



Slovenská  
spoločnosť pre  
poľnohospodárske,  
lesnícke, potravinárske a  
veterinárske vedy pri SAV  
v Bratislave

# Zborník vedeckých prác

Nitra, 2023

Adamčíková K., Golian J.  
(Eds.)



Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.

**Recenzovaný zborník vedeckých prác  
Slovenskej spoločnosti pre  
poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske  
a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave**



Nitra 2023

**Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave**

**Sekretariát Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV:**

**Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre**

**Tr. A. Hlinku 2**

**949 01 Nitra**

Názov: **Recenzovaný zborník vedeckých prác**

Zostavili: Mgr. Katarína Adamčíková, PhD., prof. Ing. Jozef Golian, Dr.

Grafická úprava: MVDr. Boris Semjon, PhD.

Rok vydania: 2023

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.

**ISBN 978-80-974779-0-5**

## POĽNOHOSPODÁRSKA SEKCIA

<b>BOJŇANSKÁ T. – VOLLMANNOVÁ A. - LIDIKOVÁ J. - URMINSKÁ D. - MORAVČÍKOVÁ D.</b>	<b>5</b>
Selected progressive practices for food of plant origin with added value	
<b>ČMIKOVÁ N. - VEREŠOVÁ A. - KAČÁNIOVÁ M.</b>	<b>16</b>
Jedľová rastlinná silica a jej antimikrobiálny potenciál pri predlžovaní trvanlivosti ovocia a zeleniny	
<b>ČMIKOVÁ N. - VEREŠOVÁ A. - KAČÁNIOVÁ M.</b>	<b>22</b>
Antimikrobiálna aktivita rastlinnej silice španielsky majorán	
<b>KAČÁNIOVÁ M. - VEREŠOVÁ A. - ŠTEFÁNIKOVÁ J. - ČMIKOVÁ N.</b>	<b>28</b>
Biologická aktivita koriandrovej rastlinnej silice proti Gram-pozitívnym a Gram-negatívnym baktériám	
<b>KAČÁNIOVÁ M. - VEREŠOVÁ A. - ŠTEFÁNIKOVÁ J. - ČMIKOVÁ N.</b>	<b>34</b>
Antimikrobiálna aktivita škoricovej cejlónskej rastlinnej silice v podmienkach <i>in vitro</i> a <i>in situ</i>	
<b>KALAFOVÁ A. – ŠIMONOVÁ N. – SCHNEIDGENOVÁ M. - ŠIMKOVÁ P. – CAPCAROVÁ M.</b>	<b>41</b>
Hlavné modely potkanov pre štúdium diabetes a ich stručná charakteristika	
<b>ŠIMKOVÁ P. – KALAFOVÁ A. – CAPCAROVÁ M.</b>	<b>49</b>
Nutraceutiká: zdravotné benefity a účinky	
<b>ŠIMKOVÁ P. – KALAFOVÁ A. – CAPCAROVÁ M.</b>	<b>54</b>
Rakytník rešetliakový a drieň obyčajný v terapii metabolických ochorení	
<b>VEREŠOVÁ A. - ČMIKOVÁ N. - KAČÁNIOVÁ M.</b>	<b>58</b>
Antimikrobiálna aktivita rastlinnej silice <i>Citrus reticulata</i> Blanco v <i>in vitro</i> a <i>in situ</i> podmienkach	
<b>VEREŠOVÁ A. - ČMIKOVÁ N. - KAČÁNIOVÁ M.</b>	<b>65</b>
Antimikrobiálne vlastnosti rastlinnej silice <i>Citrus aurantium</i> Amara proti Gram-pozitívnym a Gram-negatívnym baktériám	
<b>BRITAŇÁK, N. – KIZEKOVÁ M. – ILAVSKÁ I. – POLLÁK Š. – JANČOVÁ E. – HANZES E.</b>	<b>71</b>
Stabilita produkcie sušiny d'atelinotrávnej miešanky a asynchrónnosť jej komponentov	
<b>ČUNDERLÍK J.</b>	<b>76</b>
Produkcia trávneho porastu po aplikácií digestátu	
<b>DUGÁTOVÁ Z. – JANČOVÁ M. – POLLÁK Š. – KIZEKOVÁ M.</b>	<b>82</b>
Optimalizácia botanického zloženia a produkcie trávnych porastov	
<b>JENDRIŠÁKOVÁ S.</b>	<b>88</b>
Potenciál nutričnej hodnoty horských pasienkov počas pastevnej sezóny v Národnom parku Veľká Fatra	
<b>POLLÁK Š. – JANČOVÁ M. – DUGÁTOVÁ Z. -KIZEKOVÁ M.</b>	<b>99</b>
Monetarizácia emisií z trávnych porastov	

<b>VARGOVÁ V.</b> Zmeny v diverzite trávneho porastu vplyvom rôznej výživy	<b>107</b>
---	------------

<b>VARGOVÁ V. - DUGÁTOVÁ Z.</b> Vplyv úhrnu zrážok a teploty na produkciu sušiny trávneho porastu	<b>113</b>
--	------------

## **POTRAVINÁRSKA SEKCIA**

<b>BOROTOVÁ P. – GALOVIČOVÁ L. – JOANIDIS P. – KUNOVÁ S. – TVRDÁ E. – KAČÁNIOVÁ M. – ŠTEFÁNIKOVÁ J.</b> Aktivita vybraných rastlinných silíc proti nádorovej bunkovej línii prsníka	<b>119</b>
--	------------

<b>JOANIDIS P. – BENEŠOVÁ L. – BOROTOVÁ P. – MEZEYOVÁ I. – KUNOVÁ S. – KAČÁNIOVÁ M. – ŠTEFÁNIKOVÁ J.</b> Vplyv rastlinných silíc na obsah vitamínu C, organoleptické a texturálne vlastnosti sous-vide mrkvy	<b>125</b>
---	------------

<b>KUNOVÁ S. – ŠTEFÁNIKOVÁ J. – JOANIDIS P. – BOROTOVÁ P. – GALOVIČOVÁ L. – KAČÁNIOVÁ M.</b> Vplyv koriandrovej rastlinnej silice v kombinácii so sous vide technológiou na mikrobiologickú kvalitu kuracieho mäsa	<b>132</b>
---	------------

## **VETERINÁRSKA SEKCIA**

<b>KORÉNEKOVÁ B. – SEMJON B. – MARCINČÁK S.</b> Kyselina askorbová a oxid siričitý a ich použitie v bielych vínach	<b>141</b>
---	------------

## **PEDOLOGICKÁ SEKCIA**

<b>KOBZA J. – BARANČÍKOVÁ G. – DODOK R. – MAKOVNÍKOVÁ J. – PÁLKA B. – STYK J. – ŠIRÁŇ M.</b> Súčasný stav a vývoj vlastností poľnohospodárskych pôd Slovenska podľa ich ohrozenia	<b>148</b>
--	------------

<b>KOCO Š. – BARANČÍKOVÁ G. – KOBZA J. – HALAS J.</b> Príprava databázy pôdnych údajov pre modelovanie zásob pôdneho organického uhlíka na poľnohospodárskych pôdach Slovenska	<b>155</b>
---	------------

<b>MAKOVNÍKOVÁ J. – KOLOŠTA S. – PÁLKA B.</b> Monetárne a nemonetárne hodnotenie regulačných ekosystémových služieb v pilotných regiónoch SR	<b>165</b>
---	------------

<b>STYK J. – PÁLKA B.</b> Vplyv procesov vodnej erózie na kvantitatívne zmeny pôdnych vlastností na eróznom transekte pri obci Smolinské (okr. Senica)	<b>174</b>
---	------------

<b>ŠIRÁŇ M.</b> Aktuálny fyzikálny stav pôd SR podľa údajov monitoringu pôd	<b>185</b>
--	------------

<b>ŠOLTYSOVÁ B. – DANILOVIČ M. -DANILOVIČOVÁ J.</b> Analýzy vybraných chemických parametrov pôdy po konverzii jej využitia	<b>191</b>
---	------------

<b>TAKÁČ J.</b> Produkčná účinnosť závlahovej vody poľných plodín na Podunajskej nížine	<b>201</b>
--	------------

Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske  
a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave

# Potravinárska sekcia



## Aktivita vybraných rastlinných silíc proti nádorovej bunkovej línii prsníka

The activity of selected essential oils against breast cancer cell line

Petra BOROTOVÁ<sup>1,2</sup>, Lucia GALOVIČOVÁ<sup>3</sup>, Patrícia JOANIDIS<sup>1</sup>, Simona KUNOVÁ<sup>4</sup>, Eva TVRDÁ<sup>2</sup>, Miroslava KAČÁNIOVÁ<sup>3,5</sup>, Jana ŠTEFÁNIKOVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>2</sup>Ústav biotechnológie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>3</sup>Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>4</sup>Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>5</sup>Katedra bioenergetiky, analýzy potravín a mikrobiológie, Inštitút technológie potravín a výživy, Univerzita Rzeszow, Cwiklinskiej 1, 35-601 Rzeszow, Poľsko

### Abstract

The aim of the research was to evaluate the anticancer activity of selected essential oils from Slovak company (*Thymus serpyllum*, *Syzygium aromaticum*, *Coriandrum sativum*, *Citrus aurantifolia*, *Thymus vulgaris*, and *Ocimum basilicum*). For this analysis, the MDA-MB-231 triple negative cancer cell line was selected. Cells were incubated for 24 and 48 hours with 300 µg/mL of essential oil. Subsequently, an MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay was used for evaluation of the metabolic activity of breast cancer cells. The best anticancer activity showed *Thymus vulgaris* with inhibition of 95.95 % and 93.96 % after 24 h and 48 h, respectively, *Citrus aurantifolia* with 94.01 % and 93.84 % inhibition, and *Thymus serpyllum* with 91.10 % and 90.98 % of inhibition. The weakest activity was evaluated at *Coriandrum sativum* (63.97 % and 71.12 %) and *Ocimum basilicum* (58.38 % and 54.89 %). The analysis was a preliminary screening of the high concentration, which selected the best possible oils for the next analyses of anticancer activity.

**Keywords:** anticancer activity, essential oils, breast cancer

### Úvod

Rastlinné silice sa vyrábajú z aromatických rastlín často využívaných v kulinárstve ako dochucovadlo, alebo korenie. Rastlinné silice sa skladajú z prchavých látok, najmä z terpénov a ich derivátov prípadne z fenylypropanoidov. Sú aromatické, lipofilné a môžu byť tvorené zmesou viac ako 50 rôznych zlúčenín (Bhavaniramya et al., 2019). Sú syntetizované ako sekundárne metabolity v rôznych častiach rastliny. Ich primárnou úlohou v rastline je obrana voči patogénom, adaptácia na stresové podmienky, alebo na prilákanie hmyzu za účelom opelenia (Sharifi-Rad et al. 2017).

U rastlinných silíc boli pozorované mnohé zdravotné účinky, ako napríklad protizápalové a antiseptické vlastnosti. Taktiež môžu vplyvať pozitívne na gastrointestinálny alebo respiračný trakt (Cox-Georgian et al., 2019). Mnohé silice majú tiež silné antioxidantné účinky (Tit a Bungau, 2023). U rastlinných silíc sú známe aj protinádorové a cytotoxické vlastnosti. Tie sa prejavujú širokou škálou bunkových mechanizmov, najčastejšie však vplyvajú na hladiny proteínov zapojených v apoptotických dráhach buniek a na tumor supresorové proteíny (Mohamed Abdoul-Latif et al. 2023).

Rakovina prsníka je najčastejším nádorovým ochorením diagnostikovaným u žien. Je to druhá najčastejšia príčina úmrtia na rakovinu u žien na svete. Rakovina prsníka vzniká v dôsledku poškodenia DNA a genetických mutácií, ktoré môžu byť ovplyvnené hladinami estrogénu.

Často nádory vznikajú v dôsledku genetických predispozícií, ako sú mutácie v konkrétnych úsekoch DNA najmä tumor supresorových génov ako *BRCA1* a *BRCA2* (Alkabban a Ferguson, 2023). Problémy pri liečbe agresívnych nádorov prsníka sú pomerne bežné. Chemorezistencia a toxicita sú hlavnými príčinami zlyhania. Preto je dôležité skúmať a vyvinúť nové terapeutické činidlá, ktoré sa môžu špecificky a účinne viazať na bunky rakoviny prsníka. Na liečbu nádorových ochorení prsníka sa už teraz používajú látky, ktoré majú rastlinný pôvod. Medzi ne patrí napríklad zlúčená paklitaxel, ktorá bola primárne izolovaná z kôry Tisu krátkolistého (Schmid et al., 2018). Látky obsiahnuté v siliciach ako sú karvakrol, D-limonén, geraniol, myrcén, karyofylén, tymol, alebo citral už majú popísané potenciálne mechanizmy účinku (Gautam, Mantha, a Mittal, 2014). Synergizmus týchto komponentov rastlinných silíc už bol popísaný (Lesgards et al., 2014), avšak potreba skúmať nové možnosti liečby nádorových ochorení stále pokračuje. Cieľom práce bolo charakterizovať inhibičnú aktivitu vybraných jedlých rastlinných silíc voči nádorovej bunkovej línii prsníka – MDA-MB-321.

### **Materiál a metodika práce**

Na analýzu boli použité silice materina dúška (*Thymus serpyllum*), klinčeková (*Syzygium aromaticum*), koriandrová (*Coriandrum sativum*), limetková (*Citrus aurantifolia*), tymianová (*Thymus vulgaris*) a bazalková (*Ocimum basilicum*) zakúpené od firmy Hanus s.r.o. (Nitra, SK). Zásobný roztok silíc bol pripravený pomocou 100 % DMSO (Centralchem, Bratislava, SK) na koncentráciu 300 mg/ml.

Na analýzy protinádorovej aktivity bola použitá bunková línia karcinómu prsníka MDA-MB-231 (ATCC® HTB-26™). Kultivácia prebiehala v kultivačných fľašiach T75 v 20 ml Dulbeccovom modifikovanom Eaglovom médiu (DMEM, Massachusetts, USA), ktoré obsahovalo 10 % fetálneho bovinného séra, 1 % esenciálnych aminokyselín a 1 % antibiotík (10,000 j/ml penicilínu a 10 mg/ml streptomycínu). Bunky boli počas celej dĺžky analýz kultivované v inkubátore pri 37 °C v atmosfére obsahujúcej 5 % CO<sub>2</sub>.

Analýza protinádorovej aktivity prebiehala pomocou stanovenia aktivity mitochondriálnej dehydrogenázy – MTT testu (4,5-dimetyltiazol-2-yl)-2,5-difenyltetrazólium bromid (MTT; Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, USA). Do 96-jamkovej platničky bolo vysiatych 10 000 buniek na jamku. Po 24 hodinovej inkubácii bolo k bunkám pridaných 200 µl roztoku silice v DMEM o koncentrácii 300 µg/ml. Ako kontrola slúžilo kompletne DMEM médium. Inkubácia prebiehala 24 a 48 h. Po inkubácii bola zmes s prídavkami silíc odstránená a k bunkám bolo pridané MTT v koncentrácii 0,5 mg/ml. Inkubácia s MTT prebiehala 2,5 h. Následne bolo MTT odsaté a produkt reakcie bol rozpustený v 100 % DMSO. Absorbancia bola zmeraná spektrofotometricky pri 570 nm (Glomax, Promega Inc., Madison, WI, USA). Analýza prebehla v štyroch opakovaniach. Percento inhibície buniek bolo vypočítané podľa vzorca:

$$\text{Cytotoxická aktivita silice (\%)} = \frac{A_{\text{kontrola}} - A_{\text{vzorka}}}{A_{\text{kontrola}}} \times 100$$

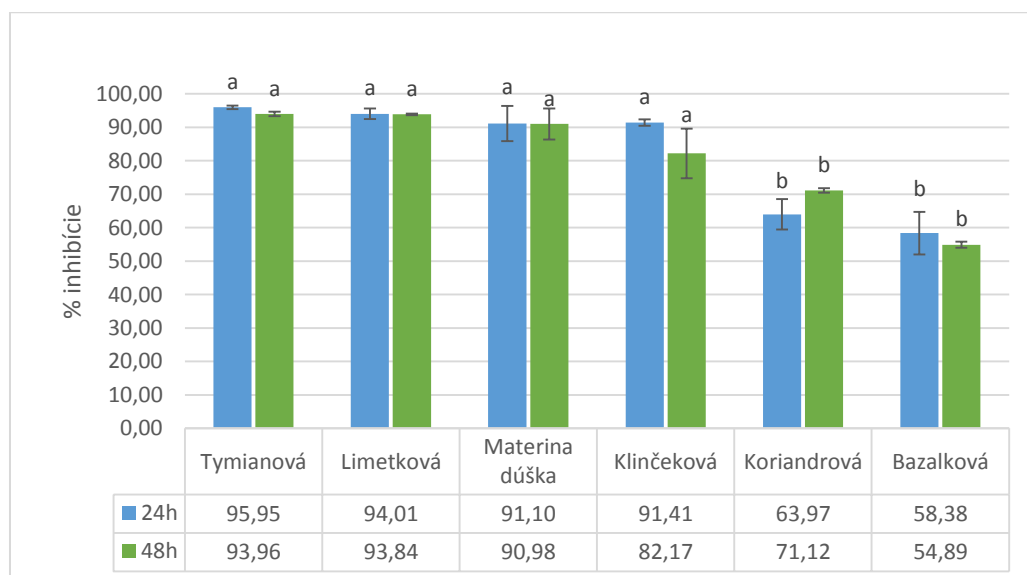
Štatistické rozdiely boli vypočítané cez „One-Way ANOVA“ a Tukeyho HSD test na preukaznej úrovni  $p < 0,05$  pomocou online programu (<https://www.statskingdom.com/>).

### **Výsledky a diskusia**

Z testovaných silíc bolo viditeľné, že najlepšiu schopnosť inhibície mala tymianová silica, ktorá inhibovala aktivitu nádorovej bunkovej línie o 95,95 % po 24 hodinách a 93,96 % po 48 hodinách (Obrázok č.1.). Najslabšia aktivita spomedzi vybraných silíc bola pozorovaná u bazalkovej silice s inhibičnou schopnosťou 58,38 % a 54,89 % po 24 respektíve po 48 hodinách. Na základe štatistického vyhodnotenia možno testované silice rozdeliť do



dvoch skupín, medzi ktorými bol preukázaný štatistický rozdiel na úrovni  $p < 0,05$ . Do prvej skupiny patria silice: tymianová, limetková, materina dúška a klinček. Do druhej koriandrová a bazalková silica.



**Obrázok č. 1:** Inhibícia bunkovej línie MDA-MB-231 po inkubácii s vybranými rastlinnými silicami o koncentrácii 300  $\mu\text{g/ml}$ , stanovená pomocou MTT testu. a,b – predstavujú rozdiely na štatisticky preukaznej úrovni ( $p < 0,05$ ).

Nakoľko tieto silice boli analyzované v predošlých výskumoch, je známe ich chemické zloženie. Zastúpenie konkrétnych molekúl s najvyšším percentuálnym podielom je popísané v Tabuľke č. 1.

**Tabuľka č. 1:** Zastúpenie hlavných zložiek nachádzajúcich sa vo vybraných siliciach.

Silica	Zloženie	Literatúra
Tymianová	Tymol 48,1 %; <i>p</i> -cymén 11,7 %; 1,8-cineol 6,7 %; $\gamma$ -terpinén 6,1 %; karvakrol 5,5 %.	(Galovičová et al., 2021a)
Limetková	$\alpha$ -Felandrén 48,5 %; <i>p</i> -cymén 16,5 %; $\alpha$ -pinén 12,6 %; and ( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnezen 12,6 %.	(Galovičová et al., 2022)
Materina dúška	Tymol 18,8 %; karvakrol 17,4 %; <i>o</i> -cymén, 15,4 %; and geraniol 10,7 %.	(Galovičová et al., 2021b)
Klinčeková	Eugenol 82,4 %; ( <i>E</i> )-karyofylén 14,0 %.	(Kačániová et al., 2021)
Koriandrová	$\beta$ -Linalol 66,07 %; kamfor 8,34 %; geranylacetát 6,91 %; cymén 6,35 %.	(Kačániová et al., 2020)
Bazalková	Methylchavikol 88,6 %; 1,8-cineol 4,2 %; $\alpha$ -trans-bergamotén 1,7 %.	(Kačániová et al., 2022)

Najsilnejšia aktivita spomedzi vybraných silíc v našej štúdiu bola zistená u tymianovej silici. Protinádorová aktivita tymianovej silice bola testovaná na nádorových líniiach prsníka (MCF-7), pľúc (H460) a voči bunkám akútnej lymfoblastickej leukémie MOLT-4. Antiproliferačná aktivita bola testovaná pomocou MTT metódy s hodnotami  $IC_{50}$  52,65  $\mu\text{g/ml}$  (MCF-7), 68,59  $\mu\text{g/ml}$  (H460) a 228,78  $\mu\text{g/ml}$  (MOLT-4) (Niksic et al., 2021). Al-Shahrani et al. (2017) testoval cytotoxickú aktivitu voči rovnakej bunkovej línii ako v našej štúdiu a zistil, že potrebná koncentrácia, ktorá inhibuje 50 % aktivity je po 48 hodinách nižšia ako po 24 hodinách. Tymol, ktorý sa v nami vybraných siliciach nachádzal ako hlavná zložka

u dvoch silíc, tymianovej a u materinej dúšky, vykazoval protinádorové účinky aj vo výskumoch na dvoch bunkových líniiach kolorektálneho karcinómu. Aktivita tejto látky bola stanovená po 48 hodinách na koncentráciu  $IC_{50}$  41,46  $\mu\text{g/ml}$  pre LoVo bunky a 46.74  $\mu\text{g/ml}$  pre HCT116 bunky (Zeng et al., 2020).

Limetková silica vykazovala taktiež vysokú inhibičnú aktivitu (94,01 % po 24 h a 93,84 % po 48 h) v testovanej koncentrácii 300  $\mu\text{g/ml}$ . V dostupnej literatúre sa nachádza málo zmienok o protinádorovej aktivite limetkovej silice voči nádorovým bunkám prsníka. Silica z limetky však bola schopná inhibovať bunky nádoru konečníka SW-480 o 78 % po 48 hodinách v koncentrácii 100  $\mu\text{g/ml}$  (Patil et al., 2009). Aktivita hlavnej zložky  $\alpha$ -felandrínu bola testovaná voči bunkám hepatocelulárneho karcinómu. Znížená viabilita buniek bola viditeľná už po 6 hodinách inkubácie s 30  $\mu\text{M}$   $\alpha$ -felandrínu (Hsieh et al., 2014).  $\alpha$ -Felandrín bol tiež schopný ovplyvniť apoptotické procesy v leukemických bunkách WEHI-3 (Lin et al., 2014).

Nanoemulzia z klinčekovej silice bola testovaná na protinádorovej línii prsníka (MCF-7) a pečene (HepG2). Protinádorový potenciál silice bol skúmaný aj v porovnaní so zdravou bunkovou líniiou, kde bolo dokázané, že cytotoxické vlastnosti vykazovala silica len voči nádorovej línii, čo naznačilo netoxický efekt na zdravé bunky (Nirmala et al., 2019). Protinádorové účinky hlavnej zložky – eugenolu boli popísané v práci Zari, Zari, a Hakeem (2021). V našej štúdii vykazovala klinčeková silica tretiu najsilnejšiu protirakovinovú aktivitu po 24 hodinách a štvrtú najsilnejšiu po 48 hodinách porovnaním vybraných šiestich silíc.

Napriek známym protinádorovým účinkom linalolu na bunkové línie prsníka (Elbe et al., 2022) bola v nami testovanej koriandrovej silici zistená slabšia aktivita v porovnaní s inými testovanými silicami. Protinádorová aktivita rastliny koriandru však bola pozorovaná na bunkovú líniu prsníka MCF-7 a hodnoty  $IC_{50}$  sa pohybovali od 200,0 do 432,3  $\mu\text{g/ml}$ , čo značí slabšiu aktivitu (Tang et al., 2013). V našej štúdii aj bazalková silica vykazovala vo zvolenej koncentrácii (300  $\mu\text{g/ml}$ ) slabší účinok. Niektoré štúdie uvádzajú prijateľnú aktivitu bazalkovej silice voči nádorovým líniiam (Perna et al., 2022). Eid et al. (2023) vo svojom výskume bazalkovej silice stanovil koncentráciu  $IC_{50}$  na 56,23  $\mu\text{g/ml}$  pre Hep3B nádorové bunky pečene a 80,35  $\mu\text{g/ml}$  pre MCF-7 nádorové bunky prsníka. Aburjai et al. (2020) stanovil slabšiu aktivitu silice z bazalky pre nádorové línie prsníka na  $IC_{50}$  hodnotu 432,3  $\mu\text{g/ml}$  pre MDA-MB-231 a 320,4  $\mu\text{g/ml}$  pre bunkovú líniu MCF7 čo korešponduje s našimi zisteniami.

## Záver

Zo skúmaných silíc vykazovali silnú inhibičnú aktivitu voči nádorovej línii prsníka MDA-MB-231 silice tymianová, limetková, materina dúška a klinčeková. Koriandrová a bazalková mali inhibičnú aktivitu voči nádorovej línii prsníka signifikantne slabšiu oproti ostatným testovaným siliciam. Analýza prebehla ako pilotný skrining viacerých silíc vo vyššej koncentrácii. V ďalšom kroku sa zameriame na testovanie vyselektovaných silíc v koncentračnom rozpätí, aby sa zistila najnižšia efektívna koncentrácia. Nádorové ochorenia sú potrebné skúmať pre svoju komplexnosť, pre vysokú úmrtnosť a slabú liečiteľnosť. Taktiež je dôležité hľadať nové spôsoby liečby, prípadne suplementy, ktoré by zvýšili úspešnosť liečby. Nakoľko silice vykazujú protinádorové účinky *in vitro*, je možné nájsť ich potenciálne využitie aj pri týchto ochoreniach. Silice ktoré boli testované sú jedlé a môžu sa využiť aj v potravinárskom priemysle, kde by mohli mať pozitívny vplyv pri prevencii tohto ochorenia.

## Podakovanie

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore projektu č. 18-GASPU-2021 “Moderné postupy a technológie zvyšujúce kvalitu vybraného sous-vide potravinového modelu” Grantovej agentúry SPU v Nitre; vďaka podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-20-0058 „Potenciál rastlinných silíc z aromatických rastlín na lekárske použitie a na konzerváciu

potravín“, vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a inovácie pre projekt: Podpora výskumných aktivít vo VC ABT, 313011T465.

**Kontaktná adresa:** Mgr. Petra Borotová, Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, petra.borotova@uniag.sk

## Literatúra

- Aburjai, T. A., Mansi, K., Azzam, H., Alqudah, D. A., Alshaer, W., Abuirjei, M. 2020. Chemical Compositions and Anticancer Potential of Essential Oil from Greenhouse-cultivated *Ocimum basilicum* Leaves. In *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 82, pp. 179–184. Dostupné na doi: 10.36468/pharmaceutical-sciences.637.
- Alkabban, F. M., Ferguson, T. 2023. Breast Cancer. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Dostupné na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482286/>
- Al-Shahrani, M., Mahfoud, M., Anvarbatcha, R., Athar, M.T., Al-Asmari, A. 2017. Evaluation of antifungal activity and cytotoxicity of *Thymus vulgaris* essential oil. In *Pharmacognosy Communications*, vol. 7, pp. 34–40. Dostupné na doi: 10.5530/pc.2017.1.5
- Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M. S., Vijayakumar, R., Baskaran, D. 2019. Role of Essential Oils in Food Safety: Antimicrobial and Antioxidant Applications. In *Grain & Oil Science and Technology*, vol. 2, pp. 49–55. Dostupné na doi: 10.1016/j.gaost.2019.03.001.
- Cox-Georgian, D., Ramadoss, N., Dona, C., Basu, C. 2019. Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. In *Medicinal Plants*, pp. 333–359. Dostupné na doi: 10.1007/978-3-030-31269-5\_15
- Eid, A. M., Jaradat, N., Shraim, N., Hawash, M., Issa, L., Shakhsher, M., Nawahda, N., Hanbali, A., Barahmeh, N., Taha B., Mousa, A. 2023. Assessment of anticancer, antimicrobial, antidiabetic, anti-obesity and antioxidant activity of *Ocimum Basilicum* seeds essential oil from Palestine. In *BMC Complementary Medicine and Therapies*, vol. 23, pp. 221. Dostupné na doi: 10.1186/s12906-023-04058-w
- Elbe, H., Ozturk, F., Yigitturk, G., Baygar, T., Cavusoglu, T. 2022. Anticancer activity of linalool: comparative investigation of ultrastructural changes and apoptosis in breast cancer cells. In *Ultrastructural Pathology*, vol. 46, pp. 348–358. Dostupné na doi: 10.1080/01913123.2022.2091068
- Galovičová, L., Borotová, P., Valková, V., Vukovic, N. L., Vukic, M., Štefániková, J., Ďúranová, H., Kowalczewski, P. L., Čmiková, N., Kačániová, M. 2021a. *Thymus Vulgaris* Essential Oil and Its Biological Activity. In *Plants*, vol. 10, pp. 1959. Dostupné na doi: 10.3390/plants10091959
- Galovičová, L., Borotová, P., Valková, V., Vukovic, N. L., Vukic, M., Terentjeva, M., Štefániková, J., Ďúranová, H., Kowalczewski, P. L., Kačániová, M. 2021b. *Thymus serpyllum* Essential Oil and Its Biological Activity as a Modern Food Preserver. In *Plants*, vol. 10, pp. 1416. Dostupné na doi: 10.3390/plants10071416
- Galovičová, L., Borotová, P., Vukovic, N. L., Vukic, M., Kunová, S., Hanus, P., Kowalczewski, P. L., Bakay, L., Kačániová, M. 2022. The Potential Use of *Citrus Aurantifolia* L. Essential Oils for Decay Control, Quality Preservation of Agricultural Products, and Anti-Insect Activity. In *Agronomy*, vol. 12, pp. 735. Dostupné na doi: 10.3390/agronomy12030735
- Gautam, N., Mantha, A. K., Mittal, S. 2014. Essential Oils and Their Constituents as Anticancer Agents: A Mechanistic View. In *BioMed Research International*, vol. 2014, pp. 154106. Dostupné na doi: 10.1155/2014/154106
- Hsieh, S.-L., Li, Y.-C., Chang, W.-C., Chung, J.-G., Hsieh, L.-C., Wu, C.-C. 2014. Induction of Necrosis in Human Liver Tumor Cells by  $\alpha$ -Phellandrene. In *Nutrition and Cancer*, vol. 66, pp. 970–979. Dostupné na doi: 10.1080/01635581.2014.936946
- Kačániová, M., Galovičová, L., Borotová, P., Valková, V., Ďúranová, H., Kowalczewski, P. L., Said-Al Ahl, H. A. H., Hikal, W. M., Vukic, M., Savitskaya, T., Grinshpan, D., Vukovic N. L., 2021. Chemical Composition, *In Vitro* and *In Situ* Antimicrobial and Antibiofilm Activities of *Syzygium Aromaticum* (Clove) Essential Oil. In *Plants*, vol. 10, pp. 2185. Dostupné na doi: 10.3390/plants10102185
- Kačániová, M., Galovičová, L., Borotová, P., Vukovic, N. L., Vukic, M., Kunová, S., Hanus, P., Bakay, L., Zagrobelna, E., Kluz, M., Kowalczewski, P. L. 2022. Assessment of *Ocimum Basilicum* Essential Oil Anti-Insect Activity and Antimicrobial Protection in Fruit and Vegetable Quality. In *Plants*, vol. 11, pp. 1030. Dostupné na doi: 10.3390/plants11081030
- Kačániová, M., Galovičová, L., Ivanišová, E., Vukovic, N. L., Štefániková, J., Valková, V., Borotová, P., Žiarovská, J., Terentjeva, M., Felšöciová, S., Tvrďá, E. 2020. Antioxidant, Antimicrobial and Antibiofilm

- Activity of Coriander (*Coriandrum Sativum* L.) Essential Oil for Its Application in Foods. In *Foods*, vol. 9, pp. 282. Dostupné na doi: 10.3390/foods9030282
- Lesgards, J.-F., Baldovini, N., Vidal, N., Pietri, S. 2014. Anticancer Activities of Essential Oils Constituents and Synergy with Conventional Therapies: A Review. In *Phytotherapy Research: PTR*, vol. 28, pp. 1423–1446. Dostupné na doi: 10.1002/ptr.5165
- Lin, J.-J., Yu, C.-C., Lu, K.-W., Chang, S.-J., Yu, F.-S., Liao, C.-L., Lin, J.-G., Chung, J.-G. 2014.  $\alpha$ -Phellandrene Alters Expression of Genes Associated with DNA Damage, Cell Cycle, and Apoptosis in Murine Leukemia WEHI-3 Cells. In *Anticancer Research*, vol. 34, pp. 4161–4180
- Mohamed Abdoul-Latif, F., Ainane, A., Houmed Aboubaker, I., Mohamed, J., Ainane, T. 2023. Exploring the Potent Anticancer Activity of Essential Oils and Their Bioactive Compounds: Mechanisms and Prospects for Future Cancer Therapy. In *Pharmaceuticals*, vol. 16, pp. 1086. Dostupné na doi: 10.3390/ph16081086
- Niksic, H., Becic, F., Koric, E., Gusic, I., Omeragic, E., Muratovic, S., Miladinovic, B., Duric, K. 2021. Cytotoxicity Screening of *Thymus Vulgaris* L. Essential Oil in Brine Shrimp Nauplii and Cancer Cell Lines. In *Scientific Reports*, vol. 11, pp. 13178. Dostupné na doi: 10.1038/s41598-021-92679-x
- Nirmala, M. J., Durai, L., Gopakumar, V., Nagarajan, R. 2019. Anticancer and antibacterial effects of a clove bud essential oil-based nanoscale emulsion system. In *International Journal of Nanomedicine*, vol. 14, pp. 6439–6450. Dostupné na doi: 10.2147/IJN.S211047
- Patil, J.R., Jayaprakasha, G. K., Chidambara Murthy, K. N., Tichy, S. E., Chetti, M. B., Patil, B. S. 2009. Apoptosis-mediated proliferation inhibition of human colon cancer cells by volatile principles of *Citrus aurantifolia*. In *Food Chemistry*, vol. 114, 1351–1358. Dostupné na doi: 10.1016/j.foodchem.2008.11.033
- Perna, S., Alawadhi, H., Riva, A., Allegrini, P., Petrangolini, G., Gasparri, C., Alalwan, T. A., Rondanelli, M. 2022. *In Vitro* and *In Vivo* Anticancer Activity of Basil (*Ocimum* spp.): Current Insights and Future Prospects. In *Cancers*, vol. 14, pp. 2375. Dostupné na doi: 10.3390/cancers14102375
- Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G. C., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., Tundis, R., Sharifi-Rad, M., Loizzo, M. R., Ademiluyi, A. O., Sharifi-Rad, R., Ayatollahi, S. A., Iriti, M. 2017. Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems. In *Molecules: A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry*, vol. 22, pp. 70. Dostupné na doi: 10.3390/molecules22010070
- Schmid, P., Adams, S., Rugo, H. S., Schneeweiss, A., Barrios, C. H., Iwata, H., Diéras, V., Hegg, R., Im, S.-A., Shaw Wright, G., Henschel, V., Molinero, L., Chui, S. Y., Funke, R., Husain, A., Winer, E. P., Loi, S., Emens, L. A. 2018. Atezolizumab and Nab-Paclitaxel in Advanced Triple-Negative Breast Cancer. In *The New England Journal of Medicine*, vol. 379, pp. 2108–2121. Dostupné na doi: 10.1056/NEJMoa1809615
- Tang, E. L. H., Rajarajeswaran, J., Fung, S. Y., Kanthimathi, M. S. 2013. Antioxidant activity of *Coriandrum sativum* and protection against DNA damage and cancer cell migration. In *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 13, pp. 347. Dostupné na doi: 10.1186/1472-6882-13-347
- Tit, D. M., Bungau, S. G. 2023. Antioxidant Activity of Essential Oils. In *Antioxidants*, vol. 12, pp. 383. Dostupné na doi: 10.3390/antiox12020383
- Zari, A. T., Zari, T. A., Hakeem, K. R. 2021. Anticancer Properties of Eugenol: A Review. In *Molecules*, vol. 26, pp. 7407. Dostupné na doi: 10.3390/molecules26237407
- Zeng, Q., Che, Y., Zhang, Y., Chen, M., Guo, Q., Zhang, W. 2020. Thymol Isolated from *Thymus Vulgaris* L. Inhibits Colorectal Cancer Cell Growth and Metastasis by Suppressing the Wnt/ $\beta$ -Catenin Pathway. In *Drug Design, Development and Therapy*, vol. 14, pp. 2535–2547. Dostupné na doi: 10.2147/DDDT.S254218

## Vplyv rastlinných silíc na obsah vitamínu C, organoleptické a texturálne vlastnosti sous- vide mrkvy

The effect of essential oils on the content of vitamin C, organoleptic and textural properties of  
sous-vide carrot

Patrícia JOANIDIS<sup>1</sup>, Lucia BENEŠOVÁ<sup>1</sup>, Petra BOROTOVÁ<sup>1,2</sup>, Ivana MEZEYOVÁ<sup>3</sup>,  
Simona KUNOVÁ<sup>4</sup>, Miroslava KAČÁNIOVÁ<sup>3,5</sup>, Jana ŠTEFÁNIKOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Výskumné centrum AgroBioTech, <sup>2</sup>Ústav aplikovanej biológie, Fakulta biotechnológie  
a potravinárstva, <sup>3</sup>Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, <sup>4</sup>Ústav  
potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska  
univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>5</sup>Katedra bioenergetiky, analýzy potravín a mikrobiológie, Inštitút technológie potravín a  
výživy, Univerzita Rzeszow, Cwiklinskiej 1, 35-601 Rzeszow, Poľsko

### Abstract

The present study aimed to evaluate the effect of three different plant essential oils (may chang, thyme, and lime EO) on the content of vitamin C, textural, and organoleptic properties of carrots prepared by the sous-*vide* method. Our results indicated that the sample with may chang EO had the best results in overall impression in sensory analysis (5.40 points) and more significantly increased the amount of vitamin C (417.33 mg/kg DW) compared with the control (5.00 points, 175.67 mg/kg DW, respectively). Thyme EO had no effect on the vitamin C content ( $\alpha > 0.05$ ). On the other hand, the content of vitamin C decreased significantly with lime EO (107.04 mg/kg DW). Furthermore, the toughness and firmness of the enriched samples were not different from the control sample ( $\alpha > 0.05$ ) except for thyme in toughness parameter. A significant difference ( $\alpha < 0.05$ ) was observed between the samples with thyme (6.70 and 6.70 points) and lime EO (3.60 and 3.30 points) in the smell and taste parameters. Finally, based on our results we can conclude that the most suitable EO to sous-*vide* carrot is may chang.

**Keywords:** sensory analysis, texture, *Daucus carota*, vacuum cooking, HPLC-DAD

### Úvod

Mrkva (*Daucus carota*) sa celosvetovo zaraďuje medzi najčastejšie konzumovanú a spotrebiteľmi vyhľadávanú koreňovú zeleninu. Vďaka obsahu veľkého množstva rôznych nutraceutík, vrátane karotenoidov, vlákniny a fenolov, je považovaná za funkčnú a zdravú potravinu (Jacob-Velázquez, 2023). V súčasnej dobe neustále narastá záujem nielen o zdravé potraviny, ale aj o rôzne spôsoby ich prípravy (napr. naparovanie, pečenie, konvenčné varenie či varenie sous-*vide*). Ich úlohou je zintenzívniť zachovanie množstva živín a zlepšiť organoleptické vlastnosti (Baardseth et al., 2010). Metóda sous-*vide* (SV), z francúzskeho slova „vo vákuu“, predstavuje varenie vo vákuových vreckách za kontrolovaných podmienok teploty a času (Schellekens, 1996). Na rozdiel od mäsa (65-70 °C) sa pri SV zelenine odporúčajú vyššie teploty približujúce sa 100 °C (Sila et al., 2006). Počas procesu SV dochádza k nižšej oxidácii karotenoidov (Patras et al., 2010, Chiavari et al., 2012) a menším stratám vlhkosti a prchavých látok, ktoré ovplyvňujú arómu a chuť, v porovnaní s tradičným varením (Baldwin, 2012). Zároveň si zelenina zachováva vyšší obsah vit. C (Patras et al., 2010). Rastlinné esenciálne silice (essential oils – EO) sa v potravinách používajú najmä pre ich antimikrobiálnu a antifungálnu aktivitu (Jiang et al., 2011). EO sa najčastejšie získavajú extrakciou z koreňov, kmeňov, kôry, stoniek, listov, kvetov alebo plodov rastlín (Ju et al., 2018). Vavrín kubébový (*Litsea cubeba* Pers.) rastie najmä v južných až juhovýchodných častiach Ázie (Wang et al., 2021). Používa sa najmä v Čínskej medicíne a ako ochucovadlo v potravinách (Wang et al., 2021). Hlavnými zloženinami esenciálnej silice z vavrína

kubébového sú citral, D-limonén a linalool (Yang et al., 2014), ktoré sa podieľajú na jeho antioxidantných, antibiofilmových, antibakteriálnych a antiseptických vlastnostiach (Wang et al., 2021). EO z limety (*Citrus aurantifolia*), ktorý sa vyznačuje najmä svojimi antioxidantnými vlastnosťami (Spadaro et al., 2012) má využitie ako vonná zložka v kozmetickom priemysle a ako ochucujúca zložka v potravinách, nápojoch a vo farmácii. V najvyššom zastúpení obsahuje D-limonén,  $\gamma$ -terpinén,  $\beta$ -pinén,  $\alpha$ -citral,  $\beta$ -bisabolén a  $\beta$ -citral (Ribeiro Corrêa et al., 2023). Tymián (*Thymus vulgaris* L.) patrí medzi typické liečivé aromatické byliny využívané v gastronomickom priemysle. Zloženie tvoria najmä terpény ako geraniol,  $\alpha$ -terpineol, linalool, 1,8-cineol, karvakrol a tymol (Samah a Hoda, 2021). Pridávanie aromatických EO do potravín má vplyv na celkovú arómu a chuť, čo môže mať negatívny efekt na prijateľnosť spotrebiteľmi (Ahmed et al., 2021). Cieľom našej práce bolo zhodnotiť vplyv jednotlivých rastlinných silíc na obsah vitamínu C a na organoleptické a texturálne vlastnosti mrkvy pripravenej s využitím metódy sous-vide.

### Materiál a metodika práce

Hodnotené vzorky mrkvy (*Daucus carota*) boli vypestované v Botanickej záhrade Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v roku 2022. Odroda „Karola“ je typická neskorá odroda s vysokou úrodnosťou, intenzívnym sfarbením a dĺžkou koreňa 16-18 cm. Po očistení a opláchnutí pitnou vodou boli korene prekrojené na polovice po pozdĺžnom aj priečnom okraji. Následne bolo 120 g vzorky mrkvy vložených do vákuovacieho vrečka. Po pridaní 2,4 ml 0,2% roztoku silice (vavrín kubébový, tymián, limeta; Hanus-bylinné prípravky, Slovensko) boli vzorky varené vo vákuu vo vodnom kúpeli počas 15 minút pri teplote 90 °C. Kontrolná vzorka neobsahovala olej ani silice. Teplota a čas varenia boli vopred určené na základe výsledkov zo sensorickej analýzy. Ihneď po uvarení boli vzorky šokovo schladené v ľade a skladované v chladničke do druhého dňa. V troch vzorkách obohatených o rastlinné silice a kontrolnej vzorke bol stanovovaný vitamín C, texturálne a organoleptické vlastnosti. Obsah vitamínu C bol analyzovaný pomocou HPLC-DAD (Infinity 1260, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA). Bola použitá modifikovaná metóda podľa Mazurek a Jamroz (2015) s CORTECS C18 kolónou 150 mm  $\times$  4,6 mm, s veľkosťou častíc 2,7  $\mu$ m a mobilnými fázami 0,1% kyselina fosforečná (70%) a acetonitril (30%) s prietokom 0,5 ml/ml. Každá vzorka bola meraná trikrát. Na hodnotenie textúry (práca noža/húževnatosť a pevnosť) bol použitý texturometer TA.XT plus (Stable Micro Systems, Godalming, United Kingdom) so strižnou čepelou Warner Bratzler. Nastavenie texturometra je uvedené v Tabuľke 1. Každá vzorka bola meraná 6 krát.

**Tabuľka 1** Nastavenie texturometra

Nastavenie texturometra TA.XT Plus	
Testovací režim	Meranie tlakovej sily
Rýchlosť pohybu sondy pred testovaním	1,50 mm/s
Rýchlosť pohybu sondy počas testovania	1,50 mm/s
Rýchlosť pohybu sondy po testovaní	10,00 mm/s
Hĺbka prieniku sondy do vzorky	30 mm
Typ spustenia	Auto – 40 g
Resetovací režim	Auto
Frekvencia získavania údajov	200 pps
Sonda (HDP/BS) (Warner Bratzler čepel')	5 kg silomer

Senzorického hodnotenia sa zúčastnilo 10 školených hodnotiteľov (8 žien a 2 muži) vo veku 28-47 rokov. Hodnotenie prebiehalo v dopoludňajších hodinách v Sensorickom laboratóriu vo

Výskumnom centre AgroBioTech. Na 9 bodovej intenzitnej škále (1-najnižšia intenzita, 9-najvyššia intenzita) hodnotitelia analyzovali vzorky so zameraním sa na znaky: intenzita oranžovej farby (min.=žltá mrkva; max.=tmavo-oranžová mrkva), pach po silici (min.= veľmi slabý pach po silici; max.= veľmi silný pach po silici), chrumkavosť (min.= minimum, veľmi tichý zvuk; max.= maximum, veľmi hlasný zvuk), žuvateľnosť (min.= minimálna sila, vzorka rýchlo zmizne v ústach; max.= maximálna sila, rozžúť vzorku trvá dlho, viac ako 20 rozžutí), sladká chuť (min.= veľmi slabá sladká chuť; max.= veľmi silná sladká chuť), chuť po silici (min.= veľmi slabá chuť po silici; max.= veľmi silná chuť po silici), dochuť (min.= žiadna dochuť; max.= veľmi intenzívna dochuť) a celkový dojem (vyrovnanosť medzi pachovými, texturálnymi a chuťovými parametrami; min. = minimálna vyrovnanosť; max.= maximálna vyrovnanosť). Získané výsledky boli spracované pomocou štatistického softvéru XLSTAT (v.2023.1.6). Výsledky boli vyhodnotené pomocou Shapiro-Wilkovho testu, ANOVA a Tukeyho testu na hladine významnosti  $\alpha \leq 0,05$ .

## Výsledky a diskusia

### *Stanovenie vitamínu C*

V kontrolnej vzorke, v sous-vide mrkve, ako aj v SV mrkve s prídavkom vybraných rastlinných silíc bol stanovený obsah vitamínu C (Tabuľka 2). Kontrolná vzorka obsahovala  $175,67 \pm 10,62$  mg/kg vitamínu C. Výrazný nárast koncentrácie vitamínu C ( $417,33 \pm 5,87$  mg/kg) bol vo vzorke SV mrkvy s prídavkom vavrínu kubébového. Naopak, po prídavku limetovej silice sa vo vzorkách SV mrkvy zaznamenal štatisticky preukazný úbytok obsahu vitamínu C  $107,04 \pm 39,51$  ( $\alpha \leq 0,05$ ). Prídavok tymiánu do vákuového balenia k mrkve, pred varením, nemal štatisticky výrazný vplyv na obsah vitamínu C ( $\alpha \geq 0,05$ ). Neexistujú štúdie, ktoré by sledovali zmeny obsahu vitamínu C v sous-vide zelenine s prídavkom EO, avšak štúdia López-Gómez et al. (2023) sa ako prvá venovala štúdiu účinkov EO ako aktívnych obalov na hlavný antioxidačný systém skladovaného citróna (aktivity enzýmov, vitamín C, kyselina dehydroaskorbová a fenolové zlúčeniny). V tejto štúdii potvrdili nárast obsahu vitamínu C v citrónu uskladnenom v aktívnom obale z EO oproti kontrole, pravdepodobne v dôsledku ochranného účinku EO (López-Gómez et al., 2023).

### *Hodnotenie textúry*

Z priemerných hodnôt nameraných texturometrom (Tabuľka 2) sa zistilo, že pri parametri práca noža/húževnosť boli najvyššie hodnoty zaznamenané u kontroly  $23,96 \pm 5,17$  N/mm.sec a najnižšie hodnoty boli u vzorky s prídavkom tymiánu  $14,28 \pm 4,53$  N/mm.sec. Medzi týmito vzorkami bol potvrdený aj štatisticky preukazný rozdiel na úrovni  $\alpha \leq 0,05$ , čo znamená, že

prídavok tymiánovej silice výrazne znížil húževnosť produktu. Naše výsledky sa čiastočne zhodujú s výsledkami štúdiu Ayala-Zavala et al. (2009), v ktorej riešili vplyv silíc na textúru zemiakov a uvádzajú, že prídavok silíc by mal znižovať rýchlosť mäknutia. Pri parametri pevnosť boli najvyššie hodnoty namerané opäť u kontroly  $2,98 \pm 0,94$  N/mm, naopak najnižšie hodnoty boli u vzorky s prídavkom vavrínu kubébového  $1,85 \pm 0,75$  N/mm. Pri tomto parametri neboli medzi vzorkami zistené žiadne štatisticky preukazné rozdiely  $\alpha \geq 0,05$ . Možno povedať, že vybrané rastlinné silice sú vhodné na použitie sous-vide mrkvy z hľadiska nemennosti pevnosti produktu. Toto vyjadrenie je v súlade s výskumom Tzortzakakis (2007), v ktorom aplikovali EO na paradajky a potvrdili, že si zachovali svoju pevnosť.

**Tabuľka 2** Priemerné hodnoty texturálnych parametrov stanovené texturometrom a priemerné koncentrácie vitamínu C stanovené HPLC-DAD v sous-vide mrkve s prídavkom vybraných silíc a v kontrolnej vzorke

Vzorka	Analýza textúry		Stanovenie vit. C
	Práca noža/húževnatosť (N/mm.sec)	Pevnosť (N/mm)	mg vitamínu C/kg sušiny
Kontrola	23,96 <sup>ab</sup> ± 5,17	2,98 <sup>ab</sup> ± 0,94	175,67 <sup>b</sup> ± 10,62
Vavrín kubébový	23,72 <sup>abc</sup> ± 8,51	1,85 <sup>b</sup> ± 0,75	417,33 <sup>a</sup> ± 5,87
Tymián	14,28 <sup>c</sup> ± 4,53	2,92 <sup>ab</sup> ± 1,26	154,69 <sup>b</sup> ± 16,60
Limeta	20,28 <sup>bc</sup> ± 3,30	2,04 <sup>b</sup> ± 0,43	107,04 <sup>c</sup> ± 39,51

Poznámka: Výsledky z hodnotenia texturálnych parametrov (n=6) a výsledky z hodnotenia stanovenia koncentrácie vitamínu C (n=3) sú vyjadrené ako priemer ± smerodajná odchýlka; <sup>a,b,c</sup> – rozdielne písmená v hornom indexe predstavujú rozdiely medzi vzorkami na štatisticky preukaznej úrovni ( $\alpha \leq 0,05$ ).

### Senzorické hodnotenie

Pri obohacovaní potravín o esenciálne silice musíme brať do úvahy ich vplyv na organoleptické vlastnosti (Tabuľka 3). Počas hodnotenia boli štatisticky preukazné rozdiely ( $\alpha < 0,05$ ) pozorované pri znakoch intenzita oranžovej farby, pach po silici a chuť po silici. Podobnú farbu ako kontrola (K) si zachovali vzorky s prídavkom tymiánového a limetového EO (6 bodov, 5,4 bodu a 6 bodov, respektívne). Naopak vzorka obohatená o EO z vavrína kubébového bola preukazne bledšia (4,2 bodu) ako kontrola a vzorka s prídavkom EO z limety ( $\alpha < 0,05$ ). Čo sa týka pachu a chuti po prídavku rastlinných silíc, preukazný rozdiel ( $\alpha < 0,05$ ) bol pozorovaný medzi vzorkami s tymiánovou (6,7 bodu a 6,7 bodu) a limetovou silicou (3,6 bodu a 3,3 bodu), pričom vzorka s obsahom tymiánovej silice bola označená za intenzívnejšiu v oboch znakoch. Pri hodnotení ostatných znakov neboli medzi vzorkami pozorované preukazné rozdiely ( $\alpha > 0,05$ ), takže na hodnotiteľov pôsobili vzorky rovnako. Trejo Araya et al. (2009) a Koç et al. (2017) uskutočnili senzorické hodnotenie SV mrkvy s 10 trévanými hodnotiteľmi avšak bez prídavku silíc. Vo svojich štúdiách sa venovali vplyvu rôznych spôsobov varenia, vrátane SV, na organoleptické vlastnosti mrkvy. Na základe lepšieho zachovania farby a nutrientov je podľa Koç et al. (2017) najvhodnejšie použiť SV techniku. Gutierrez et al. (2009) vo svojej práci sledovali prijateľnosť tymiánovej a oreganovej silice na čerstvú mrkvu a šalát, pričom hodnotiteľom počas doby skladovania vyhovovala iba kombinácia týchto silíc s mrkvou. Okrem toho boli účinky rastlinných silíc (tymián, vavrín) na organoleptické vlastnosti sledované aj na mäse a mäsových výrobkoch (Mantzourani et al., 2023), rybách (Erkan et al., 2011), jahodách (Martínez et al., 2018, Tančinová et al., 2022) a na ovse (Božik et al., 2017). V dostupnej literatúre neexistujú relevantné štúdie, ktoré by sa venovali vplyvu rastlinných silíc na organoleptické vlastnosti SV mrkvy.

**Tabuľka 3** Vplyv vybraných rastlinných silíc na organoleptické vlastnosti SV mrkvy

Hodnotený znak	Vzorky			
	Kontrola	Vavrín kubébový	Tymián	Limeta
Intenzita oranžovej farby	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	4,20 <sup>b</sup> ± 0,75	5,40 <sup>ab</sup> ± 1,28	6,00 <sup>a</sup> ± 1,55
Pach po silici	NA	5,30 <sup>ab</sup> ± 1,55	6,70 <sup>a</sup> ± 1,35	3,60 <sup>b</sup> ± 1,02
Chrumkavosť	5,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,70 <sup>a</sup> ± 1,55	4,70 <sup>a</sup> ± 1,55	6,10 <sup>a</sup> ± 1,22
Žuvateľnosť	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>a</sup> ± 1,28	4,20 <sup>a</sup> ± 1,66	6,00 <sup>a</sup> ± 1,10



Hodnotené znaky	Vzorky			
	Kontrola	Vavrín kubébový	Tymián	Limeta
Sladká chuť	5,00 <sup>a</sup> ± 0,00	4,70 <sup>a</sup> ± 1,19	5,00 <sup>a</sup> ± 1,41	5,20 <sup>a</sup> ± 1,83
Chuť po silici	NA	4,90 <sup>ab</sup> ± 1,51	6,70 <sup>a</sup> ± 1,10	3,30 <sup>b</sup> ± 1,49
Dochuť	4,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,00 <sup>a</sup> ± 1,55	5,60 <sup>a</sup> ± 1,50	4,00 <sup>a</sup> ± 1,00
Celkový dojem	5,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,40 <sup>a</sup> ± 1,28	5,00 <sup>a</sup> ± 1,34	5,20 <sup>a</sup> ± 1,47

Poznámka: Výsledky sú vyjadrené ako priemer ± štandardná odchýlka bodového ohodnotenia získaného od 10 hodnotiteľov; NA – neaplikovateľné; <sup>a,b</sup> – rozdielne písmená v hornom indexe predstavujú rozdiely medzi vzorkami na štatisticky preukaznej úrovni ( $\alpha < 0,05$ ).

## Záver

Celkovo môžeme výsledky zo senzorickej analýzy sous-vide (SV) mrkvy zhodnotiť veľmi pozitívne, nakoľko prídavok rastlinných silíc (EO) nemal negatívny vplyv na sledované znaky v porovnaní s kontrolnou vzorkou. K známym antimikrobiálnym a antioxidačným aktivitám vybraných EO sme predložili výsledky senzorickej analýzy, na základe ktorej možno predpokladať vhodnosť použitia vybraných EO (vavrín kubébový, tymián a limeta) na predĺženie trvanlivosti SV mrkvy bez výraznej, resp. nepríjemnej zmeny organoleptických vlastností. Z testovaných silíc je za najvhodnejšiu silicu odporúčaný vavrín kubébový, ktorý mal najlepšie bodové hodnotenie v celkovom dojme a zvýšil obsah vitamínu C v SV mrkve, ktorá zároveň ostala rovnako húževnatá ako kontrola bez štatisticky významnej zmeny pevnosti. Tymiánová silica mala štatisticky nevýznamný vplyv na zmenu obsahu vitamínu C a zmenu pevnosti mrkvy oproti kontrolnej vzorky. Na základe získaných výsledkov je možné odporučiť silice v poradí vavrín kubébový > limeta > tymián.

## Podakovanie

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore projektu č. 18-GASPU-2021 “Moderné postupy a technológie zvyšujúce kvalitu vybraného sous-vide potravinového modelu” Grantovej agentúry SPU v Nitre; vďaka podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-20-0058 „Potenciál rastlinných silíc z aromatických rastlín na lekárske použitie a na konzerváciu potravín“; vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a inovácie pre projekt: Podpora výskumných aktivít vo VC ABT, 313011T465, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

**Kontaktná adresa:** Ing. Patrícia Joanidis, PhD., Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: patricia.joanidis@uniag.sk

## Literatúra

- Ahmed, L. I., Ibrahim, N., Abdel-Salam, A. B., Mogahed Fahim, K. 2021. Potential application of ginger, clove and thyme essential oils to improve soft cheese microbial safety and sensory characteristics. In *Food Bioscience*, vol. 42, 14 pp. Dostupné na: doi: 10.1016/j.fbio.2021.101177
- Ayala-Zavala, J. F., González-Aguilar, G. A., Del-Toro-Sánchez, L. 2009. Enhancing Safety and Aroma Appealing of Fresh-Cut Fruits and Vegetables Using the Antimicrobial and Aromatic Power of Essential Oils. In *Journal of Food Science*, vol. 74, no. 7, pp. R84-91. Dostupné na: doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01294.x
- Baardseth, P., Bjerke, F., Martinsen, B. K., Skrede, G. 2010. Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus* var. *napobrassica*) processed by methods used in catering. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 90, no. 7, pp. 1245-1255. Dostupné na: doi: 10.1002/jsfa.3967

- Baldwin, D. E. 2012. Sous vide cooking: A review. In *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 1, no. 1, pp. 15-30. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ijgfs.2011.11.002
- Božik, M., Cíсарová, M., Tančinová, D., Kouřimská, L., Hleba, L., Klouček, P. 2017. Selected essential oil vapours inhibit growth of *Aspergillus* spp. in oats with improved consumer acceptability. In *Industrial Crops and Products*, vol. 98, pp. 146-152. Dostupné na: doi: 10.1016/j.indcrop.2016.11.044
- El-Sayed, S. M., El-Sayed, H. S. 2021. Antimicrobial nanoemulsion formulation based on thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil for UF labneh preservation. In *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 10, pp. 1029-1041. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jmrt.2020.12.073
- Erkan, N., Tosun, Ş. Y., Ulusoy, Ş., Üretener, G. 2011. The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. In *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, vol. 6., pp. 39-48. Dostupné na: doi: 10.1007/s00003-010-0587-x
- Gutierrez, J., Bourke, P., Lonchamp, J., Barry-Ryan, C. 2009. Impact of plant essential oils on microbiological, organoleptic and quality markers of minimally processed vegetables. In *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 10, no. 2, pp. 195-202. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ifset.2008.10.005
- Chiavaro, E., Mazzeo, T., Visconti, A., Manzi, C., Fogliano, V., Pellegrini, N. 2012. Nutritional Quality of Sous Vide Cooked Carrots and Brussels Sprouts. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 60, no. 23, pp. 6019-6025. Dostupné na: doi: 10.1021/jf300692a
- Jacobo-Velázquez, D. A. 2023. Transformation of carrots into novel food ingredients and innovative healthy foods. In *Applied Food Research*, vol. 3, no. 1, 6 pp. Dostupné na: doi: 10.1016/j.afres.2023.100303
- Jiang, Y., Wu, N., Fu, Y. J., Wang, W., Luo, M., Zhao, C. J., Zu, Y. G., Liu, X. L. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. In *Environmental Toxicology and Pharmacology*, vol. 32, no. 1, pp. 63-68. Dostupné na: doi: 10.1016/j.etap.2011.03.011
- Ju, S. P., Chen, H. Y., Shih, C. W. 2018. Investigating mechanical properties of polymethylmethacrylate/silver nanoparticle composites by molecular dynamics simulation. In *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 20, no. 1, 17 pp. Dostupné na: doi: 10.1007/s11051-017-4105-2
- Koç, M., Baysan, U., Devseren, E., Okut, D., Atak, Z., Karataş, H., Kaymak-Ertekin, F. 2017. Effects of different cooking methods on the chemical and physical properties of carrots and green peas. In *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 42, pp. 109-119. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ifset.2017.06.010
- Mantzourani, I., Daoutidou, M., Nikolaou, A., Kourkoutas, Y., Alexopoulos, A., Tzavellas, I., Dasenaki, M., Thomaidis, N., Plessas, S. 2023. Microbiological stability and sensorial valorization of thyme and oregano essential oils alone or combined with ethanolic pomegranate extracts in wine marinated pork meat. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 386, 9 pp. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2022.110022
- Martínez, K., Ortiz, M., Albis, A., Gutiérrez Castañeda, C. G., Valencia, M. E., Grande Tovar, C. D. 2018. The Effect of Edible Chitosan Coatings Incorporated with *Thymus capitatus* Essential Oil in the Shelf-Life of Strawberry (*Fragaria x ananassa*) during Cold Storage. In *Biomolecules*, vol. 8, no. 4, 23 pp. Dostupné na: doi: 10.3390/biom8040155
- Mazurek, A., Jamroz, J. 2015. Precision of dehydroascorbic acid quantitation with the use of the subtraction method – Validation of HPLC–DAD method for determination of total vitamin C in food. In *Food Chemistry*, vol. 173, pp. 543-550. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2014.10.065
- Patras, A., Brunton, N. P., Butler, F. 2010. Effect of water immersion and sous-vide processing on antioxidant activity, phenolic, carotenoid content and color of carrot disks. In *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 34, no. 6, pp. 1009-1023. Dostupné na: doi: 10.1111/j.1745-4549.2009.00434.x
- Ribeiro Corrêa, A. N., Weimer, P., Rossi, R. C., Hoffmann, J. F., Scherer Koester, L., Sayuri Suyenaga, E., Dietrich Ferreira, C. 2023. Lime and orange essential oils and d-limonene as a potential COVID-19 inhibitor: Computational, *in chemico*, and cytotoxicity analysis. In *Food Bioscience*, vol. 51, 8 pp. Dostupné na: doi: 10.1016/j.fbio.2022.102348
- Schellekens, M. 1996. New research issues in sous.vide cooking. In *Trends in Food Science and Technology*, vol. 7, no. 8, pp. 256-262. Dostupné na: doi: 10.1016/0924-2244(96)10027-3
- Sila, D. N., Doungla, E., Smout, C., Van Loey, A., Hendrickx, M. 2006. Pectin Fraction Interconversions: Insight into Understanding Texture Evolution of Thermally Processed Carrots. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, no. 22, pp. 8471-8479. Dostupné na: doi: 10.1021/jf0613379
- Spadaro, F., Costa, R., Circosta, C., Occhiuto, F. 2012. Volatile Composition and Biological Activity of Key Lime *Citrus aurantifolia* Essential Oil. In *Natural Product Communications*, vol. 7, no. 11, pp. 1523-1526. Dostupné na: doi: 10.1177/1934578X1200701128
- Tančinová, D., Mašková, Z., Mendelová, A., Foltinová, D., Barboráková, Z., Medo, J. 2022. Antifungal Activities of Essential Oils in Vapor Phase against *Botrytis cinerea* and Their Potential to Control Postharvest Strawberry Gray Mold. In *Foods*, vol. 11, no. 19, 14 pp. Dostupné na: doi: 10.3390/foods11192945
- Trejo Araya, X. I., Smale, N., Zabaras, D., Winley, E., Forde, C., Stewart, C. M., Mawson, A. J. 2009. Sensory perception and quality attributes of high pressure processed carrots in comparison to raw, sous-vide and cooked

carrots. In *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 10, no. 4, pp. 420-433. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ifset.2009.04.002

Tzortzakis, N. G. 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. In *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 8, no. 1, pp. 111-116. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ifset.2006.08.001

Wang, Y., Cen, C., Chen, J., Zhou, C., Fu, L. 2021. Nano-emulsification improves physical properties and bioactivities of *Litsea cubeba* essential oil. In *LWT-Food Science and Technology*, vol. 137, 9 pp. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2020.110361

Yang, K., Wang, C. F., You, C. X., Geng, Z. F., Sun, R. Q., Guo, S. S., Du, S. S., Liu, Z. L., Deng, Z. W. 2014. Bioactivity of essential oil of *Litsea cubeba* from China and its main compounds against two stored product insects. In *Journal of Asia-Pacific Entomology*, vol. 17, no. 3, pp. 459-466. Dostupné na: doi: 10.1016/j.aspen.2014.03.011

## Vplyv koriandrovej rastlinnej silice v kombinácii so sous vide technológiou na mikrobiologickú kvalitu kuracieho mäsa

The influence of coriander essential oil in combination with sous vide technology on the microbiological quality of chicken meat

Simona KUNOVÁ<sup>1</sup>, Jana ŠTEFÁNIKOVÁ<sup>2</sup>, Patrícia JOANIDIS<sup>2</sup>, Petra BOROTOVÁ<sup>2,3</sup>, Lucia GALOVIČOVÁ<sup>4</sup>, Miroslava KAČÁNIOVÁ<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>2</sup>Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>3</sup>Ústav aplikovanej biológie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>4</sup>Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<sup>5</sup>Katedra bioenergetiky, analýzy potravín a mikrobiológie, Inštitút technológie potravín a výživy, Univerzita Rzeszow, Cwiklinskiej 1, 35-601 Rzeszow, Poľsko

### Abstract

Meat is for its optimal composition and high-water activity suitable breeding ground for undesirable microorganisms that cause microbial spoilage of meat. To prolong of the shelf life of meat and preserve its quality various forms of packaging and treatment can be used. The aim of the present study was to evaluate the microbiological quality of sous vide chicken meat treated with essential oil from coriander after the application of *Salmonella* spp. Samples were taken from sous vide chicken breast meat prepared under vacuum. *Salmonella* spp. and coriander essential oil were applied to chicken breast meat. After application, the samples were prepared by sous vide cooking at three different temperatures (55 °C, 60 °C, and 65 °C) for different time intervals (5, 10, and 25 min). Total viable counts (TVS), coliform bacteria (CB), and *Salmonella* spp. were analysed in the meat samples. Our results showed that *Salmonella* spp. was not present in meat samples treated with coriander essential oil and cooked at a temperature of 55 °C for 25 minutes. Based on our results, we assume that sous vide technology in combination with essential oils is a good alternative in the future to ensure the required microbiological quality of chicken meat.

**Keywords:** chicken breast meat, *Coriandrum sativum*, total viable counts, coliform bacteria, *Salmonella* spp.

### Úvod

Sous vide technológia bola vynájdená v 70. rokoch 20. storočia vo Francúzsku ako prostriedok na minimalizáciu poškodenia proteínov citlivých na teplo v dôsledku zmršťovania mäsa (Ismail et al., 2019). Táto technika bola rozšírená po celom svete a je široko používaná v reštauráciách a domácnostiach. Obľúbenosť sous vide sa pripisuje minimálnym procesom, ktorý produkuje dokonale uvarené mäso a mäsové výrobky (Ruiz-Carrascal et al., 2019).

Najbežnejšie techniky varenia mäsa sú pravdepodobne pečenie, dusenie, grilovanie a vyprážanie; všetky sa uskutočňujú pri veľmi vysokých teplotách a za prítomnosti kyslíka. Na druhej strane varenie vákuovo baleného mäsa metódou sous vide pri relatívne nízkych teplotách a dlhých časoch varenia sa počas posledných dvoch desaťročí objavilo ako populárna technika a vo veľkej miere si ju osvojili reštauračné služby a spracovatelia potravín, aby sa zabezpečili kvalitné jedlá s vysokou senzorickou kvalitou a s dlhšou trvanlivosťou v porovnaní s konvenčnými technológiami varenia a chladenia (Del Pulgar et al., 2012).

Na kazení hydínového mäsa a mäsových výrobkov sa podieľajú rôzne mikroorganizmy, ako sú baktérie, kvasinky a mikroskopické vlákňité huby. Ďalej nevhodné výrobné a skladovacie podmienky mäsa a mäsových výrobkov vedú k výskytu ochorení, ktoré spôsobujú mnohé patogénne baktérie, ako je *Clostridium* spp., *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, O157:H7, *Aeromonas hydrophila* a *Listeria monocytogenes* (Yousefi et al., 2020).

Baktérie rodu *Salmonella* patria k najbežnejším alimentárnym patogénom. Často bývajú izolované zo zvierat určených na získavanie mäsa a sú zodpovedné za zoonotické infekcie u ľudí a živočíšnych druhov vrátane vtákov. Infekcie spôsobené salmonelami teda predstavujú problémy verejného zdravia, zvierat a potravinárskeho priemyslu na celom svete (Jajere, 2019).

Koriander siaty (*Coriandrum sativum* L.) je aromatická bylina, ktorá sa často používa ako korenie v procese varenia. Jeho semená majú dobré nutričné vlastnosti a podporujú funkcie tráviaceho traktu. Koriandrová rastlinná silica sa pripravuje prevažne z plodov a listov, kde je uložená väčšina biologicky aktívnych látok (Neffati a Marzouk, 2008).

Rastlinná silica z koriandra siateho (*Coriandrum sativum* L.) sa vyznačuje antioxidačnou, antimikrobiálnou, protizápalovou, protirakovinovou a cytotoxickou aktivitou. Tieto extrakty a rastlinné silice môžu tiež spomaliť oxidáciu lipidov v potravinových matriciach, takže sa môžu v budúcnosti použiť v potravinárskej technológii ako potenciálne náhrady syntetických antioxidantov pri konzervovaní potravín. Vďaka týmto vlastnostiam môžu rastlinné silice prispieť k zvýšenej stabilite pri skladovaní varených potravinových produktov sous vide (Kačániová a Ivanišová, 2019).

Cieľom predkladanej štúdie bolo zhodnotiť mikrobiologickú kvalitu sous vide kuracieho mäsa ošetrovaného rastlinnou silicou z koriandra po aplikácii *Salmonella enterica* subsp. *enterica*.

### **Materiál a metodika práce**

Na mikrobiologické analýzy boli použité vzorky mäsa z prsnej svaloviny kurčiat. Mäso kurčiat na mikrobiologické vyšetrenie bolo získané z hydiny zabitej vo veku 42 dní.

#### *Salmonella enterica* subsp. *enterica*

Na experimentálne účely bola použitá čistá bakteriálna kultúra *Salmonella enterica* subsp. *enterica* CCM 4420 (Česká zbierka mikroorganizmov, Brno). *Salmonella enterica* subsp. *enterica* bola kultivovaná v tekutom agarovom médiu *Mueller Hinton Broth* (MHB, Oxoid, Veľká Británia) počas 24 hodín, pri teplote 37 °C. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* bola pripravená s koncentráciou  $1,5 \times 10^8$  KTJ a do vzorky bola pridaná v objeme 100 µl.

#### *Rastlinná silica koriandra siateho*

Koriandrová silica sa najčastejšie vyrába destiláciou sušených plodov vodnou parou. K základným zložkám koriandrovej silice patrí D-linalool, α-pinén, myrcén, undekanal, geraniol. Silica má dezinfekčné účinky, používa sa pri kolikách, krčoch, podporuje trávenie a peristaltiku.

Koriandrová silica (*Coriandrum sativum* L.) bola zakúpená od firmy Hanus (Nitra, Slovensko), na analýzy bola použitá v koncentrácii 1 %, na riedenie bol použitý slnečnicový olej.

#### *Príprava vzoriek na analýzy*

Vzorky mäsa boli o hmotnosti 5 g sterilným spôsobom vložené do polyetylénových vreciek a vákuovo zabalené (Proficook PC-VK 1015). Spolu bolo na analýzu použitých 40 vzoriek, ktoré boli rozdelené do 4 skupín po 10 vzoriek.

Vzorky boli označené a ošetrované nasledovným spôsobom:

1. K - kontrolné vzorky – vákuovo balené vzorky bez ošetrenia.
2. KOR - kontrolné vzorky s koriandrovou silicou – vákuovo balené kontrolné vzorky ošetrené 100 µl koriandrovej silice.
3. S - vzorky ošetrené salmonelou – vákuovo balené vzorky ošetrené 100 µl baktériou *Salmonella enterica* subsp. *enterica*
4. S+KOR - vzorky so salmonelou a koriandrovou silicou – vákuovo balené vzorky, ošetrené 100 µl baktériou *Salmonella enterica* subsp. *enterica* a 100 µl koriandrovej silice.

Vákuovo zabalené vzorky mäsa boli varené vo vodnom kúpeli pri teplote od 55 – 65 °C, počas 5-25 minút (tabuľka 1, 2) (sous vide technika). Vzorky boli pripravené v sous vide zariadení CASO SV1000. Kontrola bola vykonaná z mäsa bez tepelnej úpravy. Po sous vide ošetrení boli vzorky skladované pri teplote 4 °C, počas 24 hodín.

**Tabuľka 1** Podmienky sous vide ošetrenia kontrolných skupín vzoriek (K) a kontrolných vzoriek s koriandrovou silicou (KOR)

Kontrolné vzorky bez ošetrenia			Kontrolné vzorky s koriandrovou silicou		
Označenie vzorky	Teplota (°C)	Čas (min)	Označenie vzorky	Teplota (°C)	Čas (min)
K1	4	-	KOR1	4	-
K2	55	5	KOR2	55	5
K3	55	10	KOR3	55	10
K4	55	25	KOR4	55	25
K5	60	5	KOR5	60	5
K6	60	10	KOR6	60	10
K7	60	25	KOR7	60	25
K8	65	5	KOR8	65	5
K9	65	10	KOR9	65	10
K10	65	25	KOR10	65	25

**Tabuľka 2** Podmienky sous vide ošetrenia vzoriek s baktériou *Salmonella enterica* subsp. *enterica* (S) a vzoriek so salmonelou a koriandrovou silicou (S+KOR)

Vzorky s naočkovanou baktériou			Vzorky s naočkovanou baktériou ošetrené koriandrovou silicou		
Označenie vzorky	Teplota (°C)	Čas (min)	Označenie vzorky	Teplota (°C)	Čas (min)
S1	4	-	S+KOR1	4	-
S2	55	5	S+KOR2	55	5
S3	55	10	S+KOR3	55	10
S4	55	25	S+KOR4	55	25
S5	60	5	S+KOR5	60	5
S6	60	10	S+KOR6	60	10
S7	60	25	S+KOR7	60	25
S8	65	5	S+KOR8	65	5
S9	65	10	S+KOR9	65	10
S10	65	25	S+KOR10	65	25

#### Mikrobiologické analýzy

K vzorkách kuracieho mäsa sa pridalo 45 ml 0,1 % fyziologického roztoku. Takto pripravené vzorky boli umiestnené do homogenizátora na 30 minút. Pre každú vzorku bolo pripravené

vhodné sériové desiatkové riedenie vo fyziologickom roztoku. Z pripravených riedení sa napipetovalo 100  $\mu$ l na stuhnuté agarové médium, inokulum sa rozotrela sterilnou L-tyčinkou. Na stanovenie celkového počtu mikroorganizmov (CPM) bol použitý Plate Count Agar (PCA, Oxoid, Veľká Británia), vzorky sa inkubovali pri 30 °C, 48 hodín. Na stanovenie počtu koliformných baktérií (KB) bol použitý Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL, Oxoid, Veľká Británia), vzorky sa inkubovali pri teplote 37 °C, 24 hodín a na stanovenie baktérií *Salmonella* spp. bol použitý Xylose Lysine Deoxycholate agar (XLD, Oxoid, Veľká Británia), vzorky boli inkubované pri teplote 37 °C, 24 hodín.

### Štatistické vyhodnotenie

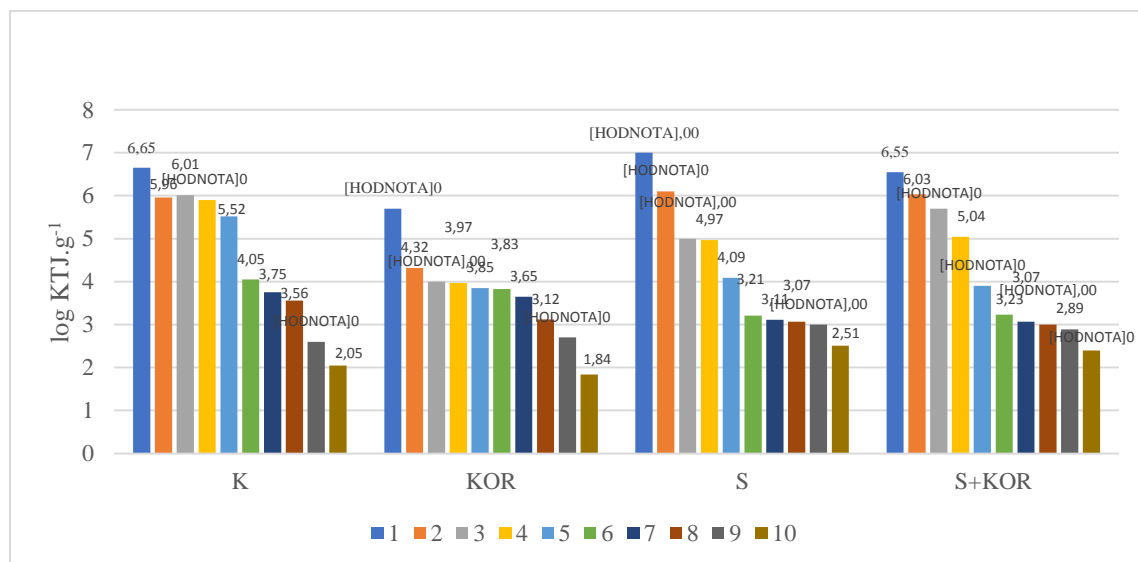
Všetky analýzy boli vykonané v trojnásobnom opakovaní. Štatistická variabilita údajov bola spracovaná pomocou softvéru Microsoft-Excel.

### Výsledky a diskusia

Surové mäso bez antibakteriálnej úpravy je náchylné na mikrobiologickú kontamináciu a rast mnohých bakteriálnych skupín. Predkladaná štúdia bola zameraná na posúdenie mikrobiologických rizík kuracieho mäsa po tepelnej úprave a ošetreného rastlinnou silicou a baktériou *Salmonella enterica* subsp. *enterica*. Sledoval sa vplyv koriandrovej rastlinnej silice v kombinácii s tepelným ošetrením sous vide na vybrané skupiny mikroorganizmov.

Najnižšia hodnota celkového počtu mikroorganizmov (CPM) v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia bola 2,05 log KTJ.g<sup>-1</sup> vo vzorke K10, ktorá bola tepelne upravená pri teplote 65 °C, počas 25 minút, najvyššia hodnota CPM vo vzorkách bez ošetrenia bola 6,65 log KTJ.g<sup>-1</sup> vo vzorke bez tepelnej úpravy (K1).

Hodnota CPM v kontrolnej skupine vzoriek ošetrených koriandrovou silicou sa pohybovala od 1,84 log KTJ.g<sup>-1</sup> vo vzorke po tepelnej úprave pri 65 °C, počas 25 minút (KOR10) do 5,70 log KTJ.g<sup>-1</sup>, vo vzorke bez tepelnej úpravy (KOR1) (obrázok 1).



**Obrázok 1** Hodnoty celkového počtu mikroorganizmov vo vzorkách prsnej svaloviny kurčiat

Hodnoty CPM vo vzorkách naočkovaných salmonelou sa pohybovali v rozmedzí od 2,51 log KTJ.g<sup>-1</sup> do 7,00 log KTJ.g<sup>-1</sup>. Opäť bola najvyššia hodnota CPM vo vzorke, ktorá nebola tepelne ošetrená (S1). Najnižšia hodnota, 2,51 log KTJ.g<sup>-1</sup> bola vo vzorke S13, ktorá bola tepelne ošetrená pri teplote 65 °C počas 25 minút. Podobné výsledky boli zaznamenané vo vzorkách naočkovaných salmonelou a ošetrených koriandrovou silicou, kde najnižšia hodnota CPM bola 2,40 log KTJ.g<sup>-1</sup> vo vzorke po tepelnej úprave pri 65 °C, počas 25 minút

(S+KOR10) a najvyššia hodnota CPM bola  $6,55 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ , opäť vo vzorke bez tepelnej úpravy (S+KOR1) (obrázok 1).

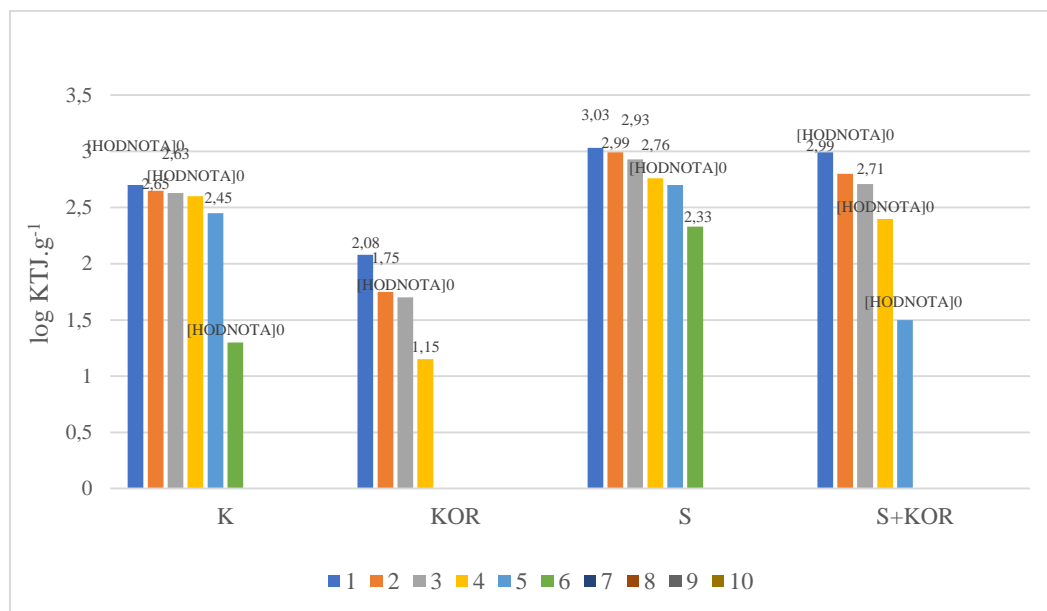
Kačániová et al. (2021) skúmali mikrobiologickú kvalitu sous vide kuracieho mäsa naočkovaného baktériou *Salmonella enterica* subsp. *enterica* a ošetreného anízovou rastlinnou silicou. Autori zistili, že hodnoty CPM vo vzorkách mäsa bez pridania silice sa pohybovali od 1,85 do  $7,21 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ , zatiaľ čo hodnoty CPM vo vzorkách mäsa s prídavkom anízovej silice boli v rozmedzí od 1,82 do  $6,22 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ . Akoğlu et al. (2018) sledovali trvanlivosť morčacieho mäsa tepelne upraveného pri teplote  $65^\circ\text{C}$ , počas 40 minút a skladovaného pri  $4^\circ\text{C}$ , 35 dní. Autori zistili, že hodnota mezofilných baktérií sa pohybovala od  $2,05 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  po 1. dni skladovania do  $5,89 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  po 35. dni skladovania.

Hodnoty koliformných baktérií (KB) v kontrolnej skupine bez ošetrenia sa pohybovali od  $1,30 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  vo vzorke po tepelnej úprave pri  $60^\circ\text{C}$ , počas 10 minút (K6) do  $2,70 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  vo vzorke bez tepelného ošetrenia (K1). Vo vzorkách, ktoré boli podrobené tepelnej úprave  $60^\circ\text{C}$ , počas 25 minút a  $65^\circ\text{C}$ , nebol zaznamenaný rast KB.

Vo vzorkách ošetrených koriandrovou silicou bola najvyššia hodnota KB opäť vo vzorke KOR1, teda bez tepelného ošetrenia ( $2,08 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ ). Najvyššia hodnota KB bola vo vzorke po tepelnej úprave pri  $55^\circ\text{C}$ , počas 25 minút – KOR4 ( $1,15 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ ). V ostatných vzorkách ošetrených koriandrovou silicou nebol zaznamenaný rast KB.

Hodnoty KB vo vzorkách mäsa naočkovaných salmonelou sa pohybovali v rozmedzí od  $2,33 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  (S6) do  $3,03 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  (S1), pričom posledná vzorka, v ktorej bol pozorovaný rast koliformných baktérií bola vzorka S6, ktorá bola pripravovaná pri teplote  $60^\circ\text{C}$  počas 10 minút.

Hodnoty KB vo vzorkách naočkovaných salmonelou a ošetrených koriandrovou silicou sa pohybovali v rozmedzí od  $1,50 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  (S+KOR5) do  $2,99 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  (S+KOR1), pričom posledná vzorka, v ktorej bol pozorovaný rast kolónií koliformných baktérií bola vzorka S+KOR5, ktorá bola pripravovaná pri teplote  $60^\circ\text{C}$  počas 5 minút (obrázok 2).



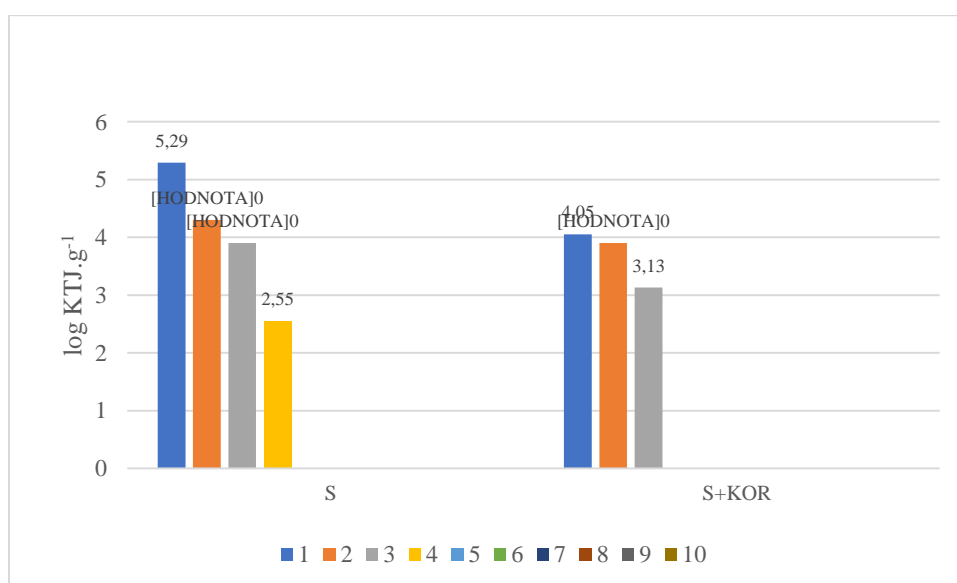
**Obrázok 2** Hodnoty počtu koliformných baktérií vo vzorkách prsnej svaloviny kurčiat

Diaz et al. (2008) skúmali trvanlivosť sous vide bravčového karé, ošetreného pri teplote  $70^\circ\text{C}$ , počas 12 hodín. Po 10 týždňoch skladovania zistili, že počty baktérií z čeľade *Enterobacteriaceae* boli menej ako  $1 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ , čo dokázalo, že používanie sous vide metódy a spôsob balenia majú pozitívny vplyv na trvanlivosť mäsa. Jeong et al. (2018) skúmali vplyv sous vide technológie na mikrobiologickú kvalitu bravčovej šunky. Autori



zistili, že hodnota koliformných baktérií surového mäsa bola  $3,67 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ , následne po varení za prístupu vzduchu pri teplote  $51 \text{ }^\circ\text{C}$ , počas 45 minút, klesla hodnota koliformných baktérií na  $0,33 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  a vo vzorkách pripravených sous vide metódou pri teplote  $61 \text{ }^\circ\text{C}$ , počas 45 minútach nebol zaznamenaný výskyt koliformných baktérií. Yikmi et al. (2018) uvádzajú, že sous vide produkty skladované pri teplote  $3$  a  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  si zachovávajú mikrobiologickú stabilitu až 40 dní, zatiaľ, čo produkty skladované pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  sú mikrobiologicky stabilné menej ako 9 dní.

V prípade sous vide metódy, sú hlavnými záujmovými patogénmi druhy rodu *Salmonella* a patogénne kmene *E. coli*. Existuje mnoho ďalších potravinových patogénov, ale tieto dva druhy sú relatívne odolné voči teplu a vyžadujú len veľmi málo vegetatívnych baktérií na gram, aby spôsobili ochorenia (Baldwin et al., 2012). Vo vzorkách kuracieho mäsa naočkovaných salmonelou sa počet baktérií *Salmonella* spp. pohyboval od  $2,55 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  (S4) do  $5,29 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  (S1), pričom posledná vzorka, v ktorej bol pozorovaný rast salmonel, bola vzorka S4, ktorá bola pripravovaná pri teplote  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  počas 25 minút (obrázok 3).



Obrázok 3 Hodnoty *Salmonella* spp. vo vzorkách prsnej svaloviny kurčiat

Vo vzorkách naočkovaných salmonelou a ošetrených koriandrovou silicou, bola najnižšia hodnota baktérií *Salmonella* spp.  $3,13 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  vo vzorke S+KOR3 a navyššia hodnota bola  $4,05 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ , vo vzorke S+KOR1. Posledná vzorka, na ktorej bol pozorovaný rast baktérií *Salmonella* spp. bola vzorka S+KOR3, ktorá bola pripravovaná pri teplote  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  počas 10 minút (obrázok 3).

Hunt et al. (2023) skúmali vplyv sous vide metódy na zníženie množstva salmonel v hovädzom mäse. Autori zistili, že sous vide metóda dokázala účinne znížiť koncentráciu baktérií rodu *Salmonella* aspoň o  $5 \log \text{KTJ.g}^{-1}$  v steakoch varených pri teplote  $54,4 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $51,6 \text{ }^\circ\text{C}$ . Lixandru et al. (2010) hodnotili antimikrobiálnu aktivitu rastlinných silíc extrahovaných z koriandra a iných rastlín proti 11 rôznym bakteriálnym a trom kmeňom húb patriacim k druhom, o ktorých sa uvádza, že sa podieľajú na otravách jedlom a rozklade potravín. Patria sem *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella enterica*, *L. monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *C. albicans* a *Aspergillus niger*. Koriandrová silica vykazovala najlepšiu antibakteriálnu aktivitu zo všetkých rastlinných silíc, zatiaľ čo tymianová a mäťová silica lepšie inhibovali mikroskopické huby.

## Záver

Mikrobiologická kontaminácia kuracieho mäsa môže byť ovplyvnená podmienkami spracovania a skladovania. Na zabezpečenie konečnej kvality mäsa je nevyhnutná počiatočná kvalita surovín. Na základe výsledkov, môžeme predpokladať, že sous vide metóda v kombinácii s rastlinnými silicami je dobrou alternatívou na zabezpečenie požadovanej mikrobiologickej kvality kuracieho mäsa počas skladovania. Zároveň predpokladáme, že sous vide technológia môže mať veľký význam na predĺženie trvanlivosti nielen mäsa a mäsových výrobkov, ale tiež mnohých iných potravín. Použitie sous vide metódy v kombinácii s rastlinnými silicami umožňuje predĺženie trvanlivosti mäsa a tým prispieva k zvýšeniu jeho bezpečnosti.

## Pod'akovanie

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore projektu č. 18-GASPU-2021 "Moderné postupy a technológie zvyšujúce kvalitu vybraného sous-vide potravinového modelu" Grantovej agentúry SPU v Nitre; vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a inovácie pre projekt: Podpora výskumných aktivít vo VC ABT, 313011T465, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja; vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a vďaka podpore Agentúry na výskum a vývoj SR na základe Zmluvy č. APVV-20-0058 „Potenciál esenciálnych olejov z aromatických rastlín na lekárske použitie a konzerváciu potravín“.

**Kontaktná adresa:** doc. Ing. Simona Kunová, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, simona.kunova@uniag.sk

## Literatúra

- Akoğlu, I. T., Bıyıklı, M., Akoğlu, A., Kurhan, Ş. 2018. Determination of the quality and shelf life of sous vide cooked turkey cutlet stored at 4 and 12 °C. In *Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 20, pp. 1-8. Dostupné na: doi: [10.1590/1806-9061-2017-0571](https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0571)
- Baldwin, D. E. 2012. Sous vide cooking: A review. In *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 1, pp. 15-30. Dostupné na: doi: [10.1016/j.ijgfs.2011.11.002](https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.002)
- Del Pulgar, J. S., Gazquez, A., Ruiz-Carrascal, J. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. In *Meat Science*, vol. 90, pp. 828-835. Dostupné na: doi: [10.1016/j.meatsci.2011.11.024](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.024)
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., Banon, S. 2008. Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. In *Meat Science*, vol. 80, pp. 287-292. Dostupné na: doi: [10.1016/j.meatsci.2007.12.002](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.002)
- Ismail, I., Hwang, Y.-H., Joo, S.-T. 2019. Effect of different temperature and time combinations on quality characteristics of sous-vide cooked goat *gluteus medius* and *biceps femoris*. In *Food and Bioprocess Technology*, vol. 12, pp. 1000-1009. Dostupné na: doi: [10.1007/s11947-019-02272-4](https://doi.org/10.1007/s11947-019-02272-4)
- Jajere, S. M. 2019. A review of *Salmonella enterica* with particular focus on the pathogenicity and virulence factors, host specificity and antimicrobial resistance including multidrug resistance. In *Veterinary world*, vol. 12, pp. 504-521. Dostupné na: doi: [10.14202/vetworld.2019.504-521](https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.504-521)
- Jeong, K., Hyeonbin, O., Shin, S. Y., Kim, Y.-S. 2018. Effects of sous-vide method at different temperatures, times and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham. In *Meat Science*, vol. 143, pp. 1-7. Dostupné na: doi: [10.1016/j.meatsci.2018.04.010](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.010)
- Kačániová, M., Ivanišová, E. 2019. Antioxidant and antimicrobial activities of coriander (*Coriandrum sativum*) In *Coriander – dietary sources, properties and health benefits*. Semwal, D. K., New York: Nova Science Publishers, 2019, pp. 63-93.
- Kačániová, M., Fatrcová Šramková, K., Schwarzová, M., Kunová, S., Tvrďá, E. 2021. Microbiological quality of chicken breast Sous vide meat after *Salmonella enterica* subsp. *enterica* and *Pimpinella anisum* essential oil. In *Journal of Hygienic Engineering and Design*, ISSN 1857-8489, vol. 37, pp. 13-19.

**Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke,  
potravinárske a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave, 2023**

- Lixandru, B. E., Drăcea, N. O., Dragomirescu, C. C., Drăgulescu, E. C., Coldea, I. L., Anton, L., Dobre, E., Rovinaru, C., Codiță, I. 2010. Antimicrobial activity of plant essential oils against bacterial and fungal species involved in food poisoning and/or food decay. In *Roumanian Archives of Microbiology and Immunology*, vol. 69, pp. 224-230.
- Neffati, M., Marzouk, B. 2008. Changes in essential oil and fatty acid composition in coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves under saline conditions. In *Industrial Crops and Products*, vol. 28, pp. 137-142. Dostupné na: doi: [10.1016/j.indcrop.2008.02.005](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.02.005)
- Ruiz-Carrascal, J., Roldan, M., Refolio, F., Perez-Palacios, T., Antequera, T. 2019. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach. In *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 16, pp. 100138. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ijgfs.2019.100138
- Yıkın Ş., Aksu, H., Gökçe Çöl, B., Demirçakmak, L. 2018. Evaluation of sous-vide technology in gastronomy. In *International Journal of Agriculture and Life Science*, vol. 4, pp. 226-231. Dostupné na: doi: 10.22573/spg.ijals.018.s12200088
- Yousefi, M., Khorshidian, N., Hosseini, H. 2020. Potential application of essential oils for mitigation of *Listeria monocytogenes* in meat and poultry products. In *Frontiers in Nutrition*, vol. 7. Dostupné na: doi: [10.3389/fnut.2020.577287](https://doi.org/10.3389/fnut.2020.577287)

Názov publikácie: Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave

Zostavili: Adamčíková Katarína, Golian Jozef

Grafická úprava: Semjon Boris

Autori: kolektív autorov

Vydavateľ: Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV, online zborník vedeckých prác

Rok vydania: 2023

Počet strán: 208

Vydanie: prvé

Forma vydania: online

Materiál neprešiel jazykovou úpravou.  
Za obsahovú a jazykovú stránku zodpovedajú autori textu.

ISBN 978-80-974779-0-5



**Ústav  
ekológie  
lesa  
SAV**

ISBN 978-80-974779-0-5