнологічні методи* – методи з використанням мікроорганізмів, ферментів, культур тканин, у тому числі генетично модифікованих.

Смако-ароматичні речовини – індивідуальні речовини із характерним запахом та (або) смаком. Поділяються на натуральні, ідентичні натуральним та штучні [1].

**Натуральні смако-ароматичні речовини** – речовини, виділені з сировини рослинного чи тваринного походження за допомогою фізичних чи біотехнологічних методів. При цьому сировина може бути опрацьована традиційними способами приготування харчових продуктів.

**Ідентичні натуральним смако-ароматичні речовини** – речовини, ідентифіковані в сировині рослинного або тваринного походження та отримані за допомогою хімічних методів.

**Технологічні ароматизатори** – суміші речовин, отриманих у результаті взаємодії аміносполук і редукуючих цукрів під час нагрівання.

**Коптильні ароматизатори** – суміші речовин, що виділені з димів, що застосовують у традиційному копченні.

**Штучні смако-ароматичні речовини** – речовини, не ідентифіковані у сировині рослинного або тваринного походження та одержані методами хімічного синтезу [13,25-27].

## **1.2 Класифікація харчових ароматизаторів**

Залежно від складу смако-ароматичної частини ароматизатори поділяють на групи натуральних, ідентичні натуральним та штучні.

В Україні натуральні ароматизатори за видами не поділяються. У країнах Європейського Союзу у відповідності зі змінами від 16.01.2001 р. до Директиви 88/388 (2001) встановлено, що «якщо торгове найменування ароматизатор містить посилання на споживчий продукт чи інше джерело натуральної ароматичної сировини, то слово «**натуральний**» може бути використовуватися лише в тому випадку, якщо всі смако-ароматичні компоненти були вилучені відповідними фізичними методами або в результаті ферментативних або мікробіологічних процесів, або були одержані у ході традиційного процесу приготування їжі виключно (або майже виключно) виходячи з назви харчового продукту або ароматичної сировини». Іншими словами, натуральний ароматизатор, наприклад «полуниця», може сформований тільки зі смако-ароматичних залишків або смако-ароматичних речовин, виділених із полуниці (рис. 1.3). Часто до найменування таких ароматизаторів додають аббревіатуру FTNF (*From The Name Fruit*), що означає

"з однойменного фрукта", або FTNJ (*From The Name Juice*) – «з одногойменного соку» [15, 28-30].



**Рис. 1.3** Ароматизатор «натуральний» полуниця, Україна

<https://karmelia.com.ua>

Натуральні ароматизатори, у складі яких використано також іншу натуральну сировину, у країнах Європейського Союзу називають, наприклад, «ароматизатор натуральний, тип полуниця». У США для таких ароматизаторів прийнято аббревіатуру WONF (*With Other Natural Flavors*), що означає «з іншими натуральними ароматизаторами». Приклад рецептури полуничного ароматизатора WONF наведено у табл. 1.1. [1,3-5]. Цей ароматизатор сформований на основі композиції натуральних ефірних олій. В ароматизаторах WONF можуть застосовуватися також натуральні смакоароматичні речовини (табл.1.1).

### Склад ароматизатору полуничного WONF

Компоненти	Витрата на 1 т, кг
<i>Олії ефірні:</i>	
- троянда	2,0
- жасмін	2,8
- касія	1,0
- грушанка	1,0
- любисток	0,5
- валеріана	2,5
- селера	0,02
- коріандр	0,1
<i>Спирт етиловий</i>	500
<i>Вода</i>	До 1000

Смако-ароматичні препарати за використання їх для ароматизації харчових продуктів можуть класифікуватися як натуральні ароматизатори або як смакоароматичні препарати із зазначенням на етикетці конкретного виду, наприклад: кропова ефірна олія, екстракт естрагону, вуглекислотний екстракт перцю.

**Ідентичні натуральним ароматизатори** містять одне або кілька смако-ароматичних речовин, ідентичних натуральним, можуть включати також натуральні компоненти. В Україні відповідно до технічних умов (ТУ) технологічні та копильні ароматизатори відносяться до ідентичних натуральним. Натомість, у країнах Європейського Союзу – це окремі види ароматизаторів, що не належать ні до натуральних, ні до ідентичних натуральних, ні до штучних (рис. 1.4).



**Рис. 1.4** Ароматизатор «ідентичний натуральному» полуниця, Польща

<https://pischevik.in.ua/aromatizatory-2>

**Штучні ароматизатори** містять одне або кілька штучних смако-ароматичних речовин, можуть містити також смако-ароматичні препарати, натуральні та ідентичні натуральним смако-ароматичні речовини. Іноді штучні ароматизатори називають також синтетичними, що є не коректним, тому що не тільки штучні, але й ідентичні натуральним ароматизатори містять синтетичні смако-ароматичні речовини (рис. 1.5).



**Рис. 1.5** Ароматизатор «штучний» полуниця, Україна

<https://levaromat.com/ua>

Статус використовуваних у складі ароматизатора розчинників або сухих носіїв, а також тих, що входять до їх складу харчових добавок не впливає на статус самого ароматизатора. Так, натуральний ароматизатор може містити у своєму складі синтетичний барвник. Варто зазначити, що на даний час немає наукових доказів переваги з токсиколого-гігієнічної точки зору натуральних ароматизаторів порівняно із ідентичними натуральним чи штучними [2,9].

До смако-ароматичних препаратів відносять ефірні олії, екстракти ароматичних трав і прянощів, в тому числі вуглекислотні екстракти, дистиляти, концентровані соки та ін. Для отримання смако-ароматичних препаратів дозволено застосування понад 400 рослинних джерел. При цьому використовуються наступні частини рослин:

- плоди (наприклад, з лимонів та апельсинів отримують ефірні олії холодного пресування, соки, екстракти шкірки, з прянощів – екстракти та ефірні олії);
- надземна частина трав (наприклад: м'яти, полину, чорнобривців, різних ароматичних лікарських трав);
- листки (наприклад: лавра благородного, евкаліпта);
- хвоя (наприклад: ялицева, соснова);

- бруньки (наприклад: березові, гвоздичні);
- коріння та кореневища (наприклад: іриса, куркуми);
- квіти (наприклад: троянда, герань; з квітів гіркомого помаранчу отримують неролієву ефірну олію);
- кора (наприклад: дубова, березова, хінного дерева);
- деревина (наприклад: камфорного дерева, сандалового дерева; з гілок і листків цитрусових отримують петігренево ефірне масло);
- смоли, бальзами (наприклад: перуанський та толуанський бальзами).

**Ефірні олії** – рідкі суміші летких органічних речовин, сформовані особливими клітинами органів рослин та обумовлюють їх запах. Біологічна роль ефірних олій остаточно не з'ясована. Передбачається, що вони захищають рослини від паразитів, залучають комах для запилення. Ефірні олії містять в основному терпени і терпеноїди, часто з переважанням одного або декількох компонентів. Наприклад, у рожевій ефірній олії виявлено понад 200 компонентів, але 50 % маси приходить на 2-фенілетанол і 35 % – на цитронелол (рис. 1.6).



**Рис. 1.6** Ефірна олія троянди марокканської, Швейцарія

<https://www.vivasan-shopping.com.ua/product/roza>

Всього в ефірних оліях ідентифіковано понад 1000 сполук. Ефіроолійна флора нараховує до 3000 видів рослин, проте промислове значення має лише

150 – 200 видів. Більшість ефірних олій отримують з тропічних або субтропічних рослин, лише деякі (наприклад: коріандр, аніс, м'ята) культивуються у середній смузі. Ефірні олії локалізуються у листках, стеблах, квітках, коріні, насінні, корі та деревині. Вміст ефірної олії коливається у широких межах, наприклад, у квітах троянди – до 0,1% ефірної олії, а в бруньках гвоздики – до 22% [15,18,24].

Ефірні олії отримують багатьма шляхами:

- з рослинної сировини перегонкою з водою або водяною парою (наприклад: анісова, ірисова, кропова), у тому числі під час концентрування соків (наприклад: олії ефірні апельсинового соку, яблучного соку – такі ефірні олії називають також «есенціями»);
- зі шкірки цитрусових механічною обробкою (наприклад: лимонна та апельсинова ефірні олії холодного пресування);
- сухою перегонкою (наприклад: кори берези, ялівцю);
- екстрагуванням легко-летучим розчинником з його наступною відгонкою (наприклад: ефірні олії акації, жасмину, листків фіалки).

Екстракти рослинної сировини (трави, корені, плоди, насіння, квіти і т.д.) отримують з використанням переважно водного етилового спирту або рідкого двоокису вуглецю. Ці розчинники оптимально витягують смако-ароматичні компоненти і погано розчиняють баластні речовини. Асортимент СО<sub>2</sub>-екстрактів представлений переважно прянощами і лікарськими ми травами. Дистиляти отримують відгоном летючих смако-ароматичних речовин рослинної сировини з водним спиртом. Вони мають тонкий аромат і смак, тому широко застосовуються у виробництві алкогольних напоїв.

Смако-ароматичні препарати використовуються як ароматизатори, так і їх компоненти. У якості ароматизаторів найчастіше застосовують ефірні олії та вуглекислотні екстракти прянощів [3,6,19].

### **1.3 Методи визначення харчових ароматизаторів та їх безпеки**

На сьогодні питання визначення вмісту ароматизаторів у харчових продуктах набуває високої актуальності. Існуючими нині методами неможливо встановити кількісно вміст ароматизатора в харчовому продукті, що викликає чимало питань як із боку виробників продуктів, і із боку перевіряючих органів. Але державними органами використовуються актуальні методи дослідження кожного ароматизатора компонентно, що дозволяє контролювати їх склад, гранично допустимі концентрації безпеки вхідних речовин.

В Україні починаючи з 2003 р. згідно державних актів ДСТУ нормується вміст біологічно активних компонентів ароматизаторів у продуктах харчування. До них відносяться такі речовини як агарова кислота, алоїн, берберин, кумарин, ціаністоводнева кислота, сафрол, ізосафрол, кокаїн, сантонін та інші сполуки. Деякі із нормованих речовин можуть входити і до складу натуральних ароматизаторів, у такому разі обмежується лише максимальний вміст ароматизатора. Також, законом регламентовано показники безпеки у самих ароматизаторах, оскільки там лімітується вміст свинцю, олова, кадмію і ртуті; для копильних ароматизаторів – додатково 3,4-бензпірена; для сухих та пастоподібних ароматизаторів, а також тих, що містять воду і до 10 % етанолу або пропіленгліколю нормується ще мікробіологічні показники чистоти [4, 7,29].

Контроль якості ароматизаторів передбачає визначення сенсорних та фізико-хімічних (щільність, показник заломлення) показників. Для виявлення та кількісного визначення ароматизаторів сьогодні запропоновано переважно хроматографічні методи. Завдяки специфічності, експресності та високої чутливості цієї групи методів, можливе їх застосування під час здійснення санітарного контролю продуктів.

Більшість компонентів ароматизаторів – це високолеткі сполуки, що відносяться до класів складних ефірів, спиртів, кислот, альдегідів, терпенів,

гетероциклічних сполук. Для виділення ароматичної фракції з трав, фруктів, харчових продуктів і напоїв використовуються різні методи: перегонка з водяною парою, надкритична рідинна екстракція, твердофазна екстракція, екстракція рідкими розчинниками, вакуумна дистиляція, екстракція у процесі перегонки. Так, наприклад, для виділення ароматичних сполук з перцевої м'яти та апельсина використовується метод SDE (екстракція в процесі перегонки) з н-гексаном (500мкл) як розчинник і н-тетрадеканом (1мкл) як внутрішній стандарт. Перегонка здійснюється протягом 2 год. Додаткове концентрування екстрактів не потрібно. Аналіз екстрактів здійснюється на газовому хроматографі Chrom-5 з полум'яно-іонізаційним детектором. Речовинами, що відповідають за аромат м'ятної олії, є:  $\alpha$ -пінен,  $\beta$ -пінен, сабінен, лимонен, цинеол, нейтрон, ментофуран, d-ізоієнтон, ментилацетат, ментол [31].

Простішим методом пробопідготовки є використання парофазного автоматичного пробовідбірника, що виключає необхідність якоїсь попередньої підготовки зразка. Ванільний аромат є одним із найпопулярніших у харчовій індустрії. Тому відповідні ароматизатори широко використовуються під час виробництва кондитерських виробів, молочних продуктів. Основним запашиком компонентом ванільного аромату є ванілін (4-гідрокси-3-метоксибензальдегід). Досить часто для посилення аромату до складу ванільних ароматизаторів вводиться етилванілін (4-гідрокси-3-етоксибензальдегід). Етилванілін не знайдено в природі, тому ароматизатори, до складу яких він входить, відносяться до штучних. Основними складовими натуральної ванілі є: протокатехова кислота, оксибензойна кислота, альдегід п-оксибензойної кислоти, ванілінова кислота, ванілін, бензальдегід, вератрова кислота, 3,4,5-триметилоксибензойна кислота, коричний спирт [32].

Оскільки до складу ванільних ароматизаторів зазвичай входить незначна кількість компонентів, то для аналізу можна використовувати метод ТШХ. Також для аналізу різних ванільних ароматизаторів використовується метод міцелярної електрокінетичної капілярної хроматографії (капілярного

електрофорезу). Крім того, розглядається можливість застосування ВЕРХ для аналізу ванільних ароматизаторів, а також метод газової хроматографії з мас-селективним детектором (ГХ-МС). Крім ваніліну в харчових продуктах, особливо в кондитерських виробках використовується така добавка, як кориця. Для аналізу летких речовин, що визначають аромат кориці застосовують метод екстракції в процесі перегонки з подальшим їх визначенням або методом газорідинної хроматографії або ГХ-МС.

Аналіз концентрацій ароматичних речовин у полуничному джемі, морозиві або лимонаді з полуничним запахом надає інформацію про використання штучних ароматизаторів. Основні ароматичні речовини полуниці: етилацетат, етилбутират, ізоамілацетат, амілацетат, ізоамілбутират, амілбутират, ацетат цитронелліла, етилбенеоат, геранілацетат, цитронеллол, гераніол, пентилетанол,-іон полуничний альдегід, бензилбензоат. Метод твердофазної мікроекстракції застосовується під час аналізу інших харчових продуктів, зокрема сирів, оскільки існує думка, що метод твердофазної мікроекстракції дозволяє вивчити відносно вузький ряд сполук, але кількісний аналіз провести важко. Простішим і швидшим методом пробопідготовки є рідинна екстракція [31].

Дослідження різних методів пробопідготовки харчових продуктів (на прикладі сосисок) у їх аналізі на леткі ароматичні сполуки проводять методом газової хроматографії. Розглядаються 3 основних методи: рідинна екстракція, метод очищення та уловлювання та метод екстракції в процесі перегонки. Леткі сполуки, отримані в процесі екстрагування, аналізуються на газовому хроматографі НР 6890 з колонкою НР-5 і полум'яно-іонізаційним детектором. Крім того, для аналізу екстрактів використовуються ГХ-МС метод аналізу [31].

При визначенні летких речовин, що відповідають за аромат спиртних напоїв, використовуються ті самі методи пробопідготовки, що і при аналізі харчових продуктів. Зокрема метод рідинної екстракції летких речовин з подальшим їх визначенням на газовому хроматографі з полум'яно-

іонізаційним детектором або на газовому хроматографі з мас-селективним детектором. У різних напоях, у якості компонентів ароматизаторів, зустрічаються такі нормовані речовини, як дигідроанетол, дигідросафрол, ізосафрол, метилсаліцилат, сафрол. Для поділу та визначення їх використовується газовий хроматограф, оснащений полум'яно-іонізаційним детектором, оскільки звичайна газова хроматографія не дає достатнього поділу для складних сумішей навіть при використанні мас-селективного детектора. Двовимірний газова хроматографія – це відносно новий метод для поділу складних сумішей, у якому два незалежні газохроматографічні поділи застосовуються до одного зразка. Спочатку відбувається поділ зразка на капілярній колонці високої роздільної здатності. Дуже невеликі порції елюентів з цієї колонки поступово збираються у криогенному накопичувачі. Потім дуже швидко впорскуються у другу колонку. Друга колонка дуже коротка і в ній поділ відбувається дуже швидко, оскільки поділ має відбутися до надходження наступної фракції першої колонки [33].

#### **1.4 Біотехнологія створення смако-ароматичних добавок та токсикологічні ризики вживання**

Смако-ароматичні препарати та натуральні смако-ароматичні речовини (або ароматизатори) можуть бути одержані і за допомогою біотехнологічних методів, а саме з використанням ферментів, мікроорганізмів та культур тканин.

- *За допомогою ферментів* отримують широкий спектр смако-ароматичних речовин, у тому числі альдегіди, складні ефіри, кислоти; проводять гідроліз рослинного та тваринного білка з отриманням гідролікатів, використовуваних як азотовмісні сполуки, що використовують для виробництва технологічних ароматизаторів. Ферментативно гідролізовані рослинні білки містять до 35%

глутамату натрію і майже не містять солі, в той час як гідролізовані за допомогою кислот, білки мають у 2 рази менше глутамату натрію та до 50 % солі. Ферментативно гідролізований соєвий білок використовується також у якості соєвих соусів [5,9].

- Жиророзщеплюючі ферменти (ліпази) відіграють важливу роль при виробництві ферментативно модифікованих смако-ароматичних сполук сирів. Субстрати являють собою молоко та молочний жир, які трансформуються головним чином у леткі речовини з яскраво вираженим ароматом: ефіри, метилкетони, альдегіди, лактони, сірковмісні продукти. Такі натуральні ароматичні концентрати застосовуються у дозуванні 0,5 – 2,5 % для сировмісних продуктів, що дозволяє скоротити використання сиру до 90 % і так знизити собівартість, вміст холестерину та калорійність кінцевого продукту.

Смако-ароматичні речовини фруктів вилучаються головним чином вигляді ефірної олії, яка відокремлюється під час концентрування соку. На сьогодні вже збільшується виробництво соків із застосуванням пектолітичних ферментів, які додають у пюре або екстрагований сік, щоб зруйнувати рослинні тканини, значно знижуючи їх в'язкість і збільшити вихід смако-ароматичних речовин соку [10].

- *За допомогою мікроорганізмів* отримують смако-ароматичні речовини (альдегіди, кетони, складні ефіри, лактони, піразини та ін.), харчові кислоти (лимонну та молочну), підсилювачі смаку та аромату (дріжджові екстракти), ароматизатори пива (наприклад екстракцією дріжджового осаду, що утворюється при визріванні пива).
- Прикладом успішного біосинтезу за допомогою культур тканин є отримання ряду смако-ароматичних і смокових речовин, серед яких варто виділити ванілін, кофеїн, хінін.

В ароматі натуральних харчових продуктів станом на 2019 р. ідентифіковано понад 8 тис. смако-ароматичних речовин, дані для деяких продуктів наведено в табл. 1.2 [9].

**Кількість смако-ароматичних добавок ідентифікованих у деяких харчових продуктах**

<b>Продукт</b>	<b>Кількість, шт</b>
Апельсин	203
Арахіс смажений	366
Банани	225
Вино біле	644
Виноград	466
Яловичина смажена	486
Какао	503
Картопля запечена	259
Кава	790
Лимон, масло шкірки	163
Манго	273
Масло вершкове	257
Сир «Чеддер»	213
Томати	385
Кріп	110
Фундук смажений	23
Цикорій	119
Чай чорний	541
Яблука	356

Людина споживає на рік близько 1 т харчових продуктів. У цій кількості міститься близько 500 г смако-ароматичних речовин, у тому числі лише від 10 до 25 г, що надходять через ароматизатори, інші – природно присутні у

продуктах. Таким чином, оптимально людина споживає смако-ароматичних речовин, що надходять з ароматизаторами, у 20 – 50 разів менше, ніж аналогічних речовин, що містяться у природних продуктах (без ароматизаторів) [26].

Небезпека полягає у тому, що при виробництві ароматизаторів використовується близько 2 тис. синтетичних смако-ароматичних речовин, ідентичних натуральним. При цьому для будь-якого застосовуваного у складі ароматизаторів смако-ароматичного компоненту, за винятком ваніліну, споживання становить менше 10% рівня надходження даної речовини із натуральними продуктами. З урахуванням цього, споживання якісних смако-ароматичних речовин, що потрапляють через ароматизатори, не може представляти небезпеки здоров'ю людини. Водночас, за останні роки, посилилася практика комплектувати ароматизатори сторонніми хімічними речовинами для досягнення комерційних цілей виробника: дешевше, яскравіший колір, сильніший аромат тощо. У такому випадку доводиться ставити під сумнів безпеку всіх натуральних харчових продуктів, вміст яких наповнений такими добавками. Такі хімічні речовини можуть викликати хронічні алергічні реакції або виконувати роль «енергетиків» нервової системи. Що ж стосується ваніліну, який є виключенням із правил, то це найспоживаніша смако-ароматична речовина у світі. Він пройшов ретельні токсикологічні дослідження і визнаний абсолютно безпечним у будь-яких кількостях [18].

## 2. Матеріали і методи

### 2.1 Об'єкт та методи дослідження

Дослідження проводили у лабораторії фізіології рослин кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики. Об'єктом дослідження слугувало насіння рослин овесу посівного (ярого) (*Avena sativa* L.) сорту Парламентський (Носівська СДС) (рис. 2.1). Даний сорт це середньостиглий сорт вівса, виведений на базі Носівської СДС методом гібридизації сортів (Чернігівський 27 х Ранньостиглий) із подальшим відбором кращих зразків. Період вегетаційного періоду рослини складає 90-100 днів. Якість зерна відповідає стандартам сортів зернового напрямку, містить 12,4-12,8% білка. Різновид – мутіка. Зернівка біла, проміжного типу, добре наповнена. Стебло заввишки 100-112 см. Соломина середньої товщини, міцна, стійка проти вилягання. Маса 1000 зерен 36-40 г. Вміст білка в зерні 12,4-12,8%. Плівчатість: 24-26%, норма висіву 3.2-3.6млн/га (200кг/га). Урожайність: 6,9-7 т/га. Стійкий до: посухи, осипання, типових хвороб, шведської мухи.



**Рис. 2.1** Овес посівний (ярий) (*A. sativa*) сорту Парламентський

[https://snpk.in.ua/oves\\_posivniy\\_parlamentskiy\\_01](https://snpk.in.ua/oves_posivniy_parlamentskiy_01)

<https://dporanta.prom.ua/ua/p165801-nasinnya-ovsa-parlamentskij.html>

Для визначення морфометричних агрономічних показників насіння кількістю 15 шт. викладали на фільтрований папір у чашці Петрі з відстанню 1,5 см, поливали відповідним розчином, далі накривали поліетиленовим пакетом і папером і закривали кришкою. Згідно із схемою досліду нами сформовано 6 експериментальних варіантів і контроль:

1. Контроль (водопровідна вода)
2. розчин ароматизатора «Фундук» (Україна), 0,3 мл/л
3. розчин ароматизатора «Фундук» (Україна), 0,8 мл/л
4. розчин ароматизатора «Фундук» (Україна), 1,5 мл/л
5. розчин ароматизатора «Фундук» (Польща), 0,3 мл/л
6. розчин ароматизатора «Фундук» (Польща), 0,8 мл/л
7. розчин ароматизатора «Фундук» (Польща), 1,5 мл/л

Для дослідження фізіологічної дії харчового ароматизатора «Фундук» нами було обрано 2 види продукції:

- **Ароматизатор харчовий «Фундук» (ТОВ «Естер МТ», Україна)** (рис. 2.2) – концентрований харчовий ароматизатор, застосовується у виробництві шоколаду та виробів з какао, горіхових начинок, тортів, наповнювачів, сиропів та інших кондитерських виробів, у морозиві та молочних продуктах. Водорозчинний, рідкий ароматизатор прозорий. **Склад:** ароматизатор «Фундук», пропіленгліколь. Продукт не містить ГМО. Підходить для вегетаріанців. Термін зберігання: 12 місяців. Упаковка: скляна заводська тара. Термостабільність – 230 °С.



**Рис. 2.2** Ароматизатор харчовий «Фундук» Crimia (ТОВ «Естер МТ», Україна)  
[https://levaromat.com/ua/p348312703-aromatizator-funduk-16380.html?srsId=AfmBOorc-Enw4MGC7Y322ikQWLU6W4c00EYg73\\_TWnAQX3AewE\\_jAgFA](https://levaromat.com/ua/p348312703-aromatizator-funduk-16380.html?srsId=AfmBOorc-Enw4MGC7Y322ikQWLU6W4c00EYg73_TWnAQX3AewE_jAgFA)

- **Ароматизатор харчовий «Фундук» (Ph NoReCa, Польща)** (рис. 2.3)– Сироп Ph NoReCa «Фундук» має приємний бурштиновий колір, ніжний аромат та виражений смак лісових горіхів. Використовується для надання напоєм ноток лісового горіха/фундука і особливо яскраво розкриватиметься в гарячих напоях. Зазвичай додається для приготування кавових напоїв, чаю, какао, гарячого шоколаду, алкогольних та безалкогольних коктейлів, мілк-шейків, а також млинців, фруктових салатів, випічки, морозива тощо. **Склад:** цукор білий кристалічний, вода питна, крохмальна патока, регулятори кислотності цитрат натрію та лимонна кислота, ароматизатор "Фундук", барвник харчовий, консервант сорбат калію, підсолоджувач сахарин. Термін зберігання: 12 місяців. Упаковка: пластикова тара. Термостабільність – 230 °С.



**Рис. 2.3** Ароматизатор харчовий «Фундук» (Ph HoReCa, Польща)

<https://petrovka-horeca.com.ua/uk/p1456129377-sirop-koktejlnoj-funduk.html?srsId=AfmBOopSQrNV8FN2E4vRWKR1trH9j0-UB09yG5DSP0YeHA2uvtj9ezVwdo>

Біометричні виміри рослин овесу проводили шляхом вимірювання за стандартними методиками: енергії проростання та потенційну схожість, довжини проростків та коренів на 7 та 14 добу. Експериментальні дані оброблено статистично, повторність 3-разова.

Згідно із загальноприйнятими методиками, схожість – це один із найважливіших показників якості посівного матеріалу. Визначення схожості нами здійснювалося за методикою Фролової В.А., у два терміни, з наступним підсумовуванням результатів. Через кілька днів після початку пророщування насіння визначали проміжний результат їх схожості – енергію проростання. Потім, через ще декілька днів, визначали кількість додатково пророслого насіння, і шляхом підсумовування даних з обох варіантів проростання

формували результат визначення схожості, оскільки енергія проростання – це відсоток пророслого насіння за короткий термін, ніж потрібно для визначення схожості.

Для визначення довжини проростків та коренів овесу посівного, проросле насіння розкладали на столі по черзі у кожному варіанті окремо і за допомогою лінійки здійснювали підрахунок у мм довжин проростків та коренів. Також, окремо фіксували проростки та корені з нетиповим ознаками проростання.

### 3. Результати досліджень

#### 3.1 Визначення енергії проростання та потенційної схожості насіння овесу посівного за дії ароматизатора «Фундук»

Харчовий ароматизатор має державну реєстрацію на використання у харчовому секторі внаслідок своєї безпечності на біологічних об'єктах. У межах дослідного експерименту нами було закладено модельний дослід потенційної схожості та енергії проростання на 2 типах ароматизаторів. Нашими дослідженнями показано, що ароматизатор достовірно гальмує терміни проростання насіння овесу посівного у середньому на 20 % порівняно з контролем (табл. 3.1):

Таблиця 3.1

#### Енергія проростання насіння овесу посівного за дії ароматизатора «Фундук», 4 доба

Номер варіанту	Кількість пророслого насіння, шт	% до контролю
1. Контроль	14	93,3
2. Аром (Укр), 0,3 мл/л	12	80,2
3. Аром (Укр), 0,8 мл/л	9	60,0
4. Аром (Укр), 1,5 мл/л	8*	53,3
5. Аром (Пол), 0,3 мл/л	13	86,6
6. Аром (Пол), 0,8 мл/л	11	73,1
7. Аром (Пол), 1,5 мл/л	6*	40,0

\* Проростання відбулося на 6 добу дослідження

Як видно з даних таблиці 3.1 відмічено достовірне гальмування проростання насіння овесу посівного за дії ароматизатора «Фундук». Так, у варіанті 2 та 5 (концентрація 0,3 мл/л) спостерігається відхилення від

контролю на 10,2 та 8,6 % відповідно. Насіння відзначалися допустимими розмірами та формою, достовірних відмінностей від контролю не відмічено. Зі збільшенням концентрації спостерігалось зниження відсотку пророслого насіння в усіх дослідних варіантах. Варто відмітити, що за умови вирощування на ароматизаторі «Фундук» (Польща) зумовлювало сильніше гальмування енергії проростання: у варіанті 6 (концентрація 0,8 мл/л) – 73,1 % до контролю, варіант 7 (концентрація 1,5 мл/л) – 40,0 % до контролю. Дослідні варіанти з ароматизатором українського виробництва показали схожу динаміку – варіант 3 (концентрація 0,8 мл/л) 60,0% до контролю, варіант 4 (концентрація 1,5 мл/л) – 53,3 % до контролю. Окремо варто відзначити, що у варіантах 4 та 7 (концентрація 1,5 мл/л) проростання відбувалося на 6 добу досліду, що вірогідно можна пояснити підвищеною дозою ароматизатора. Суттєве зниження енергії проростання за умов збільшення концентрації пояснюється високими дозами діючих речовин у ароматизаторі, що негативно впливає на ріст і розвиток насіння. Водночас, нами відмічено незначне зменшення енергії проростання для варіантів концентрації 0,3 та 0,8 мг/л, що в цілому відповідає нормам використання, що зазначені для концентратів. Проте, варіанти із ароматизатором виробництва (Ph HoReCa, Польща) показують найнижчі показники, що очевидно пов'язано із великою кількістю хімічних компонентів та синтетичних барвників у складі продукту, що можуть чинити токсичну дію навіть за низьких концентрацій.

Дослідження потенційної схожості насіння теж показало схожу динаміку, проте вже за концентрації 0,8 мл/л у варіантах 3 та 6 спостерігалось зниження, а потім повне припинення росту насіння (табл. 3.2):

**Потенційна схожість насіння овесу посівного за дії ароматизатора  
«Фундук», 7 доба**

<b>Номер варіанту</b>	<b>Кількість пророслого насіння, шт</b> <b>4 (6*) доба/7 доба</b>
1. Контроль	14/14
2. Аром (Укр), 0,3 мл/л	12/11
3. Аром (Укр), 0,8 мл/л	9/6
4. Аром (Укр), 1,5 мл/л	8*/4
5. Аром (Пол), 0,3 мл/л	13/11
6. Аром (Пол), 0,8 мл/л	11/7
7. Аром (Пол), 1,5 мл/л	6*/2

Дані таблиці 3.2 показують, що лише у контрольному варіанті 1 спостерігалася позитивна динаміка росту і розвитку насіння на 7 добу без втрат – 14 насінин. Зі збільшенням концентрації ароматизатора спостерігалася зниження кількості потенційно життєздатних насінин порівняно із 4 добою експерименту. Так, за умови концентрації 0,3 мл/л (Укр) спостерігали загибель лише 1 насінини, у концентрації 0,8 мл/л (Укр) – 6 насінин загинули, ще 3 мали слабкий проросток. У аналогічних варіантах 5 та 6 ароматизатора виробництва Польща потенційна схожість мала схожу динаміку до ароматизатора українського бренду, проте у варіанті 7 (концентрація 1,5 мл/л) фактично на 7 добу життєздатність виявляли лише 2 зразки, яка в подальшому, на 10 добу досліду проростки загинули. У варіанті 4 було 4 зразки, які зберегли життєздатність на 7 добу, але станом на 10 і 14 добу вони не загинули. Такий високий відсоток летальності у підвищених концентраціях ароматизатора ймовірно пов'язаний із наявністю синтетичних компонентів у складі продукту. Достовірно доведено, що такі складники як консервант сорбат калію та регулятор кислотності цитрат натрію можуть накопичуватися у біологічних об'єктах і нести токсичну дію на організм. Враховуючи, рекомендовану дозу

застосування – 1,5 мл/л для випічки та 0,8 мл/л для напоїв, очевидно, що розрахунок 1 порція на добу, а за умов тривалого надходження виявляється гальмуванням росту і розвитку. Український виробник виявився якіснішим, що показали дослідження потенційної схожості, оскільки повністю загиблих варіантів тут не було. Сумарне гальмування процесу росту і розвитку насіння зі збільшенням концентрацій, очевидно пов'язане із загальною тривалістю концентрату на біологічний організм.

### **3.2 Вплив ароматизатора «Фундук» на морфометричні показники насіння овесу посівного**

Дослідження морфометричних показників насіння овесу посівного показали коливальний характер дії ароматизатора «Фундук» українського виробництва та достовірно гальмуючий – виробництва Польща. Так, нами виявлено позитивну динаміку у довжини проростків та коренів овесу посівного за дії ароматизатора «Фундук» Crimia (Україна) на 7 та 14 добу досліді (табл. 3.3). Дані таблиці 3.3 показують суттєву залежність довжини коренів та проростків овесу посівного від концентрації та виробника харчового ароматизатора. Так, у варіанті 2 та 5 практично не спостерігається достовірні відмінності від контролю, що очевидно можна пояснити допустимою концентрацією ароматизатора та низькою тривалістю дії чинника. Водночас, у варіанті 3 (концентрація 0,8 мл/л (Укр) нами відмічено деяке збільшення довжини проростків ( $28,4 \pm 2,6$  мм) та коренів ( $32,2 \pm 3,1$ ), що очевидно пов'язане із короткостроковою стимулювальною дією ароматизатора.

*Таблиця 3.3*

**Морфометричні показники насіння овесу посівного за дії ароматизатора  
«Фундук», 7 доба**

<b>Номер варіанту</b>	<b>Довжина проростків, мм</b>	<b>Довжина коренів, мм</b>
1. Контроль	32,1±4,7	38,4±3,2
2. Аром (Укр), 0,3 мл/л	31,0±3,5	35,9±2,5
3. Аром (Укр), 0,8 мл/л	28,4±2,6	32,2±3,1
4. Аром (Укр), 1,5 мл/л	20,9±1,7	21,6±2,2
5. Аром (Пол), 0,3 мл/л	31,1±2,5	36,8±2,6
6. Аром (Пол), 0,8 мл/л	22,4±1,6	31,7±2,1
7. Аром (Пол), 1,5 мл/л	18,1±2,7	28,9±2,2

Дані таблиці 3.3 показують суттєву залежність довжини коренів та проростків овесу посівного від концентрації та виробника харчового ароматизатора. Так, у варіанті 2 та 5 практично не спостерігається достовірні відмінності від контролю, що очевидно можна пояснити допустимою концентрацією ароматизатора та низькою тривалістю дії чинника. Водночас, у варіанті 3 (концентрація 0,8 мл/л (Укр) нами відмічено деяке збільшення довжини проростків (28,4±2,6 мм) та коренів (32,2±3,1), що очевидно пов'язане із короткостроковою стимулювальною дією ароматизатора. Для аналогічної концентрації ароматизатора польського виробництва така динаміка не спостерігалася – довжина зменшилася на майже 25 % порівняно із контролем. У варіантах 4 та 7 спостерігали достовірне зниження довжини проростків та коренів на 7 добу експерименту, при чому гальмування довжин було сильнішим саме у варіанту 7. Така негативна динаміка виникла вірогідно через хімічний склад ароматизатора і наявність синтетичних барвників та добавок, що корелюється із даними, що одержані для потенційної схожості на енергії проростання.

Дослідження довжини проростків та коренів овесу посівного на 14 добу підтвердило загальну негативну динаміку наростання вегетативної маси (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Морфометричні показники насіння овесу посівного за дії ароматизатора «Фундук», 14 доба**

Номер варіанту	Довжина проростків, мм	Довжина коренів, мм
1. Контроль	55,6±3,8	42,7±2,2
2. Аром (Укр), 0,3 мл/л	51,0±2,5	40,1±1,5
3. Аром (Укр), 0,8 мл/л	41,6±1,6	38,8±2,1
4. Аром (Укр), 1,5 мл/л	24,9±1,8	27,4±1,2
5. Аром (Пол), 0,3 мл/л	45,3±1,5	40,2±3,6
6. Аром (Пол), 0,8 мл/л	26,3±3,6	34,9±3,1
7. Аром (Пол), 1,5 мл/л	23,5±1,7	30,7±3,2

Так, на 14 добу досліду нами відмічено загальну тенденцію до зниження довжини проростків овесу посівного порівняно із контролем. У варіантах 2 та 5 (з найнижчою концентрацією ароматизатора) достовірних відмінностей від контролю нами не зафіксовано, тому зниження до 10 % довжини не можна вважати дією саме ароматизатора. Починаючи з концентрації 0,8 мл/л та 1,5 мл/л зафіксоване суттєве зниження довжин. Для ароматизатора виробництва України найсильніше гальмування відмічено для концентрації 1,5 мл/л, що підтверджує літературні дані щодо можливого токсичного ефекту ароматизаторів на живий організм у тривалій динаміці. Безумовно, таке зниження довжини можна пояснити і впливом хімічних домішок під час проростання рослин після 10 доби експерименту. Водночас, суттєве зниження довжини проростків (24,9±1,8 та 23,5±1,7 відповідно) та коренів (27,4±1,2 та

30,7±3,2 відповідно) порівняно із контролем (55,6±3,8 і 42,7±2,2 відповідно) очевидно свідчить щодо загальної токсичної дії ароматизатора «Фундук» на дослідні рослини. Достовірної відмінності у довжинах між виробниками нами не зафіксовано, тому ймовірно причиною такого зниження є саме негативний вплив ароматизатора незалежно від складу.

## ВИСНОВКИ

1. Визначення показників енергії проростання та потенційної схожості насіння овесу посівного виявило достовірне зниження енергії проростання та схожості за умови застосування ароматизаторів смаку «Фундук» українського та польського виробництва порівняно із контролем.
2. Аналіз потенційної схожості насіння показав відмінності дослідних зразків від контролю до 20 % у ароматизаторі Україна та 30 % – Польща. Водночас, для концентрації 1,5 мл/л обох виробників проростання відбулося на 6 добу, що свідчить про негативну токсичну дію даної концентрації.
3. Дослідження довжини проростків та кореня овесу посівного на 7 та 14 добу експерименту показало динамічне гальмування росту усіх варіантів порівняно із контролем, але у іноземного виробника цей показник був вищим, що дає підстави припустити недоброчесність компанії та перевищення допустимих доз компонентів.
4. Зафіксовані значення довжини проростків та кореня опосередковано підтверджують безпечність концентрації ароматизатора, яку пропонують виробники (0,5 – 0,7 мл/л). Перевищення дози (до 1,5 мл/л) очевидно веде до негативних змін перебігу фізіолого-біохімічних реакцій і може нести небезпеку під час тривалого вживання.

## Список використаних джерел

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.
2. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P.: Food Chemistry. 4th revised and extended edn, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
3. Caballero B. (ed.). Guide to nutritional supplements. – Kidlington, Oxford: Elsevier Ltd., 2009. –565 p.
4. Velisek J. The Chemistry of Food. – Wiley-Blackwell, 2014. – 1124 p.
5. Koroch A.R., Juliani H.R., Zygadlo J.A. Bioactivity of essential oils and components // Flavour and Fragrances. Ed.R.G.Berger. New York: Springer, 2007. P. 87–115.
6. Stuart G. R. Deterpenation of Brazilian orange peel oil by vacuum distillation / G.R. Stuart, D. Lopes, J. V. Oliveira // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2021. – Т. 78. – № 10. – С. 1041–1044.
7. .Carocho, M., Barreiro, M. F., Morales, P., Ferreira, I. C. (2014). Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(4), 377-399. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
8. Ryzhkova, T.M. (2018).[Development of scientific bases for the effective use of goat milk in biotechnologies of fermented protein products]. Kyiv: Kyiv politekhnichnui institut imeni Igorya Sikorskogo.
9. Hrek, O.V., Polishchuk, H.YE., Onopriyko, O.O. (2011). Tekhnolohiya produktiv zi znezhyrenoho moloka, molochnoyi syrovatky i maslyanky: navch. posib. [Technology of skimmed milk, whey and butter products]. Kyiv: National University of Food Technology.
10. Ba, H., Hwang, I., Jeong, D., Touseef, A. (2012). Principle of Meat Aroma Flavors and Future Prospect. Latest Research into Quality Control. DOI: 10.5772/51110.
11. Lotfy, S. N., Fadel, H. H., El-Ghorab, A. H., & Shaheen, M. S. (2015). Stability of encapsulated beef-like flavourings prepared from enzymatically

- hydrolysed mushroom proteins with other precursors under conventional and microwave heating. Food chemistry, 187, 7–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.027>.
12. Arce A. Essential oil terpenes by extraction using organic solvents or ionic liquids A. Arce // AIChE journal. – 2016. – T. 52 – № 6. – C. 2089-2097.
  13. Lago S. Improved concentration of citrus essential oil by solvent extraction with acetate ionic liquids S. Lago // Fluid Phase Equilibria. – 2024. – T. 361. – C. 37–44.
  14. Gironi F. Continuous countercurrent dewatering of lemon essential oil by means of supercritical carbon dioxide: Experimental data and process modelling F. Gironi, M. Maschietti // Chemical Engineering Science. – 2018. – T. 63. – №. 3. – C. 651–661.
  15. Hu Z. Fractionation of Ligusticum Chuanxiong by Adsorption in Supercritical Carbon Dioxide / Z. Hu // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2022. – T. 51. – № 44. – C. 144-155.
  16. Isolation of (-)-Patchouli Alcohol from Patchouli Oil by Fractional Distillation and Crystallization. / Su Z. Q., Wu X. L., Bao M. J. [et al.] // Tropical Journal of Pharmaceutical Research. – 2024. № 13. – P. 359–363.
  17. Fractionation of thym *Thymus vulgaris* by supercritical fluid extraction and chromatography / García-Risco M. R. et al. // The Journal of Supercritical Fluids. – 2021. – T. 55. – №. 3. – C. 949–954.
  18. Differential recovery of terpene hydrocarbons and oxygenated compounds from condensates containing essential oil discharged during concentration of citrus juices using a ceramic membrane / Sakamoto K. et al. // Food Science and Technology Research. – 2023. – T. 9. – №. 1. – C. 11–16.
  19. Combination of supercritical CO<sub>2</sub> and vacuum distillation for the fractionation of bergamot oil / Fang T. et al. // Journal of agricultural and food chemistry. – 2024. – T. 52. – №. 16. – C. 516–529.

20. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Coriandrum sativum* / Matasyoh, J.C., Maiyo, Z.C., Ngure, R.M. [et al.] // *Food Chem.* – 2019. – Т. 113. – Р. 526–529.
21. Арсеньева, Л. Ю. Харчові та дієтичні добавки: Конспект лекцій для студ. / Л. Ю. Арсеньева. – К.: НУХТ, 2011. – 71 с.
22. Ідентифікація компонентів ефірних олій в режимі препаративного виділення / Н.Е. Фролова, В.О.Усенко, І.М. Мацко // *Харчова промисловість.* – 2005. – №4. – С. 79–82.
23. Фролова Н.Е., Чепель Н.В., Усенко В.О. Отримання натурального ароматизатора з ефірної олії кропу як функціональної складової продуктів оздоровчого спрямування / *Наукові праці НУХТ*, 2006. — № 18. — С. 40-42.
24. Фролова Н.Е., Усатюк С.І., Усенко В.О., Мацко І.М. Розроблення методики визначення температур кипіння летких ароматичних компонентів ефірних олій / *Харчова і переробна промисловість.* — 2006. — № 12. — С. 42
25. Харчова хімія: Навчальний посіб./ В.В. Євлаш, О.І. Торяник, В.О. Коваленко та ін. – Х.: Світ книги, 2012. – 504 с. \
26. Харчові та дієтичні добавки: методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт / уклад. В.В. Соколенко, Болгова Н.В., - Суми: СНАУ, 2022. – 114 с.
27. «Нутріціологія: історія, якість, технологія, харчові добавки» [Електронний ресурс], навчальний посібник/укл. С.Д. Мельничук, М.М. Самілик, Болгова Н.В., Цигура В.В. – Суми: СНАУ 2020 р. – с.200
28. Харчові та дієтичні добавки, прянощі та приправи у продукції ресторанного господарства : підручник / В. Ф. Доценко, Л. Ю. Арсеньева, Н. П. Бондар та ін. ; за ред. В. Ф. Доценка ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2014. – 379 с.
29. Харчова біотехнологія [Текст]: підручник / Т. П. Пирог [та ін.]. ; НУХТ. - Київ: Вид-во Ліра-К, 2019. - 408 с.

- 30.Іванова В. Д. Технологія природних вітамінів : навчальний посібник / В. Д. Іванова, Г. О. Сімахіна ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2016. – 343 с
- 31.Пат. № 19438 Україна, МПК7 C10G 7/00, B01D 3/14. Малогабаритна пересувна установка для фракційної перегонки вуглеводневих конденсатів. / Гориславець С.П., Ільєнко Б. К., Левченко В.П., опубл. 25.12.1997.
- 32.Пат. №18131 Україна, МПК7 C11 B1/10, C11 B9/02. Спосіб отримання натуральних ароматизаторів «Коріандровий аромат» / Усенко В.О., Фролова Н.Е., Чепель Н.В.;замовник і патентовласник Націон. унів.-т харч. техн. – № 200606053; заявл.01.06.2006; опубл.16.10.2006, Бюл. №10.
- 33.Пат. № 93835 Україна, МПК C12 G3/00/ Горілка особлива «Капітан» / Українець А.І., Фролова Н.Е., Чепель Н.В., Усенко В.О.; замовник і патентовласник Націон. унів.-т харч. техн. –. № 201005991; заявл. 18.05.2010, опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1