



УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”-БИТОЛА  
ТЕХНОЛОШКО-ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ ВЕЛЕС



Назив на студиската програма  
**Иновативни технологии за храна и нутриционизам**

СЕНЗОРНА АНАЛИЗА НА ХУМУС ОД НАУТ ЗБОГАТЕН СО ЛАДНО ЦЕДЕНО  
МАСЛО ОД ЦРНО СЕМЕ  
докторски проект

**Кандидат**  
Елеонора Делиниколова  
Број на индекс 30

**Ментор**  
Вонр. проф. д-р Везирка Јанкулоска

## СЕНЗОРНА АНАЛИЗА НА ХУМУС ОД НАУТ ЗБОГАТЕН СО ЛАДНО ЦЕДЕНО МАСЛО ОД ЦРНО СЕМЕ

**Елеонора Делиниколова**

Технолошко-технички факултет Велес,  
Универзитет „Св. Климент Охридски“ Битола,  
Република Северна Македонија  
[eleonora.delinikolova@uklo.edu.mk](mailto:eleonora.delinikolova@uklo.edu.mk)

**Вонр.проф.д-р Везирка Јанкулошка**

Технолошко-технички факултет Велес,  
Универзитет „Св. Климент Охридски“ Битола,  
Република Северна Македонија  
[vezirka.jankuloska@uklo.edu.mk](mailto:vezirka.jankuloska@uklo.edu.mk)

### Апстракт

Зголемената свесност на потрошувачите за врската меѓу храната и здравјето, како и побарувачката за квалитетни производи поттикнуваат иновации и инспирираат позитивни промени во синџирот на снабдување со храна. Дополнително, растечкиот тренд на консумирање минимално обработена храна ги прави ладно цедените масла сè попопуларни, пред сè поради нивната висока хранлива вредност и како природни извори на антимицробни агенси и антиоксиданти.

Маслото од црно семе (црн ким) се користи уште од античко време и продолжува да се користи и во модерната ера за лекување на широк спектар на состојби и болести. Семките од црн семе имаат лут и горчлив вкус, а маслото има специфична арома кои можат да го направат производот неприфатлив, доколку се употребат во повисоки концентрации.

Со цел да се создаде функционален производ збогатен со хранливи материи, произведени се 5 примероци на хумус од наут со додаток на ладно цедено масло од црно семе (NSO), во следните проценти: XK0- контролен примерок на хумус од наут со 0% NSO, XЦ4, XЦ6, XЦ8 и XЦ12 со додаток на NSO од 4%, 6%, 8% и 12%.

На збогатените производи определена им е сензорната прифатливост како еден од најважните параметри при создавање на нов производ. Од добиените резултати при сензорното оценување, може да се констатира дека додавањето на 6% масло од црно семе во примерок XЦ6 го вброи во категорија на производи со одличен квалитет, додека, додавањето на 4%, 8% и 12% масло од црно семе во примероците XЦ4, XЦ8 и XЦ12 ги вбројува во производи со многу добар квалитет, односно сите примероци покажаа прифатливост на сензорната анализа.

**Клучни зборови:** наут, ладно цедено масло, црно семе, сензорна анализа, функционален производ.

## СОДРЖИНА

1. Вовед.....	1
2. Преглед на литература .....	2
3. Материјали и методи .....	4
3.1. Материјали .....	4
3.2. Методи .....	4
3.2.1. Производство на хумус .....	4
3.2.2. Метода за сензорна анализа .....	5
3.2.3. Определување на активитет на вода и рН.....	6
4. Резултати и дискусија.....	6
5. Заклучок .....	7
6. Користена литература .....	8

## 1. Вовед

Хумусот потекнува од Блискиот Исток и Медитеранскиот регион и претставува намаз приготвен од наут (*Cicer arietinum*), кој популарно е познат како гарбанзо грав или бенгалски грав и припаѓа на фамилијата *Fabaceae* (Валаце и сор. - Wallace et al., 2016; Метјус и сор. - Matheus et al., 2024; Ајаи и сор. - Ајау et al., 2024). Хумусот се вклопува во обрасците на здрава исхрана, вклучувајќи го медитеранскиот начин на исхрана и како дел од категориите на протеинска храна и зеленчук во водичите за исхрана во Соединетите Американски Држави (USDA – MyPlate) (Реисер и сор. - Reister et al., 2020).

Се подготвува со блендирање на варен наут со таан (паста од сусам), лук, сок од лимон, сол и маслиново масло (Ахмед и сор. - Ahmed et al., 2020; Карам и сор. - Karam et al., 2023). На пазарот постојат различни други форми кои не го следат традиционалниот рецепт за хумус и содржат уникатни состојки кои можат да го подобрат внесот на хранливи материи и да имаат придобивки во однос на основната исхрана (Валаце и сор. - Wallace et al., 2016).

Во последниве години побарувачката на хумус е зголемена поради неговите хранливи својства (Мохамед и сор. - Mohammed et al., 2021), кои вклучуваат диететски влакна, полинезаситени масни киселини, витамин А, тиамин, фолна киселина, витамин Б<sub>6</sub>, витамин Ц, витамин Е, витамин К, магнезиум, фосфор, калиум, бакар и железо, како и намален внес на додадени шеќери, вкупни масти, монезаситени масни киселини, заситени масни киселини и холестерол (Фракнфилд и Валаце, Frankenfeld & Wallace, 2020; Реистер и сор. - Reister et al., 2020).

Наутот се смета за функционална храна поради различните здравствени придобивки, вклучувајќи регулирање на нивото на холестерол, контролирање на дијабетесот, антиканцерогено дејство, помош при регулирање на телесната маса, превенцијата и лекувањето на гастроинтестиналните заболувања, дијабетес, коронарни артериски заболувања, мозочен удар и рак. Наутот има значајно пребиотско дејство со поттикнување на растот на корисни бактерии, што првенствено се должи на диететските влакна и отпорен скроб во неговиот состав (Ајаи и сор. - Ајау et al., 2024). Мастите од наут вклучуваат стероли, липиди, токофероли (фитостероли) и масни киселини како монезаситени масни киселини (MUFA), полинезаситени масни киселини (PUFA), есенцијални незаситени масни киселини: линолеинска киселина, олеинска киселина и линоленска киселина, како и заситени масни киселини како палмитинска киселина и стеаринска киселина (Ајаи и сор. - Ајау et al., 2024).

Црниот ким или црно семе (*Nigella sativa L.*) претставува едногодишна билка од фамилијата *Ranunculaceae* (Хасаниен и сор. - Hassanien et al., 2015). Семките од оваа билка се делот кој најчесто се користи поради корисните својства (Јуфри и сор. - Jufri et al., 2022). Употребата на семки од црн ким и неговото масло во храната е општо призната како безбедна (Томас и сор. - Thomas et al., 2022). Хранливата вредност и карактеристичниот вкус на семките и маслото од семето ја овозможуваат нивната употреба како прехранбени состојки во различни кујни бидејќи претставуваат изобилен извор на незаситени масни киселини, есенцијални масла, сапонини, алкалоиди, гликолипиди и витамини растворливи во масти (Гаврон и сор. - Gawron et al., 2021). Црното семе се користи уште од античко време и продолжува да се користи и во модерната ера за лекување или ублажување на широк спектар на состојби (дијабетес, бактериски и вирусни инфекции, алергии, респираторни заболувања, дигестивни нарушувања, воспалителни болести,

кардиоваскуларни заболувања и рак) бидејќи поседува антивоспалителни, антиоксидантни, антимикробни и имуномодулаторни својства (Албертс и сор. - Alberts et al., 2024).

Семето од црн ким содржи жолтеникаво испарливо масло, протеини, аминокиселини, влакна и минерали како Fe, Cu, Zn, Ca, P и Na (Мохамед и сор. - Mohammed et al., 2021), витамин B<sub>1</sub> (тиамин), B<sub>6</sub> (пиридоксин) и B<sub>3</sub> (ниацин), B<sub>2</sub> (рибофлавин), фолна киселина, алфа-токоферол (витамин E), како и бета, гама и делта форми од токоферол (Алудат и сор. - Alu'datt et al., 2024). Има содржина на масло од 36-38%, јаглехидрати, протеини, влакна, минерали, есенцијално масло (0,4%-2,5%), алкалоиди, кумарини и сапонини (Машаеки-Сардо и сор. - Mashayekhi-Sardoo et al., 2020).

Главната компонента на есенцијалното масло е тимокинон (TQ) (27,8%–57,0%) и неговите деривати, како што се карвакрол, 4-терпинеол,  $\alpha$ -пинен, тимол, т-анетол, тимохидрохинон (THQ), дитимохинон, р-цимен, сесквитерпен и неколку други соединенија од фамилијата на терпени и терпеноиди, кои имаат различни терапевтски предности (Мукхтар и сор. - Mukhtar et al., 2019, Машаеки-Сардо и сор. - Mashayekhi-Sardoo et al., 2020; Ханан и сор. - Hannan et al., 2021; Зеида и сор. - Zeyada et al., 2023). Поради широката палета на биолошки и фармаколошки својства, црното семе се вбројува меѓу најчесто користените хербални лекови (Саксена и сор. - Saxena et al., 2022).

Маслото од *Nigella sativa* е категоризирано како функционално масло, пред се поради висока содржина на омега-9 (олеинска, 15–24%) и омега-6 (линолеинска, 54-70%) масни киселини (Рахим и сор. - Rahim et al., 2022), есенцијални масни киселини, биоактивни фитостероли и токофероли (Рамадан и Вахдан, Ramadan & Wahdan, 2011). Неутралните липиди сочинуваат 93,5% од вкупната липидна фракција и се состојат од 96,0% триацилглицероли (TAGs), 2,0% слободни масни киселини (FFAs) и 1,9% диацилглицероли, додека моноацилглицеролите сочинуваат помалку од 0,1% од неутралната липидна фракција (Мазахери и сор. - Mazaheri et al., 2019). Доминантните TAGs во маслото од црно семе се главно три-линолеоил, олеоил-ди-линолеоил, палмитоилди-линолеоил, палмитоил-олеоилинолеоил и диолеоил-линолеоил (Мазахери и сор. - Mazaheri et al., 2019). Заситените масни киселини (FA) сочинуваат 22,7% -25,5% од вкупните FA, а незаситените FA сочинуваат 74,8-77,5%. Заситените FA во маслото од црно семе вклучуваат палмитинска киселина, стеаринска и миристинска киселина, додека линолна, олеинска и  $\alpha$ -линоленска киселина се најзастапени незаситени FA (Мазахери и сор. - Mazaheri et al., 2019).

## 2. Преглед на литература

Ладно цедено масло од црно семе (NSO) не вклучува процес на рафинирање и содржи повисоко ниво на липофилни фитохемикалии, вклучувајќи природни антиоксиданси и деривати на тимокинон (Лутеродт и сор. - Lutterodt et al., 2010). Поради нискиот степен на обработка, маслата кои се добиени со ладно цедење содржат компоненти кои имаат прооксидантно дејство, меѓу кои и метални јони, хлорофили и липидни пероксиди (Грајзер и сор. - Grajzer, et al, 2020). За разлика од рафинираните масла, маслата со ладно цедење често имаат повисок почетен автооксидациски потенцијал и помалку предвидлива оксидативна стабилност (Грајзер и сор. - Grajzer, et al, 2020). Стабилноста и квалитетот на растителните масла зависат од условите за одгледување и од околината, квалитетот на суровината што е подложена на пресување, начинот на добивање маслото (Џичоцки и сор. - Cichocki et al, 2023). Оксидацијата на липидите претставува една од главните промени која може да се случи за време на преработката, маркетингот и складирањето на храната (Хасаниен и сор. - Hassanien et al., 2015). Автооксидацијата е

неензимски процес во кој реактанти се незаситени масни киселини и кислородот, каде што незаситените масни киселини можат да бидат во врзана или слободна форма. Неколку различни фактори влијаат на степенот на автооксидација, вклучувајќи: составот на масни киселини, степенот на незаситеност, присуството и активноста на про- и антиоксиданси, парцијалниот притисок на кислородот, природата на површината изложена на кислородот и условите за складирање (температура, изложеност на светлина, содржина на влага, итн.) на производите кои содржат масти и масла (Цолакоглу и сор. - Colakoglu, 2006). Предноста на маслата добиени со ладно цедење во однос на рафинираните во голема мера се должи на бројот на пронајдени биоактивни супстанции кои вклучуваат антиоксиданси како што се феноли, токофероли, полифеноли и сквален, за кои е докажано дека ја забавуваат оксидацијата на липидите (Грајзер и сор. - Grajzer et al., 2020). Антиоксидативната активност на фенолните соединенија потекнува од нивниот висок редуциски потенцијал, кој им овозможуваат да дејствуваат како редуцирачки агенси (Виуда-Мартос и сор. - Viuda-Martos et al., 2011). Во анализата на Симониук и сор. (Symoniuk et al., 2022), маслото од црно семе се покажало како најотпорно на процесите на оксидација според методот на Ранцимат, главно поради високата содржина на фенолни соединенија, споредено со ладно цедени масла од тиква, коноп, ленено семе, семе од див лен, семе од репка, млечен трн, јаглика и нивни мешавини (Симониук и сор. - Symoniuk et al., 2022).

Висока отпорност на оксидација на 60 °C и 100 °C на ладно цеденото масло се должи на присуството на тимокинон,  $\alpha$ -лонгипинен, карвакрол, 4-терпинеол и изолонгифолен, кои се постабилни од другите испарливи соединенија за време на складирањето (Мазахери и сор. - Mazaheri et al., 2019). Во студијата на Киралан (Kiralan, 2013), подложено на услови за забрзана оксидација (60 °C и 100 °C), маслото од црно семе покажало висока отпорност на оксидација (Киралан -Kiralan, 2013).

Етеричното масло од *Nigella sativa* покажува различни биолошки активности, вклучувајќи антифунгални и антибактериски потенцијали, како инхибиција против различни грам-негативни и грам-позитивни бактерии, вклучително и *Penicillium*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa* (Хасаниен и сор. - Hassanien et al., 2015). Виуда-Мартос и сор. (Viuda-Martos et al., 2011) ја утврдиле ефективноста на есенцијално масло врз инхибицијата на растот на соеви од бактериски видови (*Listeria*, *Pseudomonas* и *Serratia*) кои најчесто се поврзани со расипување на храна (Виуда-Мартос и сор. - Viuda-Martos et al., 2011). NSO содржи големи количини на фенолни супстанции, како што се *p*-цимен, тимол и карвакрол, кои може да бидат одговорни за неговиот антимикробен потенцијал (Лио и сор. - Liao et al., 2020). Фенолните соединенија во семките на *Nigella sativa* дејствуваат како стабилизатори и имаат антиоксидантни и антимикробни својства, кои помагаат во зголемување на рокот на траење на храната и пијалочите (Мохамед и сор. - Mohammed et al., 2021).

Во сладоледи збогатени со нано-емулзија од NSO во неколку концентрации (0%, 3%, 5% и 10%), подобрување на сензорните атрибути било забележано во примерокот кој содржи 5% нано-емулзија од NSO (Мохамед и сор. - Mohammed et al., 2020). Јогурти збогатени со масла од *Moringa oleifera* и *Nigella sativa* покажале подобри микробиолошки својства и отсуство на штетни бактерии. Сензорната евалуација покажала дека оптималната концентрација од 4% за двете масла го подобрува вкусот и текстурата (Елшиек и Омар - Elshiekh & Omar, 2024). Додавањето на NSO во кофтиња од свинско месо, го подобрил нивниот квалитет и успешно го суспендирал процесот на оксидација, со што се зголемил рокот на траење на производите. NSO може да се користи како функционална состојка во

индустријата за свинско месо поради пријатните испарливи компоненти и пожелниот профил на масни киселини врз луѓето (Војтасик-Калиновска и сор. - Wojtasik-Kalinowska et al., 2017). Во истражувањето на антибактериските и антиоксидантните ефекти на маслото од црно семе (NSO, 1%, 2% и 3%) и црното семе во прав (NSP, 2%, 4% и 6%) како додаток на мелено овчо месо за време на ладно складирање (4 °C за 21 ден), најдобриот антибактериски ефект бил постигнат со 3% NSO (Махрос и сор. - Mahros et al., 2020). Вкупната прифатливост на мајонез со додаток на 5% NSO, во сензорната анализа била поголема од онаа на контролниот и покажал поголема оксидативна стабилност (Оздемир и сор. - Ozdemir et al., 2018). Примената на NSO во путер во различни тежински концентрации (0,05%, 0,1% и 0,2%) се покажал како ефикасен начин на спречување на нивното микробното расипување и оксидација, без употреба на синтетски конзерванси (Чакмачи и сор. - Çakmakçi et al., 2014). NSO може да се користи за подобрување на оксидативната стабилност на другите растителни масла, додадено во сончогледовото масло, била забележана подобра оксидативната стабилност на сончогледовото масло поради зголемената содржина на тимокинон и токофероли (Мазахери и сор. - Mazaheri et al., 2019). Додавањето на 10% масло од црно семе и 20% масло од оризови трици во масло од репка, ефикасно ги намалиле реакциите на оксидација во маслото (Раџинска и сор. - Rudzińska et al., 2015). NSO било вградено во колачињата со цел да се збогати нивната нутритивна вредност. Со додавање на маслото во концентрација од 6% биле направиле функционални колачиња со зголемени нутритивни и здравствени придобивки и прифатлив вкус (Борнаре и сор. - Bornare et al., 2015).

Во достапната научна литература не е утврдено влијанието од додавањето на масло од црн семе во хумус. Токму затоа, основна цел во ова истражување е креирање на нов иновативен функционален производ – намаз од наут (хумус), збогатен со додавање на 4%, 6%, 8 и 12% ладно цедено масло од црно семе. Контролната проба ни дава насоки за да се утврди влијанието на NSO врз сензорните карактеристики на хумусот. Како дел од овој пилот проект се фокусиравме на следниве цели: технолошкиот процес на производство на хумус од наут со додаток на ладно цедено масло од црн семе, сензорната прифатливост, активитет на вода и рН на ново создадениот производ.

### **3. Материјали и методи**

#### **3.1. Материјали**

За подготовка на хумусот користени се суровини: сурови зрна наут, паста од сусам (таан), хималајска сол и органски јаболков оцет, набавени од ДТПУ Аронија, Здрава храна ДООЕЛ– Биокосмос, Велес и суровини кои се комерцијално достапни на пазарот: ладно цедено маслиново масло (бренд Аенаоп, Грција) и ладно цедено масло од црно семе (Агрофила ДООЕЛ, Р.С. Македонија).

#### **3.2. Методи**

##### **3.2.1. Производство на хумус**

Хумусот од наут е подготвен во погонот за производство на ДТПУ Аронија, Здрава храна ДООЕЛ– Биокосмос, Велес. За припрема на примероците хумус беа употребени следните суровини: варени зрна од наут, паста од сусам (таан), вода во која се вареше наутот, ладно цедено маслиново масло, ладно цедено масло од црно семе во концентрација од 0% во контролниот примерок (односно контролниот примерок има само ладно цедено

маслиново масло), 4% во примерокот ХЦ4, 6% во примерокот ХЦ6, 8% во примерокот ХЦ8 и 12% во примерокот ХЦ12, органски јаболков оцет и хималајска сол.

Производството на хумус се одвиваше во неколку фази. Прво, суровите зрна наут беа покиснати во вода во времетраење од 8 часа, а потоа варени во котел во времетраење од 2,5 часа. За рецептурата се мерени варени зрна наут и вода во која се вареа зрната, а потоа и останатите состојки: јодирана розева ситна хималајска сол, органски јаболков оцет и паста од сусам (таан). Измешаните состојки беа миксирани со индустриски миксер со инка, а потоа пакувани во стаклени теглички со капак од 200 g. Пастеризацијата се одвиваше во времетраење од 30 мин., на температура од 63° до 65°C, мерено од моментот кога во внатрешноста на производот беше постигната истата температура.



**Слика 1.** Постапка на производство на хумус со додаток на ладно cedeno масло од црно семе

### 3.2.2. Метода за сензорна анализа

Сензорната анализа на примероците од хумус со додаток на ладно cedeno масло од црно семе е спроведена на првиот ден по производството во просториите на Технолошко-техничкиот факултет во Велес, Р.С. Македонија и во просториите на ДТПУ Аронија, Здрава храна ДООЕЛ– Биокосмос во Велес од страна на 27 оценувачи од различен пол, на возраст од 30 до 60 години.

Категоризацијата на општата оцена за квалитет е направена според Германскиот стандард за сензорна проценка (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft-DLG) според кој, испитуваните производи се поделени во неколку групи (табела 1), (Наков и сор. - Nakov et al., 2018).



Категорија на квалитет	Просечно пондерирана оцена
Одличен квалитет	4,5 – 5,0
Многу добар квалитет	3,5 – 4,5
Добар квалитет	2,5 – 3,5
Не ги исполнуваат барањата за квалитет	< 2,5

Табела 1: Категоризација на производите според DLG метод

Користен е системот на бодување корегирани петобален бод, според кој се оценуваше мирисот, вкусот, бојата, изгледот, текстурата, сјајноста, чувството во устата и мазивоста на примероците. Определен е коефициент на важност за секое од испитуваните својства и истите се вреднувани со оцени од 1 до 5, при што 1 е најниската оценка, а 5 е највисоката. Оцената за секое својство беше помножена со коефициентот на важност, а нивниот збир изразен во проценти (%) означува процент од максималниот квалитет. Оваа вредност поделена со збирот на коефициентот на важност ( $\Sigma=20$ ), ја дава пондерирана средна вредност, односно општа оцена на квалитетот на испитуваните примероци.

### 3.2.3. Определување на активитет на вода и pH

Активитетот на вода ( $a_w$ ), на примероците со различна концентарција на масло од црно семе (0%, 4%, 6%, 8% и 12%) е измерен на првиот ден, со уредот Amittari WA-160A, произведен од Guangzhou amittari instruments Co., Кина). Содржина од секој примерок е поставена во садот кој е даден од производителот и поставен во комората за отчитување. По отчитувањето кое трае 5 мин. на екранот од уредот се покажува измерениот активитет на вода. pH вредноста на истите примероци е мерена со уредот pH rep, (произведен од Bluelab, Нов Зеланд). Мерењето се врши со поставување на сондата од уредот во содржината од примерокот. Од дигиталниот екран од уредот се отчитува вредноста.

## 4. Резултати и дискусија

Во табела 2 се прикажани резултатите од сензорната анализа на примероците хумус (ХК0, ХЦ4, ХЦ6, ХЦ8 и ХЦ12) со додаток на масло од црно семе во концентрации од 0%, 4%, 6%, 8% и 12%. За одредување на сензорниот квалитет на примероците, оценувани се следните својства според коефициентот на важност (CV): 5 - чувство во устата, 4 – вкус, 3- мирис и изглед, 2 – текстура и мазивост и 1 – боја и сјајност. Примерокот ХЦ4 со додаток масло од црно семе во концентрација од 4%, допринесе за подобри карактеристики во однос на вкусот, бојата, изгледот, сјајноста и чувството во устата во однос на контролниот. Додека примерокт ХЦ6 со концентрацијата од 6% на масло од црно семе беше оценет со највисоки оценки за вкус, мазивост и чувство во устата 4,925, 4,750 и 4,888, соодветно. Зголемувањето на концентрацијата на маслото од 8% и 12% во примероците ХЦ8 и ХЦ12, даде пониска оценка за прифатливост во однос на контролниот примерок.

Показател на квалитет	CV	Оцена ХК0	Оцена ХЦ4	Оцена ХЦ6	Оцена ХЦ8	Оцена ХЦ12
Мирис	3	4,518	4,333	4,489	4,148	4,074
Вкус	4	4,370	4,489	4,925	4,222	3,926
Боја	1	4,407	4,489	4,444	4,000	4,037
Изглед	3	4,429	4,518	4,518	3,960	3,960
Текстура	2	4,555	4,518	4,555	3,875	3,875
Мазивост	2	4,489	4,148	4,750	4,185	4,185
Сјајност	1	4,074	4,370	4,407	3,777	3,888
Чувство во устата	5	4,370	4,555	4,888	3,852	3,852
Општа оцена	$\Sigma 20$					
Пондерирана средна оцена		4,401	4,428	4,622	4,002	3,974
% од можеен квалитет		88,02	85,48	92,44	80,04	79,48

**Табела 2:** Анализа на сензорните карактеристики на хумус со додаток на масло од црно семе во различни концентрации

Од прикажаните резултати може да се заклучи дека примерокот ХЦ6 според сензорните карактеристиките е во групата на производи со одличен квалитет и пондерирана средна оцена од 4,622, додека останатите примероци (ХК0, ХЦ4, ХЦ8 и ХЦ12) се во групата на производи со многу добар квалитет и пондерирани средни оценки од 4,401, 4,428, 4,002 и 3,974, соодветно.

Резултатите од мерењето на активитет на вода и рН на 5-те примероци хумус со различна концентрација на масло од црно семе покажаа дека сите примероци имаат  $a_w = 0,89$  и рН 5,1. Од овие вредности може да се констатира дека примероците се вбројуваат во храна со ниска киселост, бидејќи се во ранг на рН поголема од 4,6 и  $a_w$  поголема од 0,85 (FDA).  $a_w$  е параметар одговорен за стабилноста на храната, модулирајќи го микробниот одговор и одредување на типот на микроорганизми кои се среќаваат во храната. Примероците се во ранг на активитет на вода од 0.91–0.87, што ги прави подложна средина за раст на *Staphylococcus aureus* (аеробен), мувли (*Candida*, *Torulopsis*, *Hansenula* и *Micrococcus*) (Тапиа и сор.- Тапиа et al.,2020). Затоа, во понатамошните испитувања потребно е да се вклучи и микробиолошка анализа на примероците, која вклучува следење на аеробни мезофилни бактерии, квасци и мувли.

## 5. Заклучок

Маслото од црно семе нуди придобивки за здравјето, меѓутоа има улога и во подобрување на вкусот на производите, продолжувањето на рокот на траење и подобрувањето на нивната хранливата вредност, што го прави вредна компонента за иновации во секторот за функционалната храна.

Една од главните цели постигнати во овој пилот проект беше анализата на сензорните својства на хумусот збогатен со масло од црно семе, кои се потребни за развој на нов производ. Резултатите од сензорната анализа покажаа дека додавањето на масло од црно

семе во хумус е прифатливо во концентрација од 4%, 6%, 8% и 12%. Хумусот со додаток на масло од црно семе во концентрација од 6% се вбројува во група на производи со одличен квалитет и пондерирана средна оцена од 4, 622. Примероците со додаток на масло од црно семе во концентрација од 4%, 8% и 12% се во групата на производи со многу добар квалитет и пондерирани средни оцени од 4,428, 4,002 и 3,974.

Дополнително се планира да се испитува ефектот на маслото врз технолошките и биоактивни својства на хумусот, односно на оксидацијата на производот и неговата стабилност, со цел да се добијат нутритивно подобрани производи кои освен задоволителни сензорни карактеристики ќе имаат и добра севкупна прифатливост.

## 6. Користена литература

- Ahmed, J., Thomas, L., & Mulla, M. (2020). High-pressure treatment of hummus in selected packaging materials: Influence on texture, rheology, and microstructure. *Journal of Food Process Engineering*, 43(7). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13425>
- Ajay, A., Gaur, S. S., Shams, R., Dash, K. K., Mukarram, S. A., & Kovács, B. (2024). Chickpeas and gut Microbiome: Functional Food Implications for Health. *Heliyon*, 10(20), e39314. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39314>
- Alberts, A., Moldoveanu, E., Niculescu, A., & Grumezescu, A. M. (2024). Nigella sativa: A Comprehensive Review of Its Therapeutic Potential, Pharmacological Properties, and Clinical Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(24), 13410. <https://doi.org/10.3390/ijms252413410>
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Al-u'datt, D. G. F., Gammoh, S., Alkandari, S., Allafi, A., Alrosan, M., Kubow, S., & Al-Rashdan, H. K. (2024). Designing novel industrial and functional foods using the bioactive compounds from Nigella sativa L. (black cumin): Biochemical and biological prospects toward health implications. *Journal of Food Science*, 89(4), 1865–1893. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16981>
- Bornare, N. D. T., Pathan, N. J. Y., & Ahmed, N. S. T. (2015). Extraction and utilization of Nigella sativa L. oil in development of value added cookies. *International Journal of Engineering Research And*, V4(08). <https://doi.org/10.17577/ijertv4is080417>
- Çakmakçi, S., Gündoğdu, E., Dağdemir, E., & Erdoğan, Ü. (2014). Tereyağı Stabilitesi Üzerine Çörekotu (Nigella sativa L.) Uçucu Yağı Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2013.10550>
- Cichocki, W., Kmiecik, D., Baranowska, H. M., Staroszczyk, H., Sommer, A., & Kowalczewski, P. Ł. (2023). Chemical characteristics and thermal oxidative stability of novel Cold-Pressed oil blends: GC, LF NMR, and DSC studies. *Foods*, 12(14), 2660. <https://doi.org/10.3390/foods12142660>
- Colakoglu, A. S. (2006). Oxidation kinetics of soybean oil in the presence of monoolein, stearic acid and iron. *Food Chemistry*, 101(2), 724–728. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.049>
- Elshiekh, A., & Omar, M. (2024). Physicochemical properties of functional yoghurt fortified with microencapsulated moringa and black cumin oils. *Deleted Journal*, 0(0), 0. <https://doi.org/10.21608/ajar.2024.237090.1265>
- Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services (FDA) <https://www.ecfr.gov/current/title-21/part-114/section-114.3>
- Frankenfeld, C. L., & Wallace, T. C. (2020). Dietary patterns and nutritional status in relation to

- consumption of chickpeas and hummus in the U.S. population. *Applied Sciences*, 10(20), 7341. <https://doi.org/10.3390/app10207341>
- Gawron, G., Krzyczkowski, W., Łyżeń, R., Kadziński, L., & Banecki, B. (2021). Influence of Supercritical Carbon Dioxide Extraction Conditions on Extraction Yield and Composition of *Nigella sativa* L. Seed Oil—Modelling, Optimization and Extraction Kinetics regarding Fatty Acid and Thymoquinone Content. *Molecules*, 26(21), 6419. <https://doi.org/10.3390/molecules262164>
- Grajzer, M., Szmalcel, K., Kuźmiński, Ł., Witkowski, M., Kulma, A., & Prescha, A. (2020). Characteristics and antioxidant potential of Cold-Pressed Oils—Possible strategies to improve oil stability. *Foods*, 9(11), 1630. <https://doi.org/10.3390/foods9111630>
- Hannan, M. A., Rahman, M. A., Sohag, A. a. M., Uddin, M. J., Dash, R., Sikder, M. H., Rahman, M. S., Timalina, B., Munni, Y. A., Sarker, P. P., Alam, M., Mohibullah, M., Haque, M. N., Jahan, I., Hossain, M. T., Afrin, T., Rahman, M. M., Tahjib-Ul-Arif, M., Mitra, S., Kim, B. (2021). Black Cumin (*Nigella sativa* L.): A Comprehensive Review on Phytochemistry, Health Benefits, Molecular Pharmacology, and Safety. *Nutrients*, 13(6), 1784. <https://doi.org/10.3390/nu13061784>
- Hassanien, M. F. R., Assiri, A. M. A., Alzohairy, A. M., & Oraby, H. F. (2015). Health promoting value and food applications of black cumin essential oil: an overview. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6136–6142. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1785-4>
- Jufri, M., Namirah, J., & Suryadi, H. (2022). Formulation and stability study of Black Cumin (*Nigella Sativa* L.) seed oil emulsion using sucrose palmitate emulsifier. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 113–118. <https://doi.org/10.22159/ijap.2022v14i5.44945>
- Karam, L., Ghonim, F., Dahdah, P., Attieh, G., Al-Ahmad, S., Ghonim, S., & Osaili, T. (2023). Beyond Chemical Preservatives: Enhancing the Shelf-Life and Sensory Quality of Ready-to-Eat (RTE) Hummus with Vinegar and Other Natural Antimicrobials. *Foods*, 12(15), 2947. <https://doi.org/10.3390/foods12152947>
- Kıralan, M. (2013). Changes in volatile compounds of black cumin (*Nigella Sativa*L.) seed oil during thermal oxidation. *International Journal of Food Properties*, 17(7), 1482–1489. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.723231>
- Liao, W., Badri, W., Alhibshi, A. H., Dumas, E., Ghnimi, S., Gharsallaoui, A., Errachid, A., & Elaissari, A. (2020). Food Applications of *Nigella sativa* Essential Oil. In *Food bioactive ingredients* (pp. 433–455). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48798-0\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48798-0_28)
- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J., Parry, J., Gao, J., & Yu, L. (2010). Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. *LWT*, 43(9), 1409–1413. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.009>
- Mahros, M. M., Abd-Elghany, S. M., Sayed-Ahmed, M. Z., Alqahtani, S. S., & Sallam, K. I. (2020). Improving the microbiological quality, health benefits, and storage time of cold-stored ground mutton supplemented with black seed. *LWT*, 138, 110673. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110673>
- Mashayekhi-Sardoo, H., Rezaee, R., & Karimi, G. (2020). *Nigella sativa* (black seed) safety: an overview. *Asian Biomedicine*, 14(4), 127–137. <https://doi.org/10.1515/abm-2020-0020>

- Matheus, J., Alegria, M. J., Nunes, M. C., & Raymundo, A. (2024). Algae-Boosted Chickpea Hummus: Improving Nutrition and Texture with Seaweeds and Microalgae. *Foods*, 13(14), 2178. <https://doi.org/10.3390/foods13142178>
- Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2019). A comprehensive review of the physicochemical, quality and nutritional properties of *Nigella sativa* oil. *Food Reviews International*, 35(4), 342–362. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1563793>
- Mohammed, N. K., Muhialdin, B. J., & Hussin, A. S. M. (2020). Characterization of nanoemulsion of *Nigella sativa* oil and its application in ice cream. *Food Science & Nutrition*, 8(6), 2608–2618. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1500>
- Mohammed, T., Krishnan, R., Sh, A., & Kumar, G. S. (2021). *Nigella sativa*: Properties, processing and food applications. *The Pharma Innovation*, 10(5S), 173–184. <https://doi.org/10.22271/tpi.2021.v10.i5sc.6204>
- Mukhtar, H., Qureshi, A. S., Anwar, F., Mumtaz, M. W., & Marcu, M. (2019). *Nigella sativa* L. seed and seed oil: potential sources of high-value components for development of functional foods and nutraceuticals/pharmaceuticals. *Journal of Essential Oil Research*, 31(3), 171–183. <https://doi.org/10.1080/10412905.2018.1562388>
- Nakov, G., Koceva Komlenić, D., Ivanova, N., Damyanova, S., Godjevargova, T., & Šušak, A. (2018). Sensory analysis of biscuits from einkorn flour, barley flour, einkorn flakes and wheat flour in different proportions and different sugars. In 9th International Congress Flour-Bread'17 and 11th Croatian Congress of Cereal Technologists Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, 105-114.
- Ozdemir, N., Kantekin-Erdogan, M. N., Tat, T., & Tekin, A. (2018). Effect of black cumin oil on the oxidative stability and sensory characteristics of mayonnaise. *Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1562–1568. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3075-4>
- Rahim, M. A., Shoukat, A., Khalid, W., Ejaz, A., Itrat, N., Majeed, I., Koraqi, H., Imran, M., Nisa, M. U., Nazir, A., Alansari, W. S., Eskandrani, A. A., Shamlan, G., & Al-Farga, A. (2022). A Narrative Review on Various Oil Extraction Methods, Encapsulation Processes, Fatty Acid Profiles, Oxidative Stability, and Medicinal Properties of Black Seed (*Nigella sativa*). *Foods*, 11(18), 2826. <https://doi.org/10.3390/foods11182826>
- Ramadan, M. F., & Wahdan, K. M. M. (2011). Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 132(2), 873–879. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.054>
- Reister, E. J., Belote, L. N., & Leidy, H. J. (2020). The Benefits of Including Hummus and Hummus Ingredients into the American Diet to Promote Diet Quality and Health: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 12(12), 3678. <https://doi.org/10.3390/nu12123678>
- Rudzińska, M., Hassanein, M. M. M., Abdel-Razek, A. G., Ratusz, K., & Siger, A. (2015). Blends of rapeseed oil with black cumin and rice bran oils for increasing the oxidative stability. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1055–1062. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2140-5>
- Saxena, S., Kushwaha, P., & Shukla, B. (2022). Effect of liposomal encapsulation on oxidative stability of cold-pressed *Nigella sativa* L. seed oil and virgin coconut oil. *Annals of Phytomedicine an International Journal*, 11(1). <https://doi.org/10.54085/ap.2022.11.1.70>
- Symoniuk, E., Wroniak, M., Napiórkowska, K., Brzezińska, R., & Ratusz, K. (2022). Oxidative

- stability and antioxidant activity of selected Cold-Pressed oils and oils mixtures. *Foods*, 11(11), 1597. <https://doi.org/10.3390/foods11111597>
- Tapia, M. S., Alzamora, S. M., & Chirife, J. (2020). Effects of Water Activity ( $a_w$ ) on Microbial Stability as a Hurdle in Food Preservation. *Water Activity in Foods*, 323–355. <https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch14>
- Thomas, J. V., Mohan, M., Prabhakaran, P., S, S. D., Maliakel, B., & IM, K. (2022). A phase I clinical trial to evaluate the safety of thymoquinone-rich black cumin oil (BlaQmax®) on healthy subjects: Randomized, double-blinded, placebo-controlled prospective study. *Toxicology Reports*, 9, 999–1007. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.04.020>
- Viuda-Martos, M., Mohamady, M., Fernández-López, J., ElRazik, K. A., Omer, E., Pérez Alvarez, J., & Sendra, E. (2011). In vitro antioxidant and antibacterial activities of essentials oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*, 22(11), 1715–1722. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.04.003>
- Wallace, T., Murray, R., & Zelman, K. (2016). The nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus. *Nutrients*, 8(12), 766. <https://doi.org/10.3390/nu8120766>
- Wojtasik-Kalinowska, I., Guzek, D., Brodowska, M., Godziszewska, J., Górska-Horczyzak, E., Pogorzelska, E., Sakowska, A., Gantner, M., & Wierzbicka, A. (2017). The effect of addition of *Nigella sativa* L. oil on the quality and shelf life of pork patties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), e13294. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13294>
- Zeyada, N., Massoud, M., & Hashem, S. (2023). Enhancing Oxidative Stability of *Nigella Sativa* Oil with Some Agro-Industrial Wastes Extracts and its Utilization in Mayonnaise. *Alexandria Science Exchange Journal*, 44(3), 349–362. <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2023.312017>