

УДК 66.095.252.4:577.115.3
DOI: 10.31866/2616-7468.1.2018.147410

ТЕХНОЛОГІЯ НАТУРАЛЬНОГО АРОМАТИЗАТОРА GLV ІЗ ПОХІДНИХ ВИЩИХ НЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ

Галина Дубова,
кандидат технічних наук,
ВНЗ «Укоопспілки» Полтавський
університет економіки і торгівлі,
Полтава, Україна,
hdubova16@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8652-6710>
© Дубова Г. С., 2018

Олена Ліфіренко,
Київський університет культури,
Київ, Україна,
2012lena2012@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-0694-1832>
© Ліфіренко Г. С., 2018

Актуальність. Розв'язання проблеми високого виходу натуральних ароматичних речовин для галузі ресторанного господарства. **Мета досліджень** – розроблення технології утворення природних ароматизаторів із високим виходом GLV компонентів та імітацією природних умов їх формування. **Методи** – хімічні, гістологічні, які розкривають оптимальні умови реакції між вищими ненасиченими жирними кислотами, їх похідними та ферментами. **Результат** статті полягає у встановленні закономірностей для імітації природних процесів утворення аромату у закладах ресторанного господарства, а саме між швидкістю утворення ароматичних речовин та площею поверхні контакту між вищими ненасиченими жирними кислотами, їх похідними, ферментами. **Висновки та обговорення:** визначені умови утворення природних ароматизаторів із високим виходом GLV компонентів. Встановлено, що реакції утворення ароматичних компонентів GLV відбуваються при використанні вільних вищих ненасичених жирних кислот та бобів сої. Ферменти, які містяться у бобах сої, здатні до реакцій утворення аромату, подібних до природних реакцій, вони не потребують попереднього очищення, їх активність є достатньою. Розроблена відповідна технологія, згідно з якою компоненти рецептури піддають диспергуванню або застосовують поверхнево-активні речовини з метою збільшення площі поверхні контакту між компонентами реакцій та підвищення виходу ароматичних компонентів.

Ключові слова: ароматизатор, гідроперекиси, технологія, швидкість реакцій, ферменти.

Актуальність проблеми

Постановка проблеми. Розроблення конкурентоздатної продукції оздоровчого і профілактичного спрямування, створення критеріїв її оцінювання та визначення базових установ і закладів для її реалізації є актуальним питанням харчової промисловості України (Бомба, & Івашків, 2013). Для покращення здоров'я населення в закладах ресторанного господарства з усього наявного асортименту БАДів недостатньо використовують так звані продукти XXI ст.: проростки (зернових, бобових, горіхів, насіння), добавки зі стевії, спіруліни, мед, квітковий пиллок, а також кріопорошки. Такий стан пов'язаний із кількома причинами, одна з яких – збіднений органолептичний профіль корисної харчової продукції.

При проектуванні багатоконпонентних харчових продуктів значну роль відіграє можливість моделювання споживчих характеристик готових виробів, прогнозування їх біологічної безпеки, якості та функціонально-технологічних властивостей з урахуванням явища синергізму (Пересічний, Карпенко, & Пе-

ресічна, 2011). Тому питання ароматизації продуктів оздоровчої дії з використанням нових інгредієнтів, формування їх споживчих характеристик потребує інноваційного підходу. Незважаючи на великий асортимент харчових ароматизаторів, технології удосконалення процесів ароматизації харчової продукції постійно розвиваються. Інноваційним вирішенням цього питання, на нашу думку, є спроба імітації природних процесів утворення аромату.

Стан вивчення проблеми. Green Leaf Volatile (GLV) – найцінніший клас аромату, зазвичай продається як природний для харчової промисловості, але великі масштаби його синтезу залишаються проблемою для виробників ароматизаторів. Аромат GLV (летких речовин зеленого листа) є загальною назвою для насичених і ненасичених шести-дев'ятивуглецевих альдегідів, спиртів і складних ефірів. Багато з цих летких з'єднань використовуються в ароматизації харчових продуктів для надання свіжих зелених нот (King, 2006). Утворення з'єднань, відомих як GLV, здійснюється в результаті реакцій, викликаних порушеннями клітинної мембрани рослин. Були розроблені теоретичні основи біокаталітичного виробництва ароматизаторів GLV профілю для задоволення високого попиту в цих натуральних ароматах (Gigot, Ongena, Fauconnier, Wathélet, Du Jardin, & Thonart, 2010).

Стан вивчення проблеми. Існує ферментативний шлях утворення GLV, який називається ліпоксигеназний, а механізм його є широко вивченим у рослинному світі (Reinecessius, 2005). Роботи, в яких описаний природний шлях утворення GLV, належать Тарчевському І. А. (1999), Мацуї К. (2001), Гречкіну А. Н. (1999), Покотило І. В. (2015).

Комбінована дія трьох типів ферментів – ліпази, ліпоксигеназ (LOXs) та гідропероксидліаз (HPLs) – перетворює ліпідні прекурсори, такі як C18:2 та C18:3 жирні кислоти, на коротколанцюгові леткі речовини. Тому існує перспектива для рослинних олій щодо природного формування GLV профілю з них. Під час біоконверсії рослинні олії на першому етапі перетворюються ліпазами на вільні ненасичені жирні кислоти (НЖК), на другому етапі ці вільні НЖК перетворюються LOXs на гідроперекиси (НРО), які є похідними вищих НЖК. Останній етап полягає у перетворенні похідних у GLV за допомогою HPLs на комплекс ароматичних компонентів, основними серед яких є C₆-C₉ альдегіди. Існуюча технологія перетворення похідних вищих НЖК на ароматичні компоненти на сучасному етапі має суттєвий недолік, який полягає у низькому виході GLV через нестабільність HPLs внаслідок інгібування ферментів HPLs похідними та кінцевими продуктами реакції (Reinecessius, 2005).

Невирішені питання. Проблема нестабільності HPLs була вирішена лише частково для синтезу ароматичного компонента GLV – (2E)-гексаналю. Після багатообіцяючого попереднього дослідження була розроблена ефективна біокаталітична реакція для синтезу (2E)-гексаналю у великих масштабах. Похідні вищих НЖК, а саме 13-гідроперекиси були успішно перетворені HPLs, екстрагованих із листя цукрових буряків (Gigot et al., 2012). У роботі М. Горгорі показаний ефективний синтез специфічних летких C₆-C₉ сполук із використанням похідних вищих НЖК: 13- або 9-гідропероксидів жирних кислот (Gargouri, Akacha, Kotti, & Rejeb, 2008). Але низька стабільність і труднощі очищення HPLs є обмежуючим компонентом для перетворення похідних вищих ненасичених жирних кислот (ВНЖК) на бажаний аромат. Таким чином, значні зусилля докладаються, щоб клонувати і виробляти цей фермент із розширеною стабільністю і діяльністю. Враховуючи те, що ферменти HPLs широко розповсюджені в рослинах – томатному листі і плодах, гороху, огірках, плодах болгарського перцю, мигдалі, сої, – нами

розглянуті умови і технологія використання доступних джерел ароматоутворюючих ферментів для ВНЖК. За основу прийнятий механізм утворення GLV у природному середовищі.

Мета і методи дослідження

Основною *метою досліджень* було розроблення технології утворення природних ароматизаторів із високим виходом GLV компонентів з імітацією природних умов їх формування.

Методологічною основою дослідження є використання висушених бобів сої, насіння льону із вмістом ВНЖК 35 % Полтавського регіону, 70 % вільні ВНЖК «Біол» ТОВ «Науково-виробнича фірма «Стар Трейд Компані Україна» (м. Дніпро), які складаються з олеїнової, лінолевої, ліноленої кислот, розчин каротину в олії «Аскол» ПрАТ «Технолог», яєчний білок.

Підготовка бобів: попередня обробка сухих бобів полягає у виконанні початкових операцій (боби сої промивають, інспектують, видаляють неістівні частини), замочуванні у воді протягом 24–36 годин при температурі води 4–16°C, співвідношенні боби : вода від 1 : 7 до 1 : 10 (після максимального набрякання бобів та збільшення у об'ємі зайву воду зливають), їх наступному подрібненні до розмірів частинок $3,5 \pm 1$ мм.

Підготовка ПАР: яєчний білок збивали у побутовому міксері до стану стійкої піни.

Кількість C₆-C₉ альдегідів визначали за розробленою методикою, яка дозволяє встановити за допомогою реагенту 2,4-дінітрофенілгідразину карбонільні сполуки в модельних розчинах та реальних об'єктах фотоколориметричним методом із довжиною світлових хвиль 390–490 нм (Zhuang, Hildebrand, Andersen, & Hamilton-Kemp, 1991).

Обладнання: побутовий блендер фірми Philips, лабораторний диспергуючий пристрій із феромагнітними частинками. Гістологічні методи дослідження проводили на біокулярному мікроскопі Micromed XS-4130 із пакетом програм для візуалізації на комп'ютері. Досліди проводили у трикратній повторності.

Результати дослідження

У роботі Чжуан Х. показано, що лист сої містить одночасно ферменти LOXs / HPLs, активність яких змінюється у міру розвитку листа, але вони постійно присутні і діють одночасно (Zhuang, Hamilton-Kemp, Andersen, & Hildebrand, 1992). Також ці результати досліджень стосуються і бобів сої (Zhuang, Hamilton-Kemp, Andersen, & Hildebrand, 1992), (Gardner, Weisleder, & Plattner, 1991). Під час досліджень процесу формування ароматичних сполук зазвичай використовують гомогенати із сухих ліофілізованих бобів сої (Дубова, & Овчиннікова, 2015), але для галузі ресторанного господарства нами розглянута можливість застосування висушених бобів після їх попередньої обробки. Для розробки технології натурального ароматизатора необхідно було пересвідчитись у наступному:

одночасне використання ферментів LOX, HPL, присутніх у бобах сої, відповідає умовам для утворення аромату GLV профілю;

різне співвідношення похідних вищих НЖК та LOX / HPL призводить до продукування органолептично відчутного GLV профілю незалежно від того, який фермент більш активний;

комплекс ферментів LOX / HPL у природному неочищеному вигляді придатний для реакцій з утворення GLV ароматів.

З цією метою використовували різні умови утворення ароматичних речовин у суміші «підготовлені боби сої – вільні ВНЖК», а саме:

а) змішували у лабораторному диспергуючому пристрої з феромагнітними частинками підготовлені боби сої, вільні ВНЖК, воду у співвідношенні боби : ВНЖК : вода як 10 : 2 : 20 відповідно при температурі води 4–18°C протягом 8 хвилин;

б) змішували у побутовому блендері підготовлені боби з подрібненим насінням льону, водою у співвідношенні боби : льон : вода як 10 : 7 : 20 відповідно при температурі води 4–18°C протягом 8 хвилин;

в) змішували у побутовому блендері підготовлені боби з вільними ВНЖК, водою у співвідношенні боби : ВНЖК : вода як 10 : 2 : 20 відповідно при температурі води 4–18°C протягом 8 хвилин.

Визначали кількість C_6 - C_9 альдегідів у суміші після диспергування, тобто при посиленому фізичному впливі (рис. 1а), зі зменшеною концентрацією ВНЖК, тобто при використанні льону замість вільних ВНЖК (рис. 1б), за звичайними умовами, тобто при помірному фізичному впливі на суміш «підготовлені боби сої – вільні ВНЖК» (рис. 1в), наводили усереднені значення.

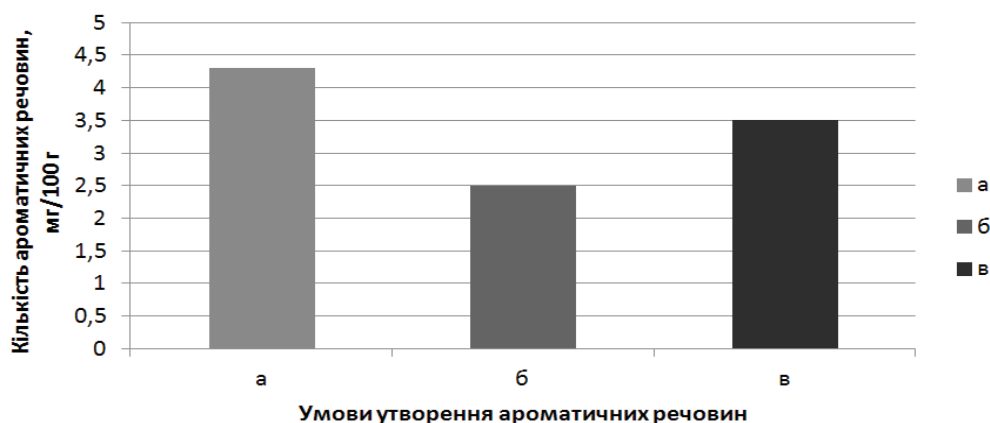


Рис. 1. Кількість ароматичних речовин у модельних сумішах (усереднені значення)

Fig. 1. Amount of aromatics in model blends (averaging values)

Проведені дослідження дозволяють констатувати, що:

- ферменти LOX, HPL, присутні у бобах сої, діють одночасно за принципом «каскадних реакцій» з утворенням у модельних сумішах 2,5–4,3 мг/100 г C_6 - C_9 альдегідів (рис. 1а-в);
- комплекс ферментів LOX / HPL у природному неочищеному вигляді бере участь у реакціях утворення C_6 - C_9 альдегідів у різній кількості (рис. 1а-в);
- різне співвідношення похідних вищих НЖК та LOX / HPL призводить до продукування органолептично відчутного GLV профілю незалежно від того, який фермент більш активний: при зменшенні концентрації ВНЖК утворюються C_6 - C_9 альдегідів у кількості 2,5 мг/100 г (рис. 1в).

Збільшення кількості альдегідів при посиленому фізичному впливі (рис. 1а) ми пояснюємо прискоренням швидкості реакцій, яке відбувається при зміні площі поверхні контакту між ферментами та ВНЖК. Порівняння швидкості реакцій здійснювали шляхом використання індикатора – розчину каротиноїдів. Відомо, що LOXs знебарвлюють природні пігменти, які використовують у технології відбілювання хліба та ін. Із підвищенням активності LOXs, збільшенням концентрації цих ферментів швидкість та якість знебарвлення пігментів збільшується (Damodaran, & Parkin, 2008).

Різницю у дії ферментів LOXs встановлювали з метою вибору оптимальних технологічних параметрів оброблення підготовлених бобів сої для максимального виходу GLV. Модельні суміші «підготовлені боби сої – вільні ВНЖК» готували трьома способами, як зазначено вище (а, б, в). Змішування підготовлених бобів сої з ВНЖК здійснювали у присутності розчину каротину в олії «Аскол», оцінювали забарвлення зразків після 30 хв. по завершенню процесу змішування (табл. 1). Модельні суміші готували у двох варіантах, в один з яких додавали підготовлений розчин поверхнево-активних речовин (ПАР) у кількості 20 % до маси суміші, а інший використовували без ПАР.

Табл. 1. Забарвлення модельних зразків із розчином каротиноїдів
 Tabl.1. Coloring of model samples with solution of carotenoids

Найменування зразка	Опис кольору	
	За відсутності ПАР	Із застосуванням ПАР
При посиленому фізичному впливі (а)	Соеве «молоко» з ледь помітним жовтуватим відтінком	Білий колір соєвого «молока»
При зменшенні концентрації ВНЖК (б)	Жовтий насичений	Світло-жовтий відтінок
При помірному фізичному впливі (в)	Помірно жовте забарвлення	Світло-жовтий відтінок

Зміна забарвлення модельних зразків із розчином каротиноїдів дозволяє встановити наявність закономірностей між посиленою дією ферментів та площею поверхні контакту між реагентами. Найбільше знебарвлення суміші «підготовлені боби сої – вільні ВНЖК» відбулося при диспергуванні. Одночасно, за відсутності диспергування, знебарвлення посилювалося при застосуванні ПАР, що також свідчить про закономірність між активною дією ферментів та площею поверхні контакту між реагентами. За відсутності ПАР і при помірному фізичному впливі у модельних зразках було присутнє жовте забарвлення як наслідок мінімальної дії ферментів. Наведені результати цілком зіставляються з результатами виходу кількості ароматичних речовин (рис. 1) та свідчать про доцільність збільшення площі поверхні контакту між реагентами у технології утворення природних ароматизаторів із високим виходом GLV компонентів. Встановлена закономірність доведена нами результатами проведеного гістологічного аналізу: жирові кульки ВНЖК утворюють різну площу поверхні залежно від способу змішування та розподіляються по-різному (рис. 2).

При помірному фізичному впливі – змішуванні у побутовому блендері – жирові кульки розподілені суцільним шаром на поверхні суміші (рис. 2а), при інтен-

сивному фізичному впливі – тонким несущільним шаром (рис. 2б). Збільшення площі поверхні контакту при диспергуванні у лабораторному пристрої відбувається унаслідок зменшення розміру кульок ВНЖК та їх розсіяного розподілу у суміші (рис. 2б). Аналогічні зображення розподілу жирових кульок вільних ВНЖК отримані за відсутності ПАР (зменшується площа поверхні контакту) або за наявності ПАР (збільшується площа поверхні контакту) у модельних сумішах. Ураховуючи наведені закономірності, вважаємо необхідним запропонувати технологічну операцію диспергування або внесення ПАР під час промислового виробництва ароматизаторів GLV профілю з метою збільшення виходу ароматичних речовин.

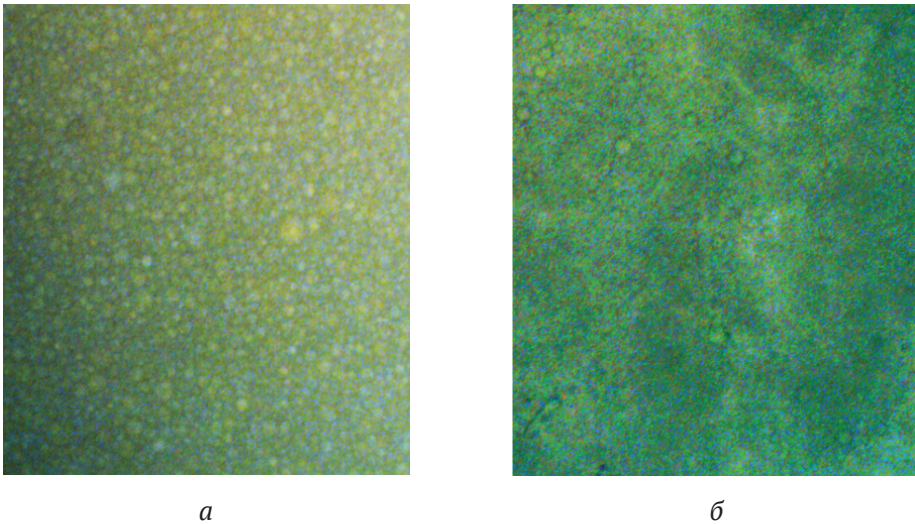


Рис. 2. Інтенсивність розподілу жирових кульок вільних ВНЖК на площі поверхні модельної суміші: *а* – у блендері, *б* – диспергування

Fig. 2. Intensity of distribution of fat balls of free NLPs on the surface area of the model mixture: *a*) in blender, *b*) – dispersion

Аромати GLV профілю за розробленим способом можуть бути використані у процесі виробництва будь-якої харчової продукції за відсутності безпосереднього відокремлення ароматичних компонентів від суміші або з відокремленням дистиляцією. Технологічний процес виробництва натуральних ароматизаторів із GLV ароматом здійснюється у наступній послідовності: підготовка бобів, внесення компонентів за рецептурою (табл. 2), диспергування суміші «підготовлені боби – вільні ВНЖК», у водному середовищі, видаленні осаду фільтруванням, відокремлення аромату з фільтрату шляхом вакуумної перегонки або безпосереднє використання з метою ароматизації харчової продукції.

Альдегіди та кетони, що утворюються внаслідок реакцій між прекурсорами (вільними ВНЖК) та ферментами соєвих бобів, перетворюються на відповідні спирти, які переважно характеризуються вищим порогом виявлення і більш насиченим запахом, ніж початкові карбонільні сполуки. Крім того, присутні також цис-транс-ізомерази перетворюють цис-зв'язки альдегідів на транс-зв'язки, і внаслідок цих структурних змін покращується запах альдегідів (Damodaran, & Parkin, 2008).

Табл. 2. Норма витрат сировини та матеріалів для виробництва ароматизаторів
Tabl. 2. The rate of consumption of raw materials and materials for the production of flavors

№ з/п	Назва сировини	Норма витрат, г	
1	Боби сої підготовлені	5	50
2	Вільні ВНЖК	1	10
3	ПАР	2	20
4	Вода для замочування бобів	50	350
5	Вода для диспергування	20	150
	Вихід дистиляту	–	70
	Вихід ароматизатору	50	–

Тому нами запропоновано використання GLV ароматизаторів у ресторанному господарстві для покращення органолептичного профілю страв оздоровчої дії, дієтичного напрямку, а саме у рецептурах із відвареними овочами, приготованих на парі, або з використанням спіруліни, проростків, морських водоростей, кріо-порошків.

Висновки та обговорення результатів

За результатами досліджень були визначені умови для утворення природних GLV із високим виходом насичених і ненасичених шести-дев'ятивуглецевих альдегідів. Особливістю цих умов є застосування вільних ВНЖК та бобів сої як основних компонентів реакцій утворення ароматичних компонентів. Ферменти, які містяться у бобах сої, здатні до реакцій утворення аромату, подібних до природних реакцій, вони не потребують попереднього очищення, їх активність є достатньою. Розроблена відповідна технологія, згідно з якою компоненти рецептури піддають диспергуванню з метою збільшення площі поверхні контакту між компонентами реакцій або застосовують ПАР.

Перспективи подальших розробок у цьому напрямку полягають у подальшому виявленні можливостей імітації природних процесів утворення аромату з метою їх використання у галузі ресторанного бізнесу. Удосконалення технології виробництва вільних ВНЖК дозволить більш широко представити асортимент ароматизаторів, утворених за якісно новою технологією.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Бомба, М.Я., & Івашків, Л.Я. (2013). Здорове харчування як стратегічний ресурс національної безпеки України. *Вісник НАН України*, 6, 32-41.
- Гречкин, А.Н., & Тарчевский, И.А. (1999). Липоксигеназная сигнальная система. *Физиология растений*, 46 (1), 132-142.
- Дубова, Г.Є., & Овчиннікова, С.О. (2015). Патент на винахід № 110149 Україна, МПК А23L 1/025. Полтава: ПУЕТ.
- Пересічний, М.І., Карпенко, П.О., & Пересічна, С.М. (2011). Концепція організації харчування студентів. *Проблеми старения и долголетия*, 20 (2), 177-188.

- Покотило, И.В., Колесников, Я.С., Деревянчук, М.В., Харитоненко, А.И., & Кравец, В.С. (2015). Липоксигеназы и регуляция метаболизма клеток растений. *The Ukrainian Biochemical Journal*, 87 (2), 41-55.
- Тарчевский, И.А. (1996). Процессы деградации у растений. *Соросовский образовательный журнал*, 6, 13-19.
- Damodaran, S., & Parkin, K.L. (Eds.). (2008). *Fennema's food chemistry*. (Vol. 4). Boca Raton, FL: CRC press.
- Gardner, H.W., Weisleder, D., & Plattner, R.D. (1991). Hydroperoxide lyase and other hydroperoxide-metabolizing activity in tissues of soybean, *Glycine max*. *Plant physiology*, 97 (3), 1059-1072.
- Gargouri, M., Akacha, N.B., Kotti, F., & Rejeb, I.B. (2008). Voie de la lipoxygénase: valorisation d'huiles végétales et biosynthèse de saveurs. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 12 (2), 185-202.
- Gigot, C., Ongena, M., Fauconnier, M.L., Wathelet, J.P., Du Jardin, P., & Thonart, P. (2010). The lipoxygenase metabolic pathway in plants: potential for industrial production of natural green leaf volatiles. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14 (3), 451-460.
- Gigot, C., Ongena, M., Fauconnier, M.L., Muhovski, Y., Wathelet, J.P., & Thonart, P. (2012). Optimization and scaling up of a biotechnological synthesis of natural green leaf volatiles using *Beta vulgaris* hydroperoxide lyase. *Process biochemistry*, 47 (12), 2547-2551.
- King, B.M. (2006). Orthonasal and retronasal perception of some green leaf volatiles used in beverage flavors. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54, 7, 2664-2670.
- Matsui, K., Fukutomi, S., Wilkinson, J., Hiatt, B., Knauf, V., & Kajwara, T. (2001). Effect of overexpression of fatty acid 9-hydroperoxide lyase in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Journal of agricultural and food chemistry*, 49 (11), 5418-5424.
- Reineccius, G. (2005). *Flavor chemistry and technology*. Boca Raton, FL: CRC press.
- Zhuang, H., Hildebrand, D.F., Andersen, R.A., & Hamilton-Kemp, T.R. (1991). Effects of polyunsaturated free fatty acids and esterified linoleoyl derivatives on oxygen consumption and C6-aldehyde formation with soybean seed homogenates. *Journal of agricultural and food chemistry*, 39 (8), 1357-1364.
- Zhuang, H., Hamilton-Kemp, T.R., Andersen, R.A., & Hildebrand, D.F. (1992). Developmental change in C6-aldehyde formation by soybean leaves. *Plant physiology*, 100 (1), 80-87.

REFERENCES

- Bomba, M.Ia., & Ivashkiy, L.Ia. (2013). Zdorove kharchuvannia yak stratehichniy resurs natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Healthy food as a strategic resource of Ukraine's national security]. *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 6, 32-41 [in Ukrainian].
- Damodaran, S., & Parkin, K.L. (Eds.). (2008). *Fennema's food chemistry*. (Vol. 4). Boca Raton, FL: CRC press [in English].
- Dubova, H.Ie., & Ovchynnikova, S.O. (2015). Patent for invention № 110149 Ukraine, IPC A23L 1/025. Poltava: PUET [in Ukrainian].
- Gardner, H.W., Weisleder, D., & Plattner, R.D. (1991). Hydroperoxide lyase and other hydroperoxide-metabolizing activity in tissues of soybean, *Glycine max*. *Plant physiology*, 97 (3), 1059-1072 [in English].
- Gargouri, M., Akacha, N.B., Kotti, F., & Rejeb, I.B. (2008). Voie de la lipoxygénase: valorisation d'huiles végétales et biosynthèse de saveurs. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 12 (2), 185-202 [in English].
- Gigot, C., Ongena, M., Fauconnier, M.L., Wathelet, J.P., Du Jardin, P., & Thonart, P. (2010). The lipoxygenase metabolic pathway in plants: potential for industrial production

- of natural green leaf volatiles. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14 (3), 451-460 [in English].
- Gigot, C., Ongena, M., Fauconnier, M.L., Muhovski, Y., Wathélet, J.P., & Thonart, P. (2012). Optimization and scaling up of a biotechnological synthesis of natural green leaf volatiles using *Beta vulgaris* hydroperoxide lyase. *Process biochemistry*, 47 (12), 2547-2551 [in English].
- Grechkin A.N., & Tarchevskiy I.A. (1999). Lipoksigenaznaya signalnaya sistema [Lipoxygenase signaling system]. *Fiziologiya rasteniy*, 46 (1), 132-142 [in Russian].
- King, B.M. (2006). Orthonasal and retronasal perception of some green leaf volatiles used in beverage flavors. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (7), 2664-2670 [in English].
- Matsui, K., Fukutomi, S., Wilkinson, J., Hiatt, B., Knauf, V., & Kajwara, T. (2001). Effect of overexpression of fatty acid 9-hydroperoxide lyase in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Journal of agricultural and food chemistry*, 49 (11), 5418-5424 [in English].
- Peresichnyi, M.I., Karpenko, P.O., & Peresichna, S.M. (2011). Kontsepsiia orhanizatsii kharchuvannia studentiv [The concept of nutrition for students]. *Problemyi starenia i dolgoletiya*, 20 (2), 177-188 [in Ukrainian].
- Pokotilo, I.V., Kolesnikov, Ya.S., Derevyanchuk, M.V., Haritonenko, A.I., & Kravets, V.S. (2015). Lipoksigenazy i regulyatsiya metabolizma kletok rasteniy [Lipoxygenase and regulation of plant cell metabolism]. *The Ukrainian Biochemical Journal*, 87 (2), 41-55 [in Russian].
- Reineccius, G. (2005). *Flavor chemistry and technology*. Boca Raton, FL: CRC press [in English].
- Tarchevskiy, I.A. (1996). Protsessyi degradatsii u rasteniy [Plant degradation processes]. *Sorosovskiy obrazovatelnyy zhurnal*, 6, 13-19 [in Russian].
- Zhuang, H., Hildebrand, D.F., Andersen, R.A., & Hamilton-Kemp, T.R. (1991). Effects of polyunsaturated free fatty acids and esterified linoleoyl derivatives on oxygen consumption and C6-aldehyde formation with soybean seed homogenates. *Journal of agricultural and food chemistry*, 39 (8), 1357-1364 [in English].
- Zhuang, H., Hamilton-Kemp, T.R., Andersen, R.A., & Hildebrand, D.F. (1992). Developmental change in C6-aldehyde formation by soybean leaves. *Plant physiology*, 100 (1), 80-87 [in English].

УДК 66.095.252.4:577.115.3

Галина Дубова,
кандидат технических наук,
ВУЗ «Укоопсоюза»
Полтавский университет экономики и торговли,
Полтава, Украина,
hdubova16@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8652-6710>

Елена Лифиренко,
преподаватель,
Киевский университет культуры,
Киев, Украина,
2012lena2012@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-0694-1832>

ТЕХНОЛОГИЯ НАТУРАЛЬНОГО АРОМАТИЗАТОРА GLV ИЗ ПРОИЗВОДНЫХ ВЫСШИХ НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Актуальность исследования заключается в решении проблемы высокого выхода натуральных ароматических веществ для ресторанного хозяйства. **Цель исследований** – разработка технологии образования природных ароматизаторов с высоким выходом GLV компонентов с имитацией природных условий их формирования. **Методы** – химические, гистологические, раскрывающие оптимальные условия реакции между высшими ненасыщенными жирными кислотами, их производными и ферментами. **Научная новизна** статьи заключается в установлении закономерностей для имитации природных процессов образования аромата в заведениях ресторанного хозяйства, а именно между скоростью образования ароматических веществ и площадью поверхности контакта между высшими ненасыщенными жирными кислотами, их производными, ферментами. **Выводы:** определены условия образования природных ароматизаторов с высоким выходом GLV компонентов. Установлено, что реакции образования ароматических компонентов GLV происходят при использовании свободных высших ненасыщенных жирных кислот и бобов сои. Ферменты, содержащиеся в бобах сои, способны к реакциям образования аромата, подобным природным реакциям, они не нуждаются в предварительной очистке, их активность является достаточной. Разработана соответствующая технология, согласно которой компоненты рецептуры подвергают диспергированию или применяют поверхностно-активные вещества с целью увеличения площади поверхности контакта между компонентами реакций и повышении выхода ароматических компонентов.

Ключевые слова: ароматизатор, гидроперекиси, технология, скорость реакций, ферменты.

UDC 66.095.252.4:577.115.3

Galyna Dubova,
PhD in Technical Sciences,
"Ukoopspilka" University Poltava University
of Economics and Trade,
Poltava, Ukraine,
hdubova16@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8652-6710>

Olena Lifirenko,
lecturer,
Kyiv University of Culture,
Kyiv, Ukraine,
2012lena2012@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-0694-1832>

THE TECHNOLOGY OF NATURAL FLAVORING GLV FROM DERIVATIVES OF HIGHER UNSATURATED FATTY ACIDS

Relevance of the research is to solve the problem of high yield natural aromatics industry for the restaurant industry. **The purpose** of the research is to develop a technology for the formation of natural flavors with a high yield of GLV components and to simulate the natural conditions of their formation. **Methods** are chemical, histological, which reveal optimal reaction conditions between higher unsaturated fatty acids, their derivatives and enzymes. **The scientific novelty** of the article is to establish the laws for simulating the natural processes of aroma formation in the restaurants of the restaurant industry, namely, between the rate of formation of aromatic substances and the surface area of contact between the higher unsaturated fatty acids, their derivatives, enzymes. **Conclusions.** Conditions for the formation of natural flavors with a high yield of GLV components have been defined. It has been established that reactions of formation of aromatic components of GLV occur when using free higher unsaturated fatty acids and soybeans. Enzymes contained in soy beans are capable of aroma-forming reactions similar to natural reactions, they do not require prior purification, their activity is sufficient. An appropriate technology has been developed according to which the components of the formulation are dispersed or surface-active agents are used to increase the surface area of the contact between the components of the reactions and increase the yield of the aromatic components.

Key words: flavor, hydro peroxide, technology, reaction rate, enzymes.