



KEY Publishing

**Simona Kunová
Peter Haščík
Patrik Rovný
Martin Mellen
Miroslava Kačániová**



**Mikrobiologická kvalita
mäsa kurčiat ošetreného
rastlinnými silicami**

Edice MONOGRAFIE

MIKROBIOLOGICKÁ KVALITA MÄSA KURČIAT OŠETRENÉHO RASTLINNÝMI SILICAMI

VEDECKÁ MONOGRAFIA

Simona Kunová
Peter Haščík
Patrik Rovný
Martin Mellen
Miroslava Kačániová



KEY Publishing s.r.o.
Ostrava

2021

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Kunová, Simona, 1979-

Mikrobiologická kvalita mäsa kurčiat ošetrovaného rastlinnými silicami : vedecká monografia / Simona Kunová, Peter Haščík, Patrik Rovný, Martin Mellen, Miroslava Kačániová. -- Vydanie: prvé. -- Ostrava : Key Publishing s.r.o., 2021. -- 64 stran. -- (Monografie)

Anglické a slovenské resumé

Obsahuje bibliografiu

ISBN 978-80-7418-384-3 (brožováno)

ISBN 978-80-7418-387-4 (PDF, online)

DOI 10.15414/2022.9788074183874

- kuřecí maso
- mikrobiologická analýza
- kolektivní monografie

Autori:

doc. Ing. Simona Kunová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva

prof. Ing. Peter Haščík, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva

doc. Ing. Patrik Rovný, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta ekonomiky a manažmentu, Ústav marketingu, obchodu a sociálnych štúdií

doc. Ing. PhDr. Martin Mellen, PhD., Slovenské mäso, s.r.o. Semerovo

prof. Ing. Miroslava Kačániová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Ústav záhradníctva

Recenzenti:

prof. RNDr. Leona Buňková, PhD., Univerzita Tomáša Baťu v Zlíne, Technologická fakulta, Ústav inžinierstva ochrany životného prostredia

prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc., Vysoká škola obchodní a hotelová v Brne, Katedra gastronómie a hotelníctví

©Simona Kunová, Peter Haščík, Patrik Rovný, Martin Mellen, Miroslava Kačániová, 2021

Foto na obálce © Depositphotos.com/bukhta79; ArtCook Studio

ISBN 978-80-7418-384-3 (brož.)

ISBN 978-80-7418-387-4 (PDF, online)

DOI: <https://doi.org/10.15414/2022.9788074183874>

Published under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License

POĎAKOVANIE

Vedecká monografia bola realizovaná a financovaná za podpory projektu **SK-BY-RD-19-0014**.

Autori

OBSAH

Zoznam tabuliek.....	7
Zoznam obrázkov.....	7
Úvod.....	9
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	10
1.1 Mäso hydiny.....	10
1.2 Determinanty kvality mäsa hydiny.....	10
1.2.1 Vzhľad (farba).....	10
1.2.2 Textúra.....	10
1.2.3 Chuť.....	10
1.2.4 Nutričná kvalita.....	11
1.2.5 pH hodnota.....	11
1.3 Stabilita hydínového mäsa.....	11
1.3.1 Mikrobiálne zaťaženie.....	11
1.4 Bakteriálna kontaminácia hydínového mäsa.....	12
1.4.1 Zdroje bakteriálnej kontaminácie hydínového mäsa.....	13
1.5 Variabilita bakteriálnej kontaminácie.....	14
1.5.1 Variabilita bakteriálnej kontaminácie vzhľadom na druh mäsa.....	14
1.5.2 Variabilita bakteriálnej kontaminácie vzhľadom na teplotu skladovania.....	14
1.5.3 Variabilita bakteriálnej kontaminácie vzhľadom na zloženie plynu v balení.....	15
1.6 Vplyv balenia na trvanlivosť hydínového mäsa.....	15
1.6.1 Balenie v modifikovanej atmosfére s vysokou koncentráciou.....	15
1.6.2 Balenie v modifikovanej atmosfére s nízkou koncentráciou O ₂	16
1.6.3 Vákuové balenie.....	16
1.7 Charakteristika mikroorganizmov kontaminujúcich hydínové mäso.....	16
1.7.1 Rod <i>Pseudomonas</i>	17
1.7.2 Rod <i>Lactobacillus</i>	18
1.7.3 Rod <i>Campylobacter</i>	18
1.7.4 Rod <i>Escherichia</i>	19
1.7.5 Rod <i>Salmonella</i>	20
1.7.6 Rod <i>Listeria</i>	20
1.7.7 Rod <i>Staphylococcus</i>	21
1.7.8 Rod <i>Yersinia</i>	22
1.7.9 Rod <i>Serratia</i>	22
1.7.10 Rod <i>Aeromonas</i>	22
1.8 Charakteristika liečivých rastlín.....	23
1.8.1 Škoricovník čínsky (<i>Cinnamomum cassia</i>).....	23
1.8.2 Klinčekovec voňavý (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	24
1.9 Antimikrobiálna aktivita rastlinných silíc.....	27
1.10 Hmotnostná spektrometria MALDI-TOF.....	30
1.10.1 Princíp MALDI-TOF MS.....	30

2 Cieľ práce	32
3 Materiál a metodika.....	33
3.1 Príprava vzoriek.....	33
3.2 Zloženie rastlinných silíc.....	33
3.3 Mikrobiologické analýzy	34
3.3.1 Stanovenie mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov	34
3.3.2 Stanovenie počtu koliformných baktérií.....	35
3.3.3 Stanovenie počtu baktérií mliečneho kvasenia	35
3.3.4 Stanovenie počtu baktérií rodu <i>Pseudomonas</i>	35
3.4 Identifikácia mikroorganizmov pomocou MALDI-TOF MS.....	35
3.5 Štatistické vyhodnotenie výsledkov	36
4 Výsledky práce a diskusia	37
4.1 Vyhodnotenie mikrobiologickej kvality vzoriek prsnej svaloviny kurčiat ošetrených klinčekovou a škoricovou rastlinnou silicou v kombinácii s vákuovým balením.....	37
4.1.1 Vyhodnotenie počtu baktérií mliečneho kvasenia.....	37
4.1.2 Vyhodnotenie počtu mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov.....	39
4.1.3 Vyhodnotenie počtu koliformných baktérií	41
4.1.4 Vyhodnotenie počtu baktérií rodu <i>Pseudomonas</i>	43
4.2 Identifikácia vyizolovaných mikroorganizmov zo vzoriek prsnej svaloviny kurčiat pomocou MALDI-TOF MS	44
Záver	49
Abstrakt v jazyku slovenskom	51
Abstract v jazyku anglickom	52
Zoznam použitej literatúry	53

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Mikroorganizmy kontaminujúce mäso a mäsové výrobky	17
Tab. 2 Majoritné zložky rastlinných silíc.....	28
Tab. 3 Antimikrobiálna aktivita rastlinných silíc proti potravinovým patogénom.....	29
Tab. 4 Význam skóre hodnôt.....	36
Tab. 5 Priemerný počet BMK v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania	38
Tab. 6 Priemerný počet MASM v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania	40
Tab. 7 Priemerný počet KB v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania	42
Tab. 8 Priemerný počet baktérií rodu <i>Pseudomonas</i> v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania	44
Tab. 9 Vyizolované druhy mikroorganizmov zo vzoriek prsnej svaloviny kurčiat	45
Tab. 10 Zatriedenie vyizolovaných druhov mikroorganizmov do čeladi	47

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Škoricovník čínsky (<i>Cinnamomum cassia</i>)	23
Obrázok 2 Klinčekovec voňavý (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	25
Obrázok 3 Percentuálne zastúpenie čeladi mikroorganizmov.....	48

ÚVOD

Faktory, ktoré ovplyvňujú trvanlivosť a stabilitu mäsa a hydiny, sú početné, komplexné a navzájom prepojené. Spôsob výroby mäsa v konečnom dôsledku ovplyvní trvanlivosť a stabilitu. Ako pri každom potravinárskom výrobku je hlavným záujmom výrobcov bezpečnosť potravín a až potom senzorká kvalita. Na zaistenie neprítomnosti patogénnych mikroorganizmov a udržanie mikrobiálnej záťaže v medziach regulačných tolerancií je nevyhnutné udržať primeranú úroveň hygieny počas celého výrobného procesu.

Rast globálnej produkcie hydiny zvyšuje potrebu trvalo bezpečných, zdravých a výživných produktov. Tento problém sa ďalej šíri neustále sa vyvíjajúcimi požiadavkami spotrebiteľa na hydinu, ktorá sa vyrába s použitím prírodných produktov, najmä tých, ktoré je možné uplatniť v celom procese spracovania hydiny, od farmy až výrobu hydinových produktov.

Rastúce obavy o bezpečnosť potravín a vplyv používania syntetických konzervačných látok na kvalitu mäsových výrobkov z hydiny vyvolali potrebu vývoja a implementácie prírodných antimikrobiálnych látok.

Rastlinné silice sa vyznačujú rozsiahlymi účinkami proti mnohým potravinovým patogénom a mikroorganizmom spôsobujúcim kazenie potravín.

Mnohé liečivé rastliny, koreniny a rastlinné silice vykazujú antimikrobiálnu aktivitu a môžu predĺžiť trvanlivosť potravín, ak sa používajú jednotlivo alebo v rôznych kombináciách. Patria sem napríklad oregano, rozmarín, tymian, šalvia, bazalka, kurkuma, zázvor, cesnak, muškátový oriešok, klinček, a fenikel. Napriek tomu, že tieto bylinky a koreniny môžu inhibovať mnoho rôznych baktérií, vrátane grampozitívnych aj gramnegatívnych, ich úspešná aplikácia závisí od skladovacích faktorov, akými sú pH, teplota a hladina kyslíka.

1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

1.1 Mäso hydiny

Kvalita hydinového mäsa spočíva v jeho bezpečnosti, výživných hodnotách a senzorických vlastnostiach. Bezpečnosť mäsa je daná stupňom mikrobiologickej a chemickej kontaminácie. Nutričná kvalita hydinového mäsa závisí od obsahu vysoko hodnotných bielkovín, nenasýtených mastných kyselín, vitamínov, makro a mikroživín, cholesterolu a ďalších biologicky aktívnych zlúčenín. Mäsová farba, aróma a chuť sú základné zmyslové vlastnosti. Možno konštatovať, že hydinové mäso je dobrej kvality, ak plne spĺňa očakávania spotrebiteľov. Moderní spotrebiteľia hľadajú mäso s nízkym obsahom tuku, jemné, šťavnaté, s dobrou chuťou a arómou (Walley et al., 2015).

1.2 Determinanty kvality mäsa hydiny

1.2.1 Vzhľad (farba)

Vzhľad je jeden z najdôležitejších atribútov kvality vareného alebo surového hydinového mäsa, pretože spotrebiteľia ho spájajú s čerstvosťou výrobku a rozhodujú sa, či si výrobok kúpia, na základe svojho názoru na jeho príťažlivosť. Hydinové mäso je jedinečné, pretože sa predáva s neporušenou kožou alebo bez kože (Fletcher, 1999). Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú farbu hydinového mäsa, sú stav hemových pigmentov, faktory pred zabitím (genetika, krmivo, manipulácia, stres, stres z tepla a chladu, prostredie), podmienky zabíjania, chladenia a spracovania (omračovacie techniky, prítomnosť dusičnanov, prídavných látok a pH) (Froning, 1995). Surové kurčacie prsia sa vyznačujú svetlo ružovou farbou, zatiaľ stehná sú tmavo červené (Northcutt, 2009).

1.2.2 Textúra

Textúra je jeden z najdôležitejších faktorov kvality spájaných so spokojnosťou spotrebiteľa súvisiacich s kvalitou krmiva hydiny. Textúra a stupeň tuhosti mäsa je funkciou množstva intramuskulárnej vody (Anadon, 2002).

Pri zabíjaní hydiny dochádza k zastaveniu krvného obehu, čo zablokuje prísun kyslíka a živín do svalov, čím dochádza k vyčerpaniu energie v svaloch a ich stuhnutiu – *rigor mortis*. Po fáze *rigor mortis*, nasleduje opäť zmäknutie a mäso nadobúda mäkkú a krehkú štruktúru (Northcutt, 2009).

1.2.3 Chuť

Chuť je ďalším atribútom kvality, ktorý spotrebiteľia používajú na určenie prijateľnosti hydinového mäsa. Pri tepelnej úprave dochádza k rozvoju chuti hydinového mäsa v dôsledku interakcií cukru a aminokyselín,

lipidovej a tepelnej oxidácie a degradácie tiamínu. Tieto chemické zmeny nie sú jedinečné iba pre hydinu, ale lipidy a tuky v hydine sú jedinečné a spájajú sa typickou vôňou, čo zodpovedá charakteristickej „hydinovej“ chuti (Northcutt, 2009).

1.2.4 Nutričná kvalita

Mäso kurčiat má vysoký podiel bielkovín (20 g na 100 g mäsa bez kože) a nízky podiel tuku (5 g na 100 g mäsa bez kože) (Bonoli et al., 2007). Prsná svalovina obsahuje menej ako 3 g tuku na 100 g a stehenná svalovina bez kože 5–7 g tuku na 100 g. Na rozdiel od hovädzieho mäsa a mliečneho tuku, kurčacie mäso neobsahuje transmastné kyseliny (Greger, 2014).

Hydinové mäso je dôležitým zdrojom polynenasýtených mastných kyselín, najmä omega-3 mastných kyselín (Farrell, 2013).

1.2.5 pH hodnota

pH má priamy vplyv na také vlastnosti kvality mäsa ako jemnosť, schopnosť zadržiavať vodu, farbu, štavnatosť a skladovateľnosť. Mäso z prsnej svaloviny kurčiat s vysokým pH má vyššiu schopnosť viazať vodu ako mäso s nižšou pH hodnotou. Hodnota pH kurčacieho mäsa je funkciou množstva glykogénu vo svaloch pred zabitím kurčiat a rýchlosti premeny glykogénu na kyselinu mliečnu o zabití kurčiat. Identifikácia farby je jednoduchý spôsob, ako určiť pH mäsa po zabití. Ak mäso je veľmi tmavé, bude mať vysokú hodnotu pH a ak je veľmi svetlé, bude mať nízku hodnotu pH (Anadon, 2002).

1.3 Stabilita hydinového mäsa

K senzorickým vlastnostiam, podľa ktorých spotrebiteľia najľahšie hodnotia kvalitu mäsa patria najmä vzhľad, textúra a chuť (Liu et al., 1995). V priebehu rokov výrobcovia optimalizovali podmienky na udržanie bezpečnosti potravín a tiež na udržanie optimálnej senzorickej kvality. Nie je to však vždy jednoduché, optimalizácia jedného senzorickeho parametra môže mať negatívny vplyv na ďalší senzorickeý parameter.

1.3.1 Mikrobiálne zaťaženie

Zastúpenie a množstvo mikroorganizmov na povrchu mäsa závisí od druhu zvierat; zdravia zvierat, manipulácie so živými zvieratami, od postupov zabíjania; sanitácie v potravinárskych prevádzkach; chladenia jatočných tiel; od typu balenia, doby a teploty skladovania. Bezpečnosť potravín je zaistená predovšetkým preventívnym prístupom, ako je implementácia správnej hygienickej praxe a uplatňovanie postupov založených na analýze nebezpečenstva a kritických zásad kontrolného bodu (HACCP) (McMillin, 2008).

Mikrobiologickú kontamináciu mäsa ovplyvňuje druh balenia. Zvýšené hladiny CO₂ v obaloch s modifikovanou atmosférou (MAP) inhibujú mikrobiálny rast počas chladenia mäsa. Na dosiahnutie inhibičného účinku je

potrebná koncentrácia 20–60 % CO₂ proti aeróbnym mikroorganizmom spôsobujúcim kazenie. V mäse balenom za prítomnosti vysokej koncentrácie O₂ dochádza k rozvoju aeróbnej mikroflóry, pričom dominujú baktérie rodu *Pseudomonas*. Prítomnosť kyslíka stimuluje rast aeróbnych baktérií a inhibuje rast anaeróbných baktérií. Jednou z hlavných obáv MAP obsahujúcich CO₂ je inhibícia aeróbnych baktérií spôsobujúcich kazenie mäsa a možný rast psychrotrofných potravinových patogénov, ktorý môže viesť k tomu, že sa potravina stane nebezpečnou pre konzumáciu skôr, ako sa zdá byť senzorycky neprijateľná (Devlieghere et al., 2003).

1.4 Bakteriálna kontaminácia hydínového mäsa

Spotreba hydínového mäsa na celom svete neustále rastie; posledné dostupné údaje naznačujú, že dosiahol 14,2 kg na obyvateľa za rok. Z hydínového mäsa spotrebitelia najviac preferujú kurčacie mäso a výrobky, nasleduje morčacie mäso a v menšej miere kačacie mäso (Rouger et al., 2017).

Zabezpečenie mikrobiálnej bezpečnosti výrobkov z hydínového mäsa je dôležitou otázkou v súvislosti so zvyšovaním spotreby a výroby. Baktérie z mikrobioty hydiny, z prostredia bitúnku a použitého zariadenia môžu kontaminovať jatočné telá, mäso a spracované mäsové výrobky. Niektoré z týchto bakteriálnych kontaminantov môžu rásť alebo prežiť počas spracovania a skladovania mäsa a mäsových výrobkov. Výsledné bakteriálne spoločenstvá prítomné v hydínovom mäse môžu zahŕňať patogénne druhy, ako sú *Salmonella* a *Campylobacter*, ktoré sú považované za dva hlavné patogény zodpovedné za gastroenteritídu v dôsledku konzumácie hydínového mäsa (Chaillou et al., 2015).

Okrem potravinových patogénov, sa môžu v mäse nachádzať baktérie zodpovedné za kazenie. Ich rast a metabolická činnosť počas skladovateľnosti spôsobuje chyby farby, chuti alebo textúry a tiež zápach, čo vedie k ekonomickým stratám (Line et al., 2013).

Pseudomonády, často prítomné v hydínovom mäse, sú zastúpené predovšetkým druhmi *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas lundensis* a *Pseudomonas fluorescens*. Z čeľade Enterobacteriaceae sú hlavnými rodmi kontaminujúcimi hydínové mäso *Hafnia* (*Hafnia alvei*, *Hafnia paralvei*), *Serratia* (*Serratia fonticola*, *Serratia grimesii*, *Serratia liquefaciens*, *Serratia proteamaculans* a *Serratia quinivorans*), *Rahnella*, *Yersinia* a *Buttiauxella* (Harada et al., 2016).

Vo výrobkoch z hydínového mäsa sa vyskytujú najmä baktérie rodu *Enterococcus* alebo *Lactobacillus*, ako napríklad *Enterococcus viikkiensis*, *Enterococcus saigonensis* a *Lactobacillus oligofermentans*. *Brochothrix thermosphacta* bola tiež často zaznamenaná v hydínovom mäse (Höll et al., 2016).

Výskyt baktérií spôsobujúcich kazenie mäsa vedie k chybám vo výrobkoch a môžu byť zodpovedné za nežiaducu chuť, farbu, zápach, textúru

alebo vzhľad. Existuje niekoľko mechanizmov kazenia, ktoré môžu byť dôsledkom produkcie rôznych metabolitov, ako sú prchavé látky alebo exopolysacharidy. Akonáhle baktérie kontaminujú mäso a tvoria počiatočnú mikroflóru, podmienky skladovania a rôzne použité úpravy ovplyvňujú zastúpenie a početnosť týchto baktérií. Teplota skladovania, ako aj typ a koncentrácia plynov používaných v baleniach s modifikovanou atmosférou sú selektívne pre niektoré populácie baktérií. Skladovanie pri nízkej teplote podporuje rast psychrotrofných a psychrofilných baktérií, zatiaľ čo CO₂ má inhibičný účinok na *Pseudomonas* spp. Niektoré druhy môžu prežiť počas celého výrobného procesu, ako napríklad *Shewanella putrefaciens*, často sa nachádza na jatočných telách počas zabíjania hydiny a môže byť prítomná po 14 dňoch skladovania hydinového mäsa za prítomnosti vzduchu (Hinton et al., 2004).

Počas skladovania sa bakteriálna záťaž zvyšuje, ale diverzita mikrobioty klesá v porovnaní s pôvodne prítomnou. K mikrobiálnemu kazeniu dochádza v dôsledku rastu a metabolických aktivít baktérií spôsobujúcich kazenie mäsa (Chaillou et al., 2015).

Medzi baktérie, najčastejšie vyskytujúce sa v pokazených produktoch z kurčacieho mäsa patria druhy *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas fluorescens* a *Shewanella putrefaciens* (Wang et al., 2017).

K ďalším druhom, ktoré kontaminujú hydinové mäso patria psychrotrofne baktérie *Aeromonas hydrophila* a *Aeromonas sobria*, ktoré okrem toho, že sú potenciálne patogénne pre ľudí, môžu spôsobiť aj kazenie (Björkroth, 2005).

Mäso je považované za pokazené aj bez náznaku senzorického zhoršenia, keď hodnota celkového počtu mikroorganizmov dosiahne 7 log CFU.g⁻¹ (Höll et al., 2016).

1.4.1 Zdroje bakteriálnej kontaminácie hydinového mäsa

Zatiaľ čo svaly zdravej hydiny sú sterilné, v tráviacom trakte, pľúcach, koži, perí sa môžu vyskytovať rôzne mikroorganizmy. Na bitúnkoch môžu byť zdrojom kontaminácie pracovné povrchy, vzduch a pracovné pomôcky. V čerstvom mäse sú baktérie prítomné na povrchu mäsa, nie v mäse (Luber, 2009).

Bakteriálna kontaminácia mäsa z povrchov zariadenia prebieha najmä na začiatku procesu, po zabití hydiny. Počas nasledujúcich krokov spracovania, sú hlavnými zdrojmi kontaminácie mäsa najmä zariadenia a pomôcky na vykosťovanie, krájanie, mletie a miešanie (Álvarez-Astorga et al., 2002).

Vodné kúpele použité počas získavania hydinového mäsa znižujú množstvo baktérií, ale môžu tiež podporovať krížovú kontamináciu medzi jatočnými telami (Russell, 2008). Vysoké teploty (50 až 60 °C) horúcej vody používanej na obarenie prispievajú k zastaveniu rastu baktérií. To pomáha znižovať počet baktérií prítomných na koži. Vysoké teploty však rozširujú

folikuly peria a uvoľňujú kožu hydiny. Ďalšie kroky spracovania môžu preto viesť k prenosu baktérií z peria na kožu a folikuly (**Demirok et al., 2013**).

Krok vyberania jatočných orgánov je kvôli mikrobiote prítomnej vo vysokom počte v tráviacom trakte kritickým bodom z hľadiska kontaminácie jatočných tiel. Gastrointestinálny trakt hydiny je hostiteľom mnohých baktérií, vrátane niektorých, ktoré môžu byť potenciálne nebezpečné pre spotrebiteľa, ako sú *Campylobacter* spp. alebo *Salmonella* spp. (**Hue et al., 2011**).

1.5 Variabilita bakteriálnej kontaminácie

Úroveň kontaminácie mäsa závisí od mnohých faktorov, akými sú druh mäsa, spôsob spracovania, teplota skladovania, zloženie plynov používaných baleniach s modifikovanou atmosférou, zloženie marinád alebo rôzne chemické úpravy, ktoré je možné použiť na inhibíciu baktérií (**Yusop et al., 2010**).

1.5.1 Variabilita bakteriálnej kontaminácie vzhľadom na druh mäsa

Väčšina literatúry sa zameriava na kurčacie mäso a v menšej miere aj na morčacie mäso. Porovnávacia štúdia mikrobiologickej kvality hydínového mäsa ukázala, že úroveň kontaminácie morčacieho mäsa bolo vyššia (hodnota CPM 5,4–7,4 log KTJ.g⁻¹) ako kontaminácia kurčacieho mäsa (4,5–6,6 log KTJ.g⁻¹) (**Van Nierop et al., 2005**).

Napriek tomu pre niekoľko patogénov (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* a *Clostridium perfringens*) bola úroveň kontaminácie v kurčacom a morčacom mäse podobná. Rozdiely v kontaminácii môžu vyplývať z odlišného spôsobu chovu a spôsobom získavania mäsa. Počty mezofilných baktérií z rôznych častí hydiny (stehná, krídla, droby, hamburgery, a salámy) boli vyššie v spracovaných výrobkoch (hamburgery, klobásky) (7 log KTJ.g⁻¹), ako v čerstvých kusoch hydiny (stehná, krídla) s približne 5,7 log KTJ.g⁻¹, čo môže súvisieť s manipuláciou surovín počas výroby produktov a s miešaním, ktoré zvyšujú kontamináciu mäsa (**Álvarez-Astorga et al., 2002**).

1.5.2 Variabilita bakteriálnej kontaminácie vzhľadom na teplotu skladovania

Význam teploty pre rast baktérií je možné hodnotiť v rôznych kritických bodoch medzi zabitím jatočnej hydiny a spotrebou výrobku, najmä i) počas manipulácie s jatočným telom (teplota v spracovateľských závodoch je obvykle 10 °C); a ii) počas skladovania mäsových výrobkov (teplota 4 °C). Jatočné telá sa chladia zvyčajne pomocou chladeného vzduchu alebo studeného vodného kúpeľa. Chladenie chladeným vzduchom spomaľuje vývoj celkového počtu mikroorganizmov a spôsobuje rýchly pokles teploty mäsa a tiež bráni množeniu salmonely a kamylobaktera (**Tuncer a Sireli, 2008**).

Baktérie rodu *Listeria* môžu pri tejto skladovacej teplote rásť. Skladovateľnosť výrobku je možné predĺžiť skladovaním pri nízkych teplotách

a bez prerušenia chladiaceho reťazca. Čas skladovateľnosti sa môže dokonca zdvojnásobiť, keď sa teplota zníži na 3,4 °C v porovnaní s uskladnením pri 8,3 °C. Nízke teploty spomaľujú rast baktérií čeľade Enterobacteriaceae, spôsobujú zhoršenie senzoričných vlastností mäsa. Na druhej strane dochádza k zvýšenému rastu psychrofných baktérií. Skladovanie mäsa pri 4 °C inhibuje rast *Brochothrix thermosphacta* a *Shewanella putrefaciens*, zatiaľ čo *Aeromonas hydrophila* a *Aeromonas sobria* sú psychrotrofné baktérie, ktoré sa môžu vyvíjať pri nízkych teplotách (Hinton et al., 2004).

1.5.3 Variabilita bakteriálnej kontaminácie vzhľadom na zloženie plynu v balení

Atmosféry obohatené o kyslík sa vo veľkej miere používajú na zaistenie typickej farby červeného mäsa počas skladovania. CO₂ má bakteriostatický účinok, ktorý inhibuje rast aeróbnych mikroorganizmy, ako napríklad *Pseudomonas* spp. ktoré sú považované za mikroorganizmy spôsobujúce kazenie mäsa. Doba skladovania do pokazenia mäsa (odhadovaná ako čas, za ktorý celkový počet mikroorganizmov prekročí hodnotu 7 log CFU.g⁻¹) sa môže predĺžiť v obaloch s atmosférou obohatenou o CO₂ v porovnaní so skladovaním za prítomnosti vzduchu. Čas použiteľnosti pred pokazením mäsa sa môže predĺžiť zo šiestich dní na vzduchu na 12 a 15 dní v modifikovanej atmosfére s 30 % CO₂ – 70 % N₂ a 70 % CO₂ – 30 % N₂ alebo na 5 až 8 dní s 30 % CO₂ – 70 % N₂. Počty *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* a čeľade Enterobacteriaceae nie sú významne ovplyvnené typom obalu, ale boli detegované ako baktérie zodpovedné za kazenie. Počty baktérií mliečneho kvasenia sa líšia v závislosti od zloženia plynu v obaloch (Chouliara et al., 2007).

1.6 Vplyv balenia na trvanlivosť hydínového mäsa

Cieľom balenia mäsa je zabezpečiť kvalitu, čerstvosť a predĺženie trvanlivosti. Balenie mäsa a mäsových sa vykonáva tak, aby sa zabránilo kontaminácii, oddialilo sa kazenie, umožnila sa určitá enzymatická aktivita na udržanie krehkosti a šťavnatosti mäsa. Metódy balenia mäsa by mali udržiavať nízke mikrobiálne zaťaženie a zároveň optimalizovať senzoričnú kvalitu produktu (Zakrys et al., 2009).

1.6.1 Balenie v modifikovanej atmosfére s vysokou koncentráciou

O₂

Modifikovaná atmosféra (MAP) je definovaná ako „forma balenia, ktorá zahŕňa odstránenie vzduchu z obalu a jeho nahradenie jedným plynom alebo zmesou plynov“ (Parry, 1993).

MAP obvykle obsahuje zmesi dvoch alebo troch plynov: O₂ (na zvýšenie farebnej stability), CO₂ (na potlačenie mikrobiologického rastu) a N₂ (na udržanie tvaru balenia) (Kerry et al., 2006).

Prevažná väčšina mäsových výrobkov je ponúkaná v baleniach s vysokým obsahom kyslíka (približne 80% O₂) na udržanie farby a 20% CO₂ na zabránenie mikrobiálneho rastu (Eilert, 2005).

Vysoké koncentrácie O₂ v MAP baleniach podporujú tvorbu oxymyoglobínu, čo je čerešňovočervená forma myoglobínu. Napriek zvyšujúcej sa farebnej stabilite má tento typ MAP balenia niekoľko nevýhod, vrátane predčasného zhnednutia vareného mäsa a oxidácie lipidov, čo vedie k vývoju nežiaducich príchuťí a k zníženej šťavnatosti mäsa (Lund et al., 2007).

1.6.2 Balenie v modifikovanej atmosfére s nízkou koncentráciou O₂

Balenie v modifikovanej atmosfére s nízkou koncentráciou O₂ obsahuje iba minimálne množstvo O₂ a vyššie koncentrácie CO₂ a tiež N₂. CO₂ pôsobí ako antimikrobiálny prostriedok a N₂ ako stabilizátor tvaru balenia (Šrřheim et al., 1997).

Nepřítomnosť O₂ v systéme balenia v modifikovanej atmosfére má za následok významné predĺženie doby skladovateľnosti, pretože prostredie je nepriaznivé pre rast a množenie aeróbných mikroorganizmov spôsobujúcich kazenie mäsa. CO₂ však môže spôsobiť neprirodzenú chuť a pach v mäse. Mäsové výrobky sú obvykle balené v modifikovanej atmosfére v kombinácii 70 až 80 % dusíka a 20 až 30 % CO₂. Tento formát balenia je v maloobchode obľúbený na balenie vareného kuracieho, morčacieho, hovädzieho mäsa a šunky (Nattress a Jeremiah, 2000).

1.6.3 Vákuové balenie

Vákuové balenie zahŕňa odsatie vzduchu z balení pred uzavretím a používa sa najmä v mäsovom a hydínárskom priemysle. Pri odstránení vzduchu dochádza k podtlaku vo vnútri balenia a nedostatok kyslíku vo vákuovom balení eliminuje oxidačné reakcie a inhibuje rast aeróbných baktérií (Gill a Gill, 2005).

Vákuové balenie tiež pomáha udržiavať kvalitu a zachováva čerstvosť potravín. Pri mäsových výrobkoch zabraňuje úniku krvi a mäso nevysušuje, takže sa udržuje hmotnosť výrobku. Čerstvé alebo nakrájané mäso je možné skladovať vo vákuovom balení niekoľko dní bez zníženej kvality (Aaslyng et al., 2010).

1.7 Charakteristika mikroorganizmov kontaminujúcich hydínové mäso

Hydínové mäso je veľmi rýchlo kaziaca sa surovina; preto je dôležité eliminovať proces kazení a monitorovať kvalitu mäsa (Sahar et al., 2011).

Dobu skladovateľnosti mäsa ovplyvňujú mnohé faktory, ako sú zdravotný stav, vek, pohlavie, stav jatočných tiel hydiny, typ obalu a použité podmienky skladovania (Jiménez et al., 1997).

K mikroorganizmom podieľajúcim sa na kontaminácii mäsa a mäsových výrobkov patria baktérie spôsobujúce kazenie, patogénne baktérie, mikroskopické huby a tiež kvasinky (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Mikroorganizmy kontaminujúce mäso a mäsové výrobky (Lucera et al., 2012)

Mikroorganizmus	Rod/druh
Mikroorganizmy spôsobujúce kazenie	
Baktérie	<i>Pseudomonas, Acinetobacter, Brochothrix thermosphacta, Moraxella, Enterobacter, Lactobacillus, Leuconostoc, Proteus, Klebsiella, Flavobacterium, Corynebacterium, Alcaligenes</i>
Patogénne mikroorganizmy	<i>Salmonella, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens, Clostridium botulinum Escherichia coli O157:H7, Campylobacter, Aeromonas hydrophilla, Yersinia enterocolitica, Bacillus cereus, Arcobacter butzleri, Mycobacterium</i>
Mikroskopické huby	<i>Fusarium, Monilia, Aspergillus</i>
Kvasinky	<i>Candida, Torulopsis, Rhizopus, Sporotrichum</i>

1.7.1 Rod *Pseudomonas*

Baktérie rodu *Pseudomonas* sú gramnegatívne, rovné alebo zakrivené tyčinky, pohyblivé jedným alebo viacerými polárnymi bičkami. Niekedy sú pozorované vláknité formy, tvoria pigment s charakteristickým zápachom. Baktérie sú rezistentné voči vonkajším vplyvom a vyskytujú sa v okolí človeka najmä vo vlhkom prostredí. Patria do čeľade Pseudomonadaceae. Zapríčiňujú mnohé, závažné chronické infekcie, ako su endokarditídy, pneumónie, a podieľajú sa na vyvolaní meningitíd, infekcií močových ciest a infikujú rany a kožu (Peix et al., 2009).

Rod *Pseudomonas* obsahuje viac ako 140 druhov, z ktorých väčšina je saprofytická. Ochorenia ľudí spôsobuje viac ako 25 druhov. Väčšina pseudomonád, o ktorých je známe, že spôsobujú ochorenie u ľudí, je spojená s oportúnnymi infekciami. Patria sem *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida*, *P. cepacia*, *P. stutzeri*, *P. maltophilia* a *P. putrefaciens*. Iba dva druhy, *P. mallei* a *P. pseudomallei*, spôsobujú špecifické ľudské choroby: soplavku a melioidózu. *P. aeruginosa* a *P. maltophilia* predstavujú približne 80 % pseudomonád získaných z klinických vzoriek. Kvôli frekvencii, s akou sa podieľa na ľudských chorobách, sa druhu *P. aeruginosa* venuje najväčšia pozornosť. Je to všadeprítomná voľne žijúca baktéria a nachádza sa vo väčšine vlhkých prostredí. Hoci zriedkavo spôsobuje ochorenie u zdravých jedincov, je hlavnou hrozbou pre hospitalizovaných pacientov, najmä pre pacientov so závažnými základnými ochoreniami. Vysoká úmrtnosť spojená s týmito infekciami je dôsledkom kombinácie oslabenej obranyschopnosti hostiteľa, bakteriálnej rezistencie na antibiotiká a produkcie extracelulárnych bakteriálnych enzýmov a toxínov (Ibekwe et al., 2002).

1.7.2 Rod *Lactobacillus*

Lactobacillus je najväčší rod v skupine baktérií mliečného kvasenia. Rod *Lactobacillus* patrí do čeľade Lactobacillaceae. Laktobacily sú gram-pozitívne, kataláza-negatívne, tyčinkovité baktérie netvoriace spóry, ktoré produkujú kyselinu mliečnu ako hlavný konečný produkt fermentácie.

Druhy *Lactobacillus* možno podľa glykolytickej aktivity rozdeliť do troch skupín:

1. Obligátne homofermentatívne (skupina I): *L. acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. salivarius*.
2. Fakultatívne heterofermentatívne (skupina II): *L. casei*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sakei*.
3. Obligátne heterofermentatívne (skupina III): *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. reuteri* (**Papadimitriou et al., 2015**).

Laktobacily zohrávajú dôležitú úlohu pri zrení mäsa a pri fermentácii tepelne neopracovaných údenín obsahujúcich pridanú sacharózu alebo iný fermentovateľný sacharid. Zo zrejmých tepelne neopracovaných údenín sa najčastejšie izolujú druhy *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus farciminis* a *Lactobacillus alimenterarius*. V štartovacích kultúrach pre mäso spracujúci priemysel sa spolu so streptokokmi, pediokokmi a mikrokokmi môže nachádzať aj *Lactobacillus plantarum*.

Na druhej strane môžu laktobacily v mäse vyvolať kvalitatívne zmeny, ako je kyslá chuť, tvorbu plynu, slizu alebo zelenanie. Zelenanie mäsa spôsobuje druh *Lactobacillus viridescens* (**Guban et al., 2006**).

1.7.3 Rod *Campylobacter*

Baktérie rodu *Campylobacter* sú gramnegatívne nespórotvorné, zahnuté, úzke, pohyblivé, mikroaerofilné úzke tyčinky. Niektoré druhy obsahujú povrchovú vrstvu (S-vrstvu), parakryštalickú proteínovú štruktúru zloženú z proteínov S-vrstvy na vonkajšej membráne (**Kaakoush et al., 2015**).

Optimálna teplota rastu je 42 °C. Neodoláva vyšším teplotám, je devitalizovaný pasterizáciou. Pri 4 °C dokáže prežiť až 15 dní. Je citlivý na sušenie, mrazenie a nízke pH (<4,7). Minimálna hodnota aktivity vody je 0,987, maximálna koncentrácia NaCl, ktorú toleruje je 2 %. Za najčastejšiu príčinu ochorení v mnohých krajinách sa považuje druh *Campylobacter jejuni* (**Frank a Hassan, 2003**).

Baktérie rodu *Campylobacter* možno detegovať vo vode, odpadových vodách, sene, hnoji a v tráviacej sústave zvierat. *C. jejuni* a *C. coli* môžu kolonizovať črevnú sliznicu hospodárskych a spoločenských zvierat (**Hermans et al., 2012**).

U brojlerov je *C. jejuni* prevládajúcim kolonizátorom, po ktorom nasleduje *C. coli*. U komerčných moriek a ekologických kurčiat alebo kurčiat z voľného výbehu bola *C. coli* hlásená ako hlavný druh (**Heuer et al., 2001**).

U vtákov sú klinické symptómy mierne alebo chýbajú napriek rozsiahlej kolonizácii rodom *Campylobacter* (10^9 KTJ.g⁻¹ obsahu slepého čreva), pretože baktérie lokalizujú črevné krypty bez invázie do susedných epitelo- vých buniek (Corry a Atabay, 2001). Výskyt kampylobakterov je u mladých vtákov mladších ako 2–3 týždne neobvyklý kvôli prítomnosti materských protilátok. *Campylobacter* sa považuje za hlavný zdroj kontaminácie hydino- vého mäsa a je zodpovedný za 20 až 40 % alimentárnych infekcií u spotre- biteľov. Pri spracovaní jatočných tiel hydiny sa prevalencia rodu *Campylo- bacter* zvyšuje po zabití a vykolení a miera klesá po oparení a ochladení (Sahin et al., 2001).

1.7.4 Rod *Escherichia*

Rod *Escherichia* tvoria gramnegatívne, krátke tyčinky, meniace sa od kokoidného tvaru po dlhé filamentózne formy. Vyskytujú sa jednotlivo, v pároch alebo v krátkom reťazci. Netvorí spóry a sú väčšinou pohyblivé pomocou peritrichálnych bičikov. Motilita však nemusí byť v niektorých kmeňoch pozorovaná z dôvodu absencie bičikov. Kmene prijaté mimo čreva sú zapuzdrené a vytvárajú v tuhom médiu kolónie mukoidného typu. Kap- suly sú svojou povahou polysacharidy a sú dôležitými determinantami viru- lencie, ktoré umožňujú patogénnym baktériám vyhnúť sa alebo pôsobiť proti nešpecifickej obrane hostiteľa v počiatočnej fáze infekcie (Liu et al., 2015).

Rod *Escherichia* patrí do čeľade Enterobacteriaceae. V rámci rodu *Esche- richia* je celkovo šesť druhov, a to *E. coli*, *E. albertii*, *E. blattae*, *E. fergusonii*, *E. hermannii* a *E. vulneris* (Escobar-Páramo et al., 2004).

Na základe sérotypizácie a patogenéze ochorení a ich príznakov sa *E. coli* rozdeľuje na 6 hlavných virulentných skupín:

- **enteropatogénne (EPEC)** netvorí toxíny, nie sú invazívne, prichytávajú sa na epitelové bunky, kde vytvárajú tzv. AE-lézie. V dôsledku toho sa znižuje absorpčná schopnosť tenkého čreva. Vyvolávajú vodnaté hnačky s prímiesou hlienu, zriedkavo aj krvi.
- **enteroinvazívne (EIEC)** aj keď nevytvárajú toxíny, sú schopné zachytiť sa a množiť na epitelových bunkách a vyvolávať zápalové procesy gastroin- testinálneho traktu, močových ciest, žľčovodov, mozgových blán a pľúc.
- **enterotoxigénne (ETEC)** produkujú plazmidom kódované termolabilné a termostabilné enterotoxíny, ktoré sú pôvodcami tzv. cestovateľských hnačiek.
- **enterohemoragické (EHEC)** vlastnia mnoho toxínov podobných shiga-to- xínu, majú schopnosť tvoriť AE-lézie, nie sú invazívne. Mortalita je vysoká. Vyvolávajú entero-hemoragické kolitídy, hemolyticko-uremický syndróm a trombotickú trombocytopenickú purpuru a zlyhanie obličiek.
- **enteroadherentné (EAEC)** vyvolávajú mierne hnačky u detí vo veku 1–5 rokov bez narušenia epitelových buniek.
- **enteroagregatívne (EAggEC)** sú schopné priľnúť k ľudským epitelovým bunkám, spôsobujú dlhotrvajúce vodnaté hnačky (Mhone et al. 2011).

Jeden potenciálne smrteľný ľudský patogén identifikovaný u kurčiat je verotoxin, ktorý produkuje *E. coli* (VTEC), čo predstavuje jednu z najzávažnejších príčin infekcií. Aj napriek vzácnosti výskytu VTEC u hydiny, experimentálne štúdie preukázali, že kurčatá môžu byť ľahko kolonizované VTEC, množstvom menej ako 10 KTJ na kurča a kolonizácia môže pretrvávať po dobu minimálne troch mesiacov. Vzhľadom k tomu, VTEC je schopný kolonizovať hydinu bez toho, aby došlo k ochoreniu kurčiat, je prítomný v niektorých divožijúcich vtákov, prežíva aj v pôde a je schopný rásť v kuracom truse pri teplote okolia (**Escobar-Páramo et al., 2004**).

1.7.5 Rod *Salmonella*

Salmonely sú gramnegatívne, bičíkovité, fakultatívne anaeróbne paličky, fermentujúce bez laktózy a netvoriace spóry. Väčšina sérovarov rodu *Salmonella* rastie pri teplotnom rozsahu 5–47 °C s optimom pri 35–37 °C. Sú citlivé na teplo a zvyčajne sú usmrtené pri teplotách ≥ 70 °C. *Salmonella* rastie v rozmedzí pH 4–9 s optimom medzi 6,5 až 7,5. Vyžadujú vysokú aktivitu vody (A_w) medzi 0,99 a 0,94, ale môžu prežiť pri $A_w < 0,2$. Úplná inhibícia rastu nastáva pri teplotách < 7 °C, pH $< 3,8$ alebo aktivite vody $< 0,94$ (**Hannemann et al., 2013**).

Primárne sa nachádzajú v intestinálnom trakte zvierat a do prostredia sa vylučujú fekáliami. Najvýznamnejším faktorom prenosu pre hospodárske zvieratá je krmivo a pre ľudí potraviny živočíšneho pôvodu. Podľa biochemických a antigénnych vlastností sa delia na niekoľko druhov a je známych vyše 2000 rôznych sérovarov. Medzi najčastejšie identifikované sérotypy izolované z potravín živočíšneho pôvodu patria *Salmonella enterica* sérovar Typhimurium a Dublin (**Bianchi et al., 2013**).

Salmonella Typhi, *S. Paratyphi* a *S. Sendai* patria medzi sérotypy adaptované na človeka, sú invazívnejšie a spôsobujú týfoidnú a paratyfoidnú enterickú infekciu. Pri týchto ochoreniach je jediným nosičom človek. Spôsoby prenosu okrem priameho kontaktu môžu byť aj prostredníctvom kontaminovaných potravín (**Morgan et al., 2004**).

1.7.6 Rod *Listeria*

Listérie sú krátke, grampozitívne, nesporujúce, fakultatívne anaeróbne tyčinky. Sú pohyblivé pomocou niekoľkých peritrichózných bičikov, pričom pohyblivosť sa typicky prejavuje pri teplote ≤ 30 °C, ale nie pri 37 °C. Sú schopné rásť pri teplotách v rozmedzí 0–45 °C. Rast môže nastať aj medzi pH 6 a 9 alebo v živnom bujóne doplnenom až 10 % NaCl (**McLauchlin a Rees, 2009**).

V súčasnosti existuje osem známych druhov, ktoré patria do rodu *Listeria*, a to *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. welshimeri*, *L. seeligeri*, *L. ivanovii*, *L. grayi*, *L. marthii* a *L. rocourtiae*. Spomedzi nich boli *L. monocytogenes* a *L. ivanovii* identifikované ako patogény ľudí a zvierat (**den Bakker et al., 2010**).

Surové mäso, najmä mleté mäso a hydina, sú častými zdrojmi listérií, pričom fermentované mäsové produkty, ako surové klobásky sú ich zriedkavejšími nositeľmi. Listérie sú vylučované stolicou. Pri zabíjaní jatočných zvierat môže dochádzať ku kontaktu fekálií s telom zvierat. Z hľadiska konzumentov, toto nebezpečenstvo nie je výrazné, lebo ide o malé množstvá listérií ($<10^2$ KTJ.g⁻¹) a mäso sa konzumuje spravidla po tepelnom ošetrení. Aj pri zrení mäsa bývajú listérie devitalizované a pri fermentácii údenín sa obyčajne pre nízke hodnoty pH nerozmnožujú (Bell a Kyriakides, 2002).

Prítomnosť listérií v tepelne upravených mäsových produktoch býva spôsobená sekundárnou kontamináciou alebo nedostatočným zahrevom. V týchto produktoch nie je v dôsledku teplotnej úpravy prítomná konkurenčná mikroflóra, preto sa v nich môžu listérie rozmnožovať. Eliminácia týchto rizík sa dosahuje dodržiavaním správnej výrobnéj praxe.

Listeria monocytogenes je hlavnou príčinou úmrtí súvisiacich s alimentárnymi ochoreniami. Aj napriek častému výskytu *L. monocytogenes* v rôznych potravinách, ľudská listerióza je pomerne vzácna, čo môže byť čiastočne spôsobené vysokou infekčnou dávkou, čo je približne 10^9 životaschopných buniek. Baktérie *L. monocytogenes* sa bežne vyskytujú na povrchu surového hydínového mäsa a boli nájdené u kurčiat, moriek, kačíc a bažantov. Viac ako 50 % spracovaných kurčiat je pozitívnych na prítomnosť baktérií *L. monocytogenes*, aj keď len v množstvách do 1 KTJ. cm². Zdravotné riziko *L. monocytogenes* z kontaminovanej surovej hydiny spočíva predovšetkým v krížovej kontaminácii v kuchyni, kde sa môže uvedená baktéria rozšíriť do varených potravín alebo do čerstvej zeleniny pripravenej na priamy konzum (Varma et al., 2007).

1.7.7 Rod *Staphylococcus*

Stafylokoky sú grampozitívne koky, neopuzdrené, nesporujúce a nepohyblivé. Sú usporiadané do skupiny alebo do zhlukov pripomínajúcich strapce hrozna. Podľa produkcie voľnej koagulázy sa stafylokoky delia na koagulázopozitívne (KPS): *S. aureus* subsp. *anaerobicus*, *S. aureus* subsp. *aureus*, *S. delphini*, *S. hyicus*, *S. intermedius*, *S. lutrae*, *S. schleiferi* subsp. *coagulans* a koagulázonegatívne (KNS): *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*, *haemolyticus*, *S. hominis* subsp. *novobiosepticus*, *S. lugdunensis*, *S. cohnii* subsp. *cohnii*, *S. cohnii urealyticus*, *S. xylosus*, *S. caprae*, *S. simulans*, *S. warneri* (Biggs, 2009).

Staphylococcus aureus, patriaci k najznámejším je častým pôvodcom ľudských infekcií. U ľudí býva izolovaný tiež *Staphylococcus epidermidis*, takisto pôvodca vážnych ochorení a ďalej *Staphylococcus saprophyticus*, ktorý je pôvodcom urogenitálnych komplikácií. Existuje ešte viac druhov, ktoré sa izolujú náhodne a zriedka alebo od rôznych zvierat. Stafylokoky, vrátane *S. aureus*, sú bývajú prítomné v nízkych počtoch vo všetkých potravinách živočíšneho pôvodu alebo v potravinách, ktoré boli v priamom kontakte s človekom. Ich počet závisí od vnútorných vlastností a okolitých podmienok.

Kvôli značnej termorezistencii stafylokokových enterotoxínov (SE), je potrebné mať množenie *S. aureus* pod kontrolou predovšetkým v surovinách, ale aj v potravinách s vysokým stupňom manuálnej manipulácie, aj keď tepelne opracovaných (Jay et al., 2005).

Stafylokoky sú pomerne rezistentné k vyšším teplotám, niektoré kmene môžu prežiť teploty 60 až 62 °C počas 30 až 120 sekúnd. Zatiaľ čo tepelné procesy používané pri opracovaní potravín inaktivujú bakteriálne bunky, stafylokokové enterotoxíny sú termostabilné a nie sú inaktivované bežným technologickým tepelným ošetrením používaným v potravinárskom priemysle (Notermans a van Hoeij, 2005).

1.7.8 Rod *Yersinia*

Baktérie rodu *Yersinia* sú pleomorfné, bipolárne sfarbené gramnegatívne tyčinky. Sú to aeróbne alebo fakultatívne anaeróbne baktérie netvoriace spóry, ktoré fermentujú glukózu, sú oxidázovo negatívne a redukujú dusičnany na dusitany. Druhy sa líšia rôznymi znakmi, ako je produkcia ureázy (*Y. pestis* je negatívna, pohyblivá, pri 25 °C a 37 °C je nepohyblivá), ornitín-dekarboxyláza (*Y. enterocolitica* je pozitívna) a ramnóza (*Y. pseudotuberculosis* je pozitívna) a niekoľkými fermentačnými reakciami sacharidov (*Y. enterocolitica* je pozitívna). *Yersinia* môže prežiť vo veľkom množstve prírodných rezervoárov (napr. pôda, rastliny, hmyz) a u teplokrvných živočíchov (napr. hlodavce, ošípané, ľudia) (Zhou et al., 2006).

Z viacerých druhov sú pre medicínu dôležité najmä *Yersinia pestis*, *Yersinia pseudotuberculosis* a *Yersinia enterocolitica*. Ochorenie spôsobené druhom *Yersinia pestis* sa nazýva *pestis (mor)*, kým ochorenia zapríčinené inými kmeňmi ako sú *Yersinia enterocolitica* a *Yersinia pseudotuberculosis* sa nazývajú *yersiniózy (yersiniosis)* (Štefanovič a Hanzen, 2013).

1.7.9 Rod *Serratia*

Baktérie rodu *Serratia* sú gramnegatívne pohyblivé baktérie. Na rozdiel od ostatných enterobaktérií produkujú 3 enzýmy (deoxyribonukleázu, lipázu a želatinázu), ktoré sú dôležitými identifikačnými znakmi. *Serratia rubidea* a niektoré iné kmene produkujú v neprítomnosti svetla červený pigment (prodigiosin) (Forbes et al., 2007).

Serratia, patriaca do čeľade Enterobacteriaceae, obsahuje najmenej 15 druhov. *Serratia marcescens* je primárnym patogénnym druhom u ľudí, ale niekoľko prípadov ľudských infekcií je spôsobených druhmi *S. liquefaciens*, *S. rubidaea*, *S. plymuthica*, *S. odorifera*, *S. ficaria* a *S. fonticola* (Janda a Abbott, 2006).

1.7.10 Rod *Aeromonas*

Baktérie rodu *Aeromonas* patriace do čeľade Aeromonadaceae sú fakultatívne anaeróbne, chemoorganotrofné gramnegatívne rovné tyčinky, ktoré

sa pohybujú pomocou jedného bičíka. Peritrichózne bičíky sú pozorované u niekoľkých kmeňov *Aeromonas* adaptovaných v tuhých médiách. Baktérie môžu produkovať katalázu, oxidázu a nitrátreduktázu (**Sinha et al., 2004**).

Aeromonády sa nachádzajú v črevnom trakte človeka, rýb, mäkkýšov, kreviet, koní, prasiat, oviec, hovädzieho dobytku, korytnačiek, aligátorov, hadov a žiab a v surovinách a potravinách, v mäse, pasterizovanom mlieku, syroch, čerstvej zelenine, údených rybách a v minerálnych vodách (**Cereser et al., 2013**). V životnom prostredí môžu ako zdroj Aeromonád pôsobiť povrchová voda, podzemná voda, splašky, odpadové vody a aktivovaný kal. Baktérie môžu tiež prežívať v distribučnom systéme chlóranej pitnej vody v niektorých krajinách produkciou biofilmu (**Figueras et al., 2005**).

1.8 Charakteristika liečivých rastlín

1.8.1 Škoricovník čínsky (*Cinnamomum cassia*)

Škorica je názov pre tucet druhov stromov a komerčné produkty z korenia, ktoré niektoré z nich vyrábajú, patriace do rodu *Cinnamomum* z čeľade Lauraceae. Existujú stovky druhov škorice, pričom iba štyri z nich sa používajú na komerčné účely. Patrí medzi ne *Cinnamomum cassia* bežne známa ako čínska škorica (najbežnejší typ), *Cinnamomum burmannii* známa ako indonézska škorica, *Cinnamomum loureiroi* známa ako vietnamská škorica a *Cinnamomum zeylanicum* známa ako cejlónska, pravá alebo mexická škorica (**Mohammed, 1993**).

Tradične sa *C. cassia* používa ako aromatické korenie. Vyznačuje sa protizápalovými, antioxidantnými a hepatoprotektívnymi účinkami (**Bansode, 2012**).



Obrázok 1 Škoricovník čínsky (*Cinnamomum cassia*) (URL 1)

Botanická charakteristika

Škoricovník čínsky pozostáva zo vždyzelených stromov a kríkov vysokých 10–15 m. Rastliny sa nachádzajú v juhovýchodnej Ázii, Číne a Austrálii, ako aj v Afrike. Kôra sa používa ako korenie, jej listy sú vajcovitého podlhovastého tvaru, s dĺžkou 7–18 cm. Kvety usporiadané v metlinách majú zelenkastú farbu a dosť nepríjemnú vôňu. Plodom je purpurová 1 cm bobuľa obsahujúca jediné semeno (Cardoso-Ugarte et al., 2016). Vyskytuje sa v tropických dažďových pralesoch, kde je rastie v rôznych nadmorských výškach od horských svahov až po nížinné lesy a vyskytuje sa na močaristých miestach aj na dobre priepustných pôdach. V zemepisných šírkach so sezónnymi klimatickými podmienkami sú však mimoriadne zriedkavé (Jantan et al., 2008).

Chemická charakteristika

Škorica je známa svojou aromatickou vôňou a sladkou teplou chuťou a väčšinou sa používa ako korenie, ktoré má liečivé účinky. Fytochemické štúdie odhalili prítomnosť rôznych biologicky aktívnych chemikálií. Listy a kôra obsahujú cinnamaldehyd a eugenol ako hlavné zložky; koreňová kôra väčšinou obsahuje gáfor, zatiaľ čo plody obsahujú trans-cinnamylacetát a β -karyofylén. *C. cassia* obsahuje asi 1–2 % prchavého oleja nazývaného kasiový olej (Vangalapati et al., 2012).

Použitie

Veľká časť celkovej spotreby škorice pripadá na kulinárske účely. Dostupná je vo forme celých tyčínok alebo mletá. Používa sa na ochutenie ryže, mäsových pokrmov a jablkového muštu. Aj keď sa v západnej kuchyni používa najmä do sladkých jedál, na východe sa primárne používa v slaných jedlách. V indickej kuchyni sa používa v kari a pilaus a je dôležitou zložkou garam masaly (indické korenie). Tyčinky škorice sa používajú do nápojov, vareného hovädzieho mäsa, nakladaných uhoriek a kečupu. Olej z kôry má antifungálne a antibakteriálne účinky, spomaľuje kazenie mäsa. Vo všeobecnosti má potenciál ako prírodný konzervant potravín (Shan et al., 2007).

Škorica sa v medicíne používa už tisíce rokov pri bolesti zubov, na odstránenie infekcií močových ciest a pri gastrointestinálnych problémoch. Používa sa ako adjuvans v žalúdočných a karminatívnych liekoch a je tiež podávaná v prípade anorexie, zápalu, vracania a tuberkulózných vredov (Warrier et al., 1994).

1.8.2 Klinčekovec voňavý (*Syzygium aromaticum*)

Syzygium aromaticum je strom z čeľade Myrtaceae, pôvodom z Indonézie. Aromatické puky tejto rastliny sú známe ako klinčeky a bežne sa používajú ako korenie. Klinčeky sa komerčne zbierajú v Indonézii, Indii, Pakistane, na Srí Lanke, ako aj v afrických krajinách, ako sú Komorské ostrovy,

Madagaskar, Seychely a Tanzánia. Je známych niekoľko terapeutických použití *S. aromaticum*. Klinčeková rastlina sa používa ako liek v Číne a západných krajinách proti mnohým chorobám, ako sú choroby ústnej dutiny alebo problémy so zubami (**Wankhede, 2015**).

Rastlina sa tiež používa proti vracaniu, kašľu, hnačke, dyspepsii, plynatosti a gastrointestinálnym kŕčom a tiež na zmiernenie bolesti (**Shrivastava et al., 2014**).

Klinčeky sa v ľudovom liečiteľstve používajú aj ako diuretikum, odontalgikum, tonikum a pochutina s karminatívnymi a stimulačnými účinkami (**Pandey a Singh, 2011**).

Rastlinná silica odvodená z tejto aromatickej rastliny slúži nielen ako vôňa a chuťové činidlo, ale aj ako potravinový antioxidant, od ktorého sa očakáva, že zabráni niektorým ochoreniam spôsobenými voľnými radikálmi (**Halliwell, 1999**).



Obrázok 2 Klinčekovec voňavý (*Syzygium aromaticum*) (URL 2)

Botanická charakteristika

S. aromaticum je vždyzelený strom dorastajúci do výšky 8–12 m, s veľkými listami a kvetmi zoskupenými v strapcoch. Púčiky majú spočiatku bledý odtieň a postupne zazelenávajú. *S. aromaticum* je vo všeobecnosti stredne veľký, s nízkou korunovou základňou s početnými vetvami. Listy sú holé, s početnými olejovými žľazami na spodnej strane. Kvety sú drobné, v strapci, každá stopka nesie na konci troj- alebo štvorstopkové kvety, zatiaľ čo kališné lístky sú nepatrné s trojuholníkovým výbežkom. Plody sú

typicky olivového tvaru. Hnedé, sušené, neotvorené puky kvetov sa nazývajú klinčeky, názov odvodený z francúzskeho slova clou, ktoré znamená klinec.

Klinčeky sa zbierajú v dĺžke 1,5–2,0 cm. Rastlina pochádza z Indonézie. Madagaskar a Zanzibar sú najväčšími dodávateľmi klinčekov v Afrike s produkciou približne 20 000–27 000 ton za rok (Nurdjannah a Bermawie, 2012).

Chemická charakteristika

S. aromaticum predstavuje jeden z hlavných rastlinných zdrojov fenolových zlúčenín, ako sú flavonoidy, hydroxybenzoové kyseliny, hydroxyškoricové kyseliny a hydroxyfenylpropény, ako aj terpenoidy (Cortés-Rojas et al., 2014). Eugenol je zlúčenina primárne zodpovedná za arómu klinčekov a tvorí 72–90 % silíc z klinčekov (Kamatou et al., 2012). K ďalším bežným zložkám silíc z klinčekov patria eugenylacetát, β -karyofylén, metylsalicylát, pinén, vanilín α -humulén (Jirovetz et al., 2006).

Použitie

Klinček sa používa v celku alebo v mletej forme na domáce kulinárske účely a ako aromatická látka v potravinárskom priemysle. Celé klinčeky sa pri spracovaní potravín používajú len zriedka, pretože nie sú hotovým zdrojom chuti. V niektorých prípadoch sa celý klinček vkladá do šunky a pečených jabĺk. Obyčajne sa na nakladanie zmesi omáčok používa len malé množstvo, približne päť celých klinčekov, taktiež na mäso, ako je konzervované hovädzie mäso a dusené mäso. V potravinárskom priemysle sa klinčeky často používajú v pomletej forme, vo forme rastlinných silíc alebo oleoresínu v malom množstve kvôli ich intenzívnej chuti. Výhody použitia mletého klinčeka spočívajú v tom, že si počas skladovania zachovávajú značný stupeň svojej pôvodnej stability a sú odolnejšie voči vysokoteplotnému spracovaniu. Oleorezín je uprednostňovaný pred inými produktmi z klinčekov, pretože obsahuje prchavé rastlinné silice a neprchavé živcové látky, čo zodpovedá za chuť napodobňujúcu pôvodné mleté korenie. Oleorezín má tiež nízke riziko bakteriálnej kontaminácie (Nurdjannah a Bermawie, 2012).

Bylinný čaj z klinčekov pripravený varením sušených púčikov klinčekov vo vode sa používa na liečbu nevoľnosti, podporu trávenia, liečbu žalúdočných porúch a ako úľavu od bolesti. Niektoré z týchto terapeutických vlastností sú spojené s úlohou eugenolu. Klinčeková silica sa úspešne používa proti zápalom ústnej dutiny a na lokálnu anestéziu v zubnom lekárstve. Klinčekový balzam obsahujúci olej ako účinnú látku sa používa aj na upokojenie bolesti spôsobenej reumatizmom (Nunez et al., 2001).

1.9 Antimikrobiálna aktivita rastlinných silíc

Byliny a koreniny sa ako sušené semená, plody, korene, kôra alebo rastlinné látky používajú na vylepšenie alebo zlepšenie chuti, arómy a farby v potravinách a nápojoch a tiež ako konzervačné látky (**Vallverdú-Queralt et al., 2014**).

Niektoré byliny a koreniny, ako je oregano, šalvia, bazalka, rozmarín, tymian, zázvor, škorica, klinček, korenie a cesnak majú okrem svojej chuti aj biologické aktivity. Sú obzvlášť zaujímavé kvôli svojim antioxidantným a antimikrobiálnym vlastnostiam (**Sgorbini et al., 2015**). Medzi ďalšie priaznivé účinky bylín a korenín na ľudské zdravie patria protizápalové, antiaterosklerotické a antikarcinogénne účinky (**Asowata-Ayodele et al., 2016**).

Rastlinné silice majú dlhú históriu používania ľuďmi z duchovných aj praktických dôvodov (**Lin et al., 2016**). Sú to aromatické olejovité kvapaliny získavané z častí niektorých rastlín (kvety, púčiky, semená, listy, vetvičky, kôra, drevo, ovocie a korene). Odhaduje sa, že existuje 3000 druhov rastlinných silíc, z ktorých 300 sa komerčne využíva ako príchute a esencie (**Burt, 2004**).

Podľa **Bajpaia et al. (2013)**, rastlinné silice sú prírodné zlúčeniny získané zo sekundárnych metabolitov aromatických rastlín, najmä monoterpénov, seskviterpénov a ich zodpovedajúcich oksyložených derivátov (alkoholy, aldehydy, estery, étery, ketóny, fenoly a oxidy). Rastlinné silice majú dôležitú úlohu pri ochrane rastlín pred mikroorganizmami, bylinožravcami a pri odpudzovaní nežiaduceho hmyzu.

Rastlinné silice sú hydrofóbnej povahy, lipofilné, rozpustné v organických rozpúšťadlách a často majú hustotu nižšiu ako voda (**El Asbahani et al., 2015**). Tradične sa získavajú hydrodestiláciou, parnou destiláciou alebo extrakciou rozpúšťadlom (**Guan et al., 2007**). Extrakčné metódy sú rozdelené do dvoch kategórií: konvenčné/klasické metódy a pokročilé/inovatívne metódy. Bežné metódy sú založené na destilácii vody zahrievaním, aby sa získali silice z matrice rastlín. Výskumy v oblasti inovatívnych metód zahŕňajú ultrazvuk, mikrovlnné žiarenie a extrakciu superkritickou tekutinou (**El Asbahani et al., 2015**).

Rastlinné silice môžu obsahovať od 20 do 60 zlúčenín prítomných v rôznych koncentráciách (**Bakkali et al., 2008**). Vyznačujú sa dvomi alebo tromi látkami prítomnými vo vyšších koncentráciách, definovaných ako majoritné zlúčeniny, v koncentráciách od 20–85 %, zatiaľ čo ostatné látky sú prítomné v stopových množstvách (**Llana Ruiz Cabello et al., 2015**). Biologické vlastnosti rastlinných silíc zvyčajne určujú hlavné zlúčeniny (**Llana Ruiz Cabello et al., 2015**).

Hlavné zložky vybraných rastlinných silíc sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Majoritné zložky rastlinných silíc (Marino et al., 2001; Delaquis et al., 2002; Gutierrez et al., 2008)

Rastlina	Latinský názov	Hlavné zložky	Koncentrácia (%)
Rozmarín	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Eukalyptol	39,6
		Gáfor	19
		α -Pinén	48
Škoricovník	<i>Cinnamomum zeylandicum</i>	<i>trans</i> -Cinnamaldehyd	65
Koriander	<i>Coriandrum sativum</i>	Linalool	70
Klinčekovec	<i>Syzygium aromaticum</i>	Eugenol	75–85
		Eugenylacetát	8–15
Bazalka	<i>Ocimum basilicum</i>	Linalool	42,3
		Estragol	26,9
		Eukalyptol	8,1
Oregano	<i>Origanum vulgare</i>	Karvakrol	68,5
		Tymochinón	12,1
		<i>p</i> -Cymén	7,8
Šalvia	<i>Salvia officinalis</i> L.	Gáfor	6–15
		α -Pinene	4–5
		β -Pinén	2–10
		1,8 Cineol	6–14
		α -Thujen	20–42
Tymian	<i>Thymus vulgaris</i>	Tymol	52,9
		<i>p</i> -Cymén	34

Chemické zloženie rastlinných silíc závisí od geografického pôvodu, zloženia pôdy, vlhkosti, obdobia zberu a teploty a taktiež od metódy extrakcie rastlín (Tajkarimi et al., 2010).

Antibakteriálna aktivita mnohých rastlinných silíc je spôsobená zlúčeniami syntetizovanými v sekundárnom metabolizme; u niektorých sa potvrdilo, že majú silné antimikrobiálne vlastnosti (Burt, 2004).

Domingo a López-Brea (2003) uvádzajú, že rastliny produkujú viac ako 100 000 prírodných produktov s nízkou molekulovou hmotnosťou, známych ako sekundárne metabolity. Prvá vedecká štúdia o antimikrobiálnom potenciáli korenín pochádza z roku 1880. Štúdia sa zamerala na účinok škoricovej silice proti spóram *Bacillus anthracis*. V inej štúdii bol klinček použitý na oddialenie mikrobiálneho kazenía mäsa, sirupov, omáčok a cukrovíniiek.

Rastlinné silice sa vyznačujú antimikrobiálnou aktivitou proti grampozitívnym a gramnegatívnym baktériám (Calo et al., 2015). Avšak podľa Burta (2004) sú rastlinné silice vo všeobecnosti menej účinné proti gramnegatívnym baktériám, pravdepodobne kvôli prítomnosti vonkajšej bunkovej membrány, ktorá pôsobí ako fyzická bariéra, ktorá komplikuje difúziu antimikrobiálnych zlúčenín.

V tabuľke 3 je uvedená antimikrobiálna aktivita vybraných rastlinných silíc proti najčastejším potravinovým patogénom.

Tabuľka 3 Antimikrobiálna aktivita rastlinných silíc proti potravinovým patogénom (Ivanovic et al., 2012; Pires et al., 2013; Teixeira et al., 2013).

Rastlinná silica	Inhibovaný mikroorganizmus
Rozmarín	<i>B. cereus</i>
	<i>E. coli</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>S. enteritidis</i>
	<i>S. typhimurium</i>
	<i>S. aureus</i>
	<i>P. aeruginosa</i>
Škorica	<i>E. coli</i>
	<i>S. typhimurium</i>
	<i>S. aureus</i>
Koriander	<i>E. coli</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>S. typhimurium</i>
Klinček	<i>E. coli</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>S. typhimurium</i>
Bazalka	<i>E. coli</i>
	<i>S. aureus</i>
Oregano	<i>E. coli</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>P. aeruginosa</i>
	<i>S. typhimurium</i>
	<i>S. aureus</i>
Šalvia	<i>B. cereus</i>
	<i>E. coli</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>S. enteritidis</i>
	<i>S. typhimurium</i>
	<i>S. aureus</i>
Tymian	<i>B. cereus</i>
	<i>E. coli</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>S. enteritidis</i>
	<i>S. typhimurium</i>
	<i>S. aureus</i>

Oreganová rastlinná silica sa vyznačuje výraznými antioxidačnými a antimikrobiálnymi vlastnosťami (Ozcan et al., 2003). Karvakrol a tymol patria medzi dve hlavné fenoly, ktoré tvoria asi 78–85 % zo zložiek oreganovej silice a zodpovedajú za antimikrobiálnu aktivitu rastlinnej silice (Kokkini et al., 1997).

Tymianová silica obsahuje viac ako 60 látok s významným antioxidačným a antimikrobiálnym účinkom. Najdôležitejšie zlúčeniny tymianovej silice sú dva fenoly: tymol (44–60 %) a karvakrol (0,2–2,4 %), ktoré sú omnoho aktívnejšie ako monoterpény uhľovodíkov p-cymén (18,5–23,5 %) a γ -terpinén (16,1–18,9 %) (Baranauskiene et al., 2003).

Štúdie *in vitro* preukázali, že tieto zlúčeniny majú antimikrobiálne schopnosti voči na širokému spektru gramnegatívnych a grampozitívnych baktérií (Burt et al., 2005).

Mnohé štúdie preukázali, že esenciálne oleje z oregana, tymianu sú účinné proti baktériám *E. coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella choleraesuis* a *Salmonella typhimurium* a to vďaka vysokému obsahu tymolu a karvakrolu, p-ciménu a γ -terpinénu (Santoyo et al., 2006).

Karvakrol a tymol majú schopnosť dezintegrovať vonkajšiu membránu gramnegatívnych baktérií, uvoľňujú lipopolysacharid a zvyšujú priepustnosť cytoplazmatickej membrány pre ATP (adenozíntrifosfát) a depolarizujú cytoplazmatickú membránu (Xu et al., 2008).

Rastlinná silica extrahovaná z plodov Feniklu obyčajného sa vyznačuje antibakteriálnym účinkom proti patogénnym baktériám, ako je *Escherichia coli*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus* a *Listeria monocytogenes* (Mohsenzadeh, 2007). Etanolové a vodné extrakty Feniklu obyčajného preukázali antibakteriálnu aktivitu proti *Campylobacter jejuni* a *Helicobacter pylori* (Mahady et al., 2005). V inej štúdii bola preukázaná antibakteriálna feniklovej silice proti *Acinetobacter baumannii* (Kwon et al., 2002).

1.10 Hmotnostná spektrometria MALDI-TOF

Hmotnostná spektrometria MALDI-TOF patrí medzi chemotaxonomické metódy. Proces identifikácie je založený na analýze ribozómových a ďalších proteínov v bunke. Ribozomálne proteíny tvoria približne 20 % všetkých bunkových bielkovín a asi 3 % z celkovej hmoty. Tieto makromolekuly sú špecifické pre jednotlivé bakteriálne druhy a vďaka tomu môžu byť vhodné biomarkery. Hmotnostná spektrometria je považovaná za vysoko citlivú analytickú techniku (Kodana et al., 2016).

1.10.1 Princíp MALDI-TOF MS

Jedná sa o šetrnú ionizačnú metódu, pri ktorej biomolekuly (proteíny bunkových extraktov) nie sú po ataku lasera štiepené, ale ionizované pomocou matrice. Najčastejšie sa využívajú dusíkové UV lasery, v menšej miere infračervené (IR) lasery. Ožiarenie s vlnovou dĺžkou 337 nm trvá 4 nanosekundy

(ns). Matrica zabezpečí kontakt analyzovanej molekuly s laserom tak, aby biomolekula nebola atakovaná priamo a štiepená nežiaducim spôsobom.

Matrica ďalej sprostredkuje prenos energie a excitované molekuly matrice za vysokého tlaku ionizujú molekuly analytu (biomolekuly) prenosom protónu. Ióny, ktoré prešli do plynnej fázy, postupujú cez silné elektrické pole, v ktorom sú urýchlené a zaostrené. Vstúpia do vákuovej trubice hmotnostného analyzátora doby letu (TOF – Time of Flight), kde sa pohybujú rýchlosťou úmernou ich hmotnosti a nábojmi. Meria sa doba letu častice, ľahšie alebo viac nabité ióny dorazia k detektoru skôr ako ťažšie alebo menej nabité. Detektor je prepojený s počítačom a pomocou softvéru sú dáta spracované (**Torres et al., 2016**)

Pre každý kmeň je vytvorené hmotnostné spektrum (profil) jeho proteómu. Toto hmotnostné spektrum je zobrazením početnosti ionizovaných častíc bunkového proteómu. Profily proteínov sú pre daný druh mikroorganizmu charakteristické. Vlastná identifikácia mikroorganizmov následne spočíva v porovnávaní proteínového spektra izolátu so spektrami referenčných kmeňov v databáze MALDI Biotyper. Z matice podobnosti spektier sa vykonáva klastrová (zhluková) analýza. Zhluky podobnosti sa zobrazujú ako dendrogram. Na základe získaného dendrogramu je založená klasifikácia v rámci rodu, druhu, a v niektorých prípadoch aj poddruhu či typizácie kmeňa. Miera spoľahlivosti identifikácie (podobnosť izolátu s referenčným kmeňom v databáze) sa vyjadruje ako log (score). Ak je log (score) vyššie ako hodnota 2,3, jedná sa o vysoko pravdepodobnú identifikáciu na úrovni druhu. Log (score) v rozmedzí 2,3–2,0 potvrdzuje vysoko pravdepodobnú identifikáciu na úrovni rodu a pravdepodobnú identifikáciu na úrovni druhu. Pravdepodobnú identifikáciu na úrovni rodu majú kmene s log (score) 2,0–1,7. Výsledky s hodnotami pod 1,7 nie sú signifikantné. Samotná analýza je veľmi rýchla a výsledky sú možné získať v priebehu niekoľkých minút (**Kodana et al., 2016**).

K hlavným výhodám metódy patrí jednoduchosť a rýchlosť prevedenia, vysoká rozlišovacia schopnosť, ľahká reprodukovateľnosť a možnosť analyzovať veľký počet izolátov naraz. Na analýzu sú potrebné veľmi malé množstvá vzoriek (**Nomura et al., 2015**).

Mikroorganizmy možno identifikovať nielen na úrovni rodu, ale aj na druhovej úrovni a v niektorých prípadoch aj na úrovni poddruhov. MALDI-TOF MS možno ľahko a rýchlo identifikovať nielen patogénne baktérie izolované z potravín, ako sú *E. coli* O157: H7, *Yersinia* spp., *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., Jednotlivé druhy listérií vrátane *L. monocytogenes*, *Clostridium* spp., *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* (vrátane rozlíšenie meticilín rezistentných – MRSA, od meticilín senzitivných kmeňov *S. aureus*), *Enterococcus* spp., ale tiež technologicky významnú avšak na identifikáciu komplikovanú skupinu baktérií mliečneho kvasenia a ďalšie mikroorganizmy (**Nomura et al., 2015**).

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom predkladanej práce bolo sledovať antimikrobiálny účinok vybraných druhov rastlinných silíc na zastúpenie jednotlivých skupín mikroorganizmov počas skladovania kurčacieho mäsa.

Na analýzy boli použité vzorky prsnej svaloviny kurčiat. Sledovaný bol počet mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov (MASM), počet koliformných baktérií (KB), baktérie mliečneho kvasenia (BMK) a baktérie rodu *Pseudomonas* po aplikácii rastlinných silíc (RS) z klinčeka a škorice v kombinácii s vákuovým balením. Vzorky boli analyzované na 0., 4., 8., 12. a 16. deň skladovania mäsa kurčiat pri teplote 4 °C.

Ďalším cieľom práce bolo kvalitatívne stanovenie vyizolovaných mikroorganizmov zo vzoriek prsnej svaloviny kurčiat pomocou metódy MALDI-TOF MS.

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Príprava vzoriek

Cieľom našej práce bolo sledovať vplyv rastlinných silíc (RS) na mikrobiologickú kvalitu mäsa kurčiat počas 16 dní skladovania. Pre experimentálne účely boli použité vzorky prsnej svaloviny kurčiat. Mäso kurčiat na mikrobiologické laboratórne vyšetrenie bolo odobrané zo zabitej a spracovanej hydiny. Kurčatá boli zabité vo veku 42 dní. Spolu bolo analyzovaných 225 vzoriek (9 vzoriek z každej skupiny). Mikrobiologické analýzy boli vykonávané na 0., 4., 8., 12. a 16. deň skladovania mäsa pri teplote 4 °C. Z prsnej svaloviny boli za sterilných podmienok navážené vzorky o hmotnosti 5 g ku ktorým sa pridalo 45 ml fyziologického roztoku. Následne sa vzorky homogenizovali na trepačke po dobu 30 minút. Vzniklo tak riedenie 10^{-1} . Nasledovne boli pripravené ďalšie potrebné riedenia.

Vzorky boli pripravené nasledovne:

1. kontrolná skupina bez ošetrenia – vzorky balené za prístupu vzduchu bez ošetrenia – čerstvé mäso bolo balené do polyetylénových vreciek a uložené v aeróbných podmienkach pri teplote $4 \pm 0,5$ °C;
2. kontrolná skupina s vákuovým balením – vákuovo balené vzorky – čerstvé mäso bolo balené do polyetylénových vreciek, uložené vo vákuu za anaeróbných podmienok pri teplote $4 \pm 0,5$ °C;
3. kontrolná skupina ošetrená repkovým olejom – vákuovo balené vzorky ošetrené repkovým olejom, následne boli vzorky balené do polyetylénových vreciek, ktoré boli uložené za anaeróbných podmienok vo vákuu pri teplote $4 \pm 0,5$ °C;
4. vákuovo balené vzorky ošetrené klinčekovou RS (*Syzygium aromaticum*) v koncentrácii 1 %;
5. vákuovo balené vzorky ošetrené škoricovou RS (*Cinnamomum cassia*) v koncentrácii 1 %.

Vzorky boli jednotlivými rastlinnými silicami ošetrované po dobu 1 minúty, následne boli vzorky balené do polyetylénových sáčkov a uložené za anaeróbných podmienok vo vákuu pri teplote $4 \pm 0,5$ °C. Rastlinné silice na ošetrenie vzoriek prsnej svaloviny kurčiat boli použité pri výslednej koncentrácii 1 %.

Pre vákuové balenie vzoriek bola použitá vákuová balička Concept VA-0010 Fresh (Concept, Česká republika).

3.2 Zloženie rastlinných silíc

Škoricová silica

Materská rastlina: Škoricovník čínsky (*Cinnamomum cassia*), čeľaď: Vavrínovité (*Lauraceae*).

Zloženie: cinnamaldehyd (65–80 %) a eugenol (5–10 %), kyselina škoricová a cinnamylacetát, zlúčeniny obsahujúce endocyklickú dvojitú väzbu ako α -tujén, a-terpineol, a-kubebén, nekonjugovaný exocyklický dvojitý eugenol s dvojitou väzbu, β -karyofylén, terpinolén a hydroxydom substituované alifatické zlúčeniny.

Škoricová RS sa vyznačuje antioxidačnými, antimikrobiálnymi, antifungálnymi a antidiabetickými účinkami. Získava sa destiláciou čerstvých listov a výhonkov vodnou parou (Hanus).

Klinčeková silica

Materská rastlina: Klinčekovec voňavý (*Syzygium aromaticum*), čeľaď: Myrtovité (*Myrtaceae*).

Zloženie: eugenol (76,8 %), nasledovaný β -karyofylénom (17,4 %), α -humulén (2,1 %) a eugenylacetát (1,2 %) (Hanus).

Klinčeková RS sa používa pri bolestiach zubov, pri aftách, reumatizme, má antibakteriálne a antimykotické účinky. Získava sa destiláciou čerstvých listov vodnou parou.

3.3 Mikrobiologické analýzy

Vo zorkách kurčacieho mäsa sa počas skladovania stanovovali nasledovné skupiny mikroorganizmov:

- mezofilné anaeróbne sporujúce mikroorganizmy (MASM),
- koliformné baktérie,
- baktérie mliečneho kvasenia,
- baktérie rodu *Pseudomonas*.

Na kultiváciu vybraných skupín mikroorganizmov boli použité nasledovné živné pôdy:

Na izoláciu mezofilných anaeróbných sporujúcich mikroorganizmov bol použitý Anaerobic agar (Oxoid, UK), na izoláciu koliformných baktérií bol použitý VČŽL agar (Oxoid, UK), na izoláciu baktérií rodu *Lactobacillus* bol použitý MRS agar (Oxoid, UK) a na izoláciu baktérií rodu *Pseudomonas* bol použitý *Pseudomonas* agar (Oxoid, UK).

3.3.1 Stanovenie mezofilných anaeróbných sporujúcich mikroorganizmov

Stanovenie MASM bolo vykonané podľa STN EN ISO 7937. Do vopred označených Petriho misiek bolo naliatych 18 ± 2 ml živnej pôdy, ktorá sa nechala stuhnúť. Na stanovenie MASM boli použité riedenia 10^{-1} až 10^{-4} . Na pripravenú živnú pôdu sa napipetovalo 100 μ l z každého príslušného riedenia vzoriek. Naočkované inokulum sa rovnomerne rozotrela na povrch živnej pôdy L-tyčkou. Anaeróbne prostredie na stanovenie uvedenej skupiny mikroorganizmov, sme vytvorili v anaerokultových nádobách, do

ktorých sme umiestnili Inokulované Petriho misky zboli vložené do anaerokultových nádob (na zabezpečenie anaeróbného prostredia). Kultivácia sa uskutočnila pri teplote 25 °C počas 48–72 hodín.

3.3.2 Stanovenie počtu koliformných baktérií

Stanovenie počtu koliformných baktérií bolo vykonané podľa STN ISO 4832. Na stanovenie počtu koliformných baktérií boli použité riedenia 10^{-1} až 10^{-4} . Na pripravenú živnú pôdu sa napipetovalo 100 μl z každého príslušného riedenia vzoriek. Naočkované inokulum sa rovnomerne rozotrela na povrch živnej pôdy L-tyčinkou. Petriho misky boli inkubované pri teplote 37 ± 1 °C po dobu 24 až 48 hodín dnom nahor v termostate.

3.3.3 Stanovenie počtu baktérií mliečneho kvasenia

Stanovenie laktobacilov bolo vykonané podľa STN ISO 27205. pH sa upravilo na hodnotu $5,5 \pm 0,1$ a médium sa sterilizovalo v autokláve pri teplote 121 °C a tlaku 120 kPa počas 15 minút. Na stanovenie počtu *Lactobacillus* spp. boli použité riedenia 10^{-1} a 10^{-2} . Príslušné riedenia vzorky boli inokulované na povrch kultivačného média a rozotreté sterilnou L-tyčinkou. Petriho misky boli inkubované v termostate (CO₂ inkubátor ATP.Line CB, Binder GmbH, Tuttlingen, Nemecko) s obsahom 5 % CO₂ v atmosfére pri teplote 37 °C počas 48–72 hodín.

3.3.4 Stanovenie počtu baktérií rodu *Pseudomonas*

Stanovenie baktérií rodu *Pseudomonas* bolo vykonané podľa STN 560100. Na kultiváciu baktérií rodu *Pseudomonas* bol použitý *Pseudomonas* agar, na ktorom sa vytvárajú typické modro–zelené kolónie pri teplote 35 °C. Na stanovenie počtu *Pseudomonas* spp. boli použité riedenia 10^{-1} a 10^{-2} . Príslušné riedenia vzorky boli inokulované na povrch kultivačného média a rozotreté sterilnou L-tyčinkou. Petriho misky boli inkubované v termostate pri teplote 35 ± 1 °C počas 48 hodín.

3.4 Identifikácia mikroorganizmov pomocou MALDI-TOF MS

Na identifikáciu jednotlivých mikroorganizmov vyzolovaných zo vzoriek prsnej svaloviny kurčiat bol použitý MALDI-TOF hmotnostný spektrometer.

Príprava roztoku MALDI matrice:

Zloženie zásobného roztoku: 50 % acetonitril, 47,5 % voda, 2,5 % kyselina tri-fluor octová. Roztok slúžil ako organické rozpúšťadlo.

- príprava 1 ml organického rozpúšťadla – do eppendorfky sa napipetovalo 500 μl 100 % acetonitrilu, 475 μl destilovanej vody a 25 μl 100 % kyseliny tri-fluor octovej, zmes sa dôkladne premiešala.

- do eppendorfky s „HCCA matrix portioned“ sa pridalo 250 μ l organického rozpúšťadla, následne sa zmes vortexovala až do úplného rozpustenia všetkých kryštálov.

Príprava vzoriek:

- do eppendorfky sa napipetovalo 300 μ l destilovanej vody,
- z kultivačnej misky sa odobral biologický materiál, preniesol sa do eppendorfky s vodou a dôkladne premiešal,
- pridalo sa 900 μ l etanolu a premiešal sa,
- Eppendorfky sa centrifugovali pri najvyšších otáčkach 2 minúty, následne sa odliat supernatant, znova nasledovala centrifugácia vzoriek a pipetovaním sa opatrne odstránil etanol.

Pelet sa nechal niekoľko minút vyschnúť pri laboratórnej teplote.

- k peletu sa pridalo 30 μ l 70 % kyseliny mravčej, dôsledne sa premiešal,
- do eppendorfky sa pridalo 30 μ l acetonitrilu a opäť sa obsah premiešal,
- vzorky sa centrifugovali 2 minúty pri maximálnych otáčkach,
- napipetoval sa 1 μ l supernatantu na MALDI platničku a nechal sa uschnúť,
- hneď po uschnutí supernatantu sa na doštičku pipetoval 1 μ l roztoku MALDI matrice,
- po uschnutí boli takto pripravené vzorky na platničkách pripravené na identifikáciu mikroorganizmov pomocou MALDI-TOF hmotnostného spektrometra.

Tabuľka 4 Význam skóre hodnôt

Rozsah	Popis	Symbol	Farba
2, 300... 3, 000	spoľahlivá rodová a druhová identifikácia	(+++)	zelená
2, 000... 2, 299	spoľahlivá rodová identifikácia, pravdepodobná druhová identifikácia	(++)	zelená
1,700... 1, 999	pravdepodobná rodová identifikácia	(+)	žltá
0, 000... 1, 699	nespoľahlivá identifikácia	(-)	červená

3.5 Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Výsledky boli hodnotené v programe MS Office Excel 2010. V práci boli použité štatistické metódy základnej štatistiky, ako sú aritmetický priemer, smerodajná odchýlka. Okrem toho bola na vyhodnotenie výsledkov použitá analýza variancie (ANOVA). Korelačné analýzy boli vykonané pomocou F-testu a Tukey HSD testu.

4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

Cieľom práce bolo sledovať vplyv rastlinných silíc na mikrobiologickú kvalitu prsnej svaloviny kurčiat počas skladovania. Z mikroorganizmov boli sledované baktérie mliečneho kvasenia (BMK), mezofilné anaeróbne sporujúce mikroorganizmy (MASM), baktérie z čeľade Enterobacteriaceae a baktérie rodu *Pseudomonas* po ošetrení vzoriek prsnej svaloviny kurčiat klinčekom a škoricovou silicou v kombinácii s vákuovým balením. Vzorky mäsa boli analyzované na 0., 4., 8., 12. a 16. deň skladovania pri teplote 4 °C.

Hydinové mäso a patrí medzi základné potraviny v rôznych kultúrach a je bežne konzumované v mnohých krajinách. Napriek zlepšeným hygienickým podmienkam pri spracovaní mäsa obavy z mäsa a mäsových výrobkov ako nosičov potravinových patogénov rastú. Veľké ohniská chorôb prenášaných potravinami sú spájané najmä s konzumáciou kontaminovaného mäsa. Udržanie vysokej úrovne hygieny a nízkeho počtu baktérií za každých podmienok v kombinácii s nízkymi teplotami skladovania sú dve hlavné bariéry proti kazeniu čerstvého mäsa (Gul et al., 2016).

4.1 Vyhodnotenie mikrobiologickej kvality vzoriek prsnej svaloviny kurčiat ošetrených klinčekom a škoricovou rastlinnou silicou v kombinácii s vákuovým balením

Použitie rastlinných silíc v kombinácii s inými tradičnými alebo novo vznikajúcimi technológiami konzervácie potravín nachádza potenciálne uplatnenie v potravinárskom priemysle (de Souza Pedrosa et al., 2021).

Aplikácia rastlinných silíc ako antimikrobiálnych látok v potravinách sa zameriava predovšetkým na ich účinky proti patogénnym mikroorganizmom, mikroorganizmom spôsobujúcim kazenie potravín z hľadiska skladovateľnosti a bezpečnosti potravín (Lima a de Souza, 2021).

4.1.1 Vyhodnotenie počtu baktérií mliečneho kvasenia

Priemerné počty baktérií mliečneho kvasenia (BMK) boli v rozmedzí od 2,19 log KTJ.g⁻¹ na 0. deň do 2,64 log KTJ.g⁻¹ na 8. deň skladovania vo vzorkách kontrolnej skupiny bez ošetrenia, od 1,64 log KTJ.g⁻¹ na 12. deň do 2,33 log KTJ.g⁻¹ na 16 deň skladovania vo vzorkách kontrolnej skupiny s vákuovým balením, od 1,46 log KTJ.g⁻¹ na 12. deň do 2,62 log KTJ.g⁻¹ na 8. deň skladovania vo vzorkách kontrolnej skupiny ošetrených repkovým olejom, od 1,99 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň do 2,52 log KTJ.g⁻¹ na 4. deň skladovania vo vzorkách ošetrených klinčekom a od 2,19 log KTJ.g⁻¹ na 0. deň do 2,68 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou (tabuľka 5).

Baktérie rodov *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Moraxella*, *Brochothrix*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, baktérie mliečneho kvasenia

a rôzne rody z čeľade Enterobacteriaceae sú spájané so zhoršovaním kvality mäsa a mäsových výrobkov a ku kontaminácii môže dôjsť v celom výrobnom reťazci, najmä počas zabíjania zvierat, spracovania, distribúcie a skladovania (Casaburi et al., 2015).

Takahashi et al. (2021) skúmali antimikrobiálny účinok rastlinných silíc a ich zložiek proti BMK spôsobujúcim kazenie mäsa a mäsových výrobkov. Hodnotili schopnosť alylizotiokyanátu (AITC), klinčekovej rastlinnej silice, eugenolu a karvakrolu potláčať rast 6 kmeňov BMK. Karvakrol v dávke 500 mg.l⁻¹ a eugenol a AITC v dávke 2000 mg.l⁻¹ by mohli potlačiť rast určitých kmeňov BMK. Citlivosť na klinčekovú silicu sa medzi kmeňmi líšila. Počet BMK v párkoch ošetrených 5 000 alebo 10 000 mg.l⁻¹ karvakrolu bol nižší ako vo vzorkách bez ošetrenia a rast BMK bol významne potlačený vo vzorkách ošetrených 20 000 mg.l⁻¹ karvakrolu (P < 0,01).

Tabuľka 5 Priemerný počet BMK v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania

Vzorka	0. deň		4. deň		8. deň		12. deň		16. deň	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
K	2,19	0,07	2,24	0,07	2,64	0,04	2,33	0,09	2,20	0,12
KV	2,19	0,07	1,87	0,19	2,03	0,03	1,63	0,04	2,33	0,11
KRO	2,19	0,07	2,39	0,10	2,62	0,03	1,46	0,12	2,11	0,07
Klinček	2,19	0,07	2,52	0,08	2,14	0,12	2,00	0,20	1,99	0,08
Škorica	2,19	0,07	2,45	0,07	2,44	0,07	2,28	0,06	2,68	0,03
Tukey HSD test	-		K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:KRO ⁺ , KV:Kl ⁺ , KV:Š ⁺		K:KV ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:KRO ⁺ , KV:Š ⁺ , KRO:Kl ⁺		K:KV ⁺ , K:KRO ⁺ , KV:Š ⁺ , KRO:Kl ⁺ , KRO:Š ⁺		K:Š ⁺ , KV:Kl ⁺ , KRO:Š ⁺ , Kl:Š ⁺	

Signifikantné vyššie počty BMK (P<0,05) boli zistené na 4. deň skladovania vo vzorkách ošetrených klinčekovou a škoricovou silicou oproti kontrolnej skupine bez ošetrenia, v kontrolnej skupine ošetrenej repkovým olejom oproti kontrolnej skupine s vákuovým balením a vo vzorkách ošetrených klinčekovou a škoricovou silicou oproti kontrolnej skupine s vákuovým balením.

Zhang et al. (2016) sledovali vplyv rozmarínovej a klinčekovej silice na rast baktérií mliečneho kvasenia vo vzorkách mäsa kurčiat. Počet BMK na začiatku experimentu bol vo všetkých vzorkách mäsa 4,26 log CFU.g⁻¹. Na 15. deň skladovania boli hodnoty BMK v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia 6,20 CFU.g⁻¹. Počty BMK vo vzorkách ošetrených rastlinnými silicami boli na 15. deň preukázateľne nižšie (P < 0,05) v porovnaní s kontrolnou skupinou bez ošetrenia. Počet BMK bol 5,47 log CFU.g⁻¹ vo vzorkách ošetrených rozmarínovou silicou, 5,43 log CFU.g⁻¹ vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a 5,08 log CFU.g⁻¹ vo vzorkách ošetrených kombinovanou rastlinnou silicou (rozmarín + klinček).

Štatisticky významné rozdiely v počtoch BMK (P<0,05) na 8. deň skladovania boli zaznamenané medzi kontrolnou skupinou bez ošetrenia

a kontrolnou skupinou s vákuovým balením, medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami ošetrenými klinčekovým olejom, medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami ošetrenými škoricovým olejom, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a kontrolnou skupinou s repkovým olejom, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrenými škoricovým olejom a medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrenými klinčekovým olejom.

Signifikantne vyššie počty BMK ($P < 0,05$) boli zaznamenané tiež na 12. deň skladovania v kontrolnej skupine bez ošetrovania v porovnaní s kontrolnou skupinou s vákuovým balením vzorkami a kontrolnou skupinou s repkovým olejom, vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou v porovnaní s kontrolnou skupinou s vákuovým balením, vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou v porovnaní s kontrolnou skupinou s repkovým olejom

Ďalej boli zistené štatisticky významné rozdiely v počtoch BMK na 16. deň skladovania medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrenými škoricovou silicou, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrenými klinčekovou silicou, medzi kontrolnou skupinou ošetrenou repkovým olejom a vzorkami ošetrenými škoricovou silicou a taktiež medzi vzorkami ošetrenými klinčekovou silicou a vzorkami ošetrenými škoricovou silicou (tabuľka 5).

BMK sú najodolnejšie baktérie spomedzi grampozitívnych baktérií proti antimikrobiálnemu pôsobeniu rastlinných silíc (**Kostaki et al., 2009**).

Holley a Patel (2005) uvádzajú, že vysoká tolerancia BMK proti pôsobeniu rastlinných silíc sa pripisuje ich schopnosti vytvárať adenosíntrifosfát a tolerovať podmienky osmotického stresu.

4.1.2 Vyhodnotenie počtu mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov

Priemerné počty mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov (MASM) sa pohybovali od 2,87 log KTJ.g⁻¹ v 0. dni do 5,17 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň v skupine kontrolných vzoriek bez ošetrovania, od 2,87 KTJ.g⁻¹ v 0. dni do 4,89 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň v kontrolnej skupine s vákuovým balením, od 2,48 log KTJ.g⁻¹ na 8. deň do 3,84 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň v kontrolnej skupine s repkovým olejom, od 2,55 log KTJ.g⁻¹ na 4. deň do 3,79 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a od 2,63 log KTJ.g⁻¹ na 4. deň do 3,46 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou (tabuľka 6).

Medzi baktérie zodpovedné za poškodenie mäsa a mäsových výrobkov patria okrem iných *Acinetobacter*, *Brochothrix thermosphacta*, *Enterobacter*, *Lactobacillus sakei* a *L. curvatus* a *Pseudomonas*. Spolu s nimi môžu kvasinky a mikroskopické huby tiež viesť k výskytu defektov, ako je pachuť a zápach (**Jayasena a Jo, 2013**). Okrem toho existujú patogénne kmene, ktoré

môžu ohroziť bezpečnosť potravín, ako sú *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes* a *Salmonella enterica*, ako aj spóry *Bacillus cereus* a *Clostridium botulinum* (Pateiro et al., 2021).

Škorica je známa ako jedno z najbežnejších korení s antiemetickými, protihnačkovými a povzbudzujúcimi vlastnosťami (Nabavi et al., 2015), zatiaľ čo klinček sa tradične používa ako látka na zvýraznenie chuti v potravinách (Xu et al., 2016). Rôzne štúdie popisali aktivitu rastlinných silíc proti patogénnym baktériám, ako sú *E. coli* a *S. typhimurium* (Man et al., 2019). Antimikrobiálny účinok týchto rastlinných silíc koreluje s výskytom hlavných zlúčenín, ako je škoricový aldehyd, tymol a eugenol (Swamy et al., 2016).

Tabuľka 6 Priemerný počet MASM v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania

Vzorka	0. deň		4. deň		8. deň		12. deň		16. deň	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
K	2,87	0,04	3,15	0,06	3,19	0,02	4,71	0,06	5,17	0,02
KV	2,87	0,04	3,04	0,02	3,07	0,04	4,51	0,03	4,89	0,02
KRO	2,87	0,04	2,72	0,10	2,48	0,03	3,29	0,02	3,84	0,02
Klinček	2,87	0,04	2,55	0,12	2,70	0,10	3,05	0,01	3,79	0,03
Škorica	2,87	0,04	2,63	0,12	2,76	0,06	3,21	0,06	3,46	0,02
Tukey HSD test	-		K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ ,K:Š ⁺ , KV:KRO ⁺ , KV:Kl ⁺ , KRO:Š ⁺	K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:KRO ⁺ , KV:Kl ⁺ , KRO:Š ⁺	K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:Kl ⁺ , KV:Š ⁺ , KRO:Kl ⁺	K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:KRO ⁺ , KV:Kl ⁺ , KV:Š ⁺ , KRO:Š ⁺				

Signifikantne vyššie počty MASM ($P < 0,05$) boli na 4. deň skladovania zaznamenané v kontrolnej skupine bez ošetrenia v porovnaní s kontrolnou skupinou ošetrenou repkovým olejom, so vzorkami ošetrenými klinčekovou silicou a so vzorkami ošetrenými škoricovou silicou. Štatisticky významné rozdiely boli ďalej zistené medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a kontrolnou skupinou s repkovým olejom, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrenými klinčekovou silicou a medzi kontrolnou skupinou ošetrenou repkovým olejom a vzorkami ošetrenými škoricovou silicou (tabuľka 6).

Bagheri et al. (2020) skúmali antimikrobiálnu aktivitu 38 komerčne dostupných rastlinných silíc proti vybraným potravinovým patogénom, ako sú *E. coli* O157: H7, *Listeria*, *Bacillus*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium tyrobutiricum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Brochotrix thermosphacta*, *Campylobacter jejuni*, *Carnobacterium divergens*, *Aspergillus* a *Penicillium*. Tymian, škoric, cesnak, zmes mexického cesnaku a oregano preukázali najsilnejšie antimikrobiálne účinky. Najcitlivejšími patogénmi boli *Penicillium solitum* a *L. monocytogenes*. Fenoly a aldehydy mali najsilnejšie pozitívne účinky na antimikrobiálne vlastnosti, nasledované zlúčeninami obsahujúcimi síru a esterami; zatiaľ čo účinky monoterpenov

a ketónov boli negatívne. Bola pozorovaná rôzna citlivosť potravinových patogénov na chemické skupiny. Napríklad fenoly a aldehydy vykazovali lineárny inhibičný účinok na *L. monocytogenes*, zatiaľ čo seskviterpén a ester vykazovali významný inhibičný účinok na *S. aureus*.

Štatisticky významné rozdiely ($P < 0,05$) na 8. deň skladovania boli zistené medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou, kontrolnou skupinou s vákuovým balením a kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou a medzi kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom a vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou.

Ďalej boli štatisticky významné rozdiely v počtoch MASM ($P < 0,05$) na 12. deň skladovania zaznamenané medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou, kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou, kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou a medzi kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom a vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou.

Signifikantne vyššie počty MASM ($P < 0,05$) na 16. deň skladovania boli zistené v kontrolnej skupine bez ošetrovania oproti kontrolnej skupine s repkovým olejom, v kontrolnej skupine bez ošetrovania oproti vzorkám ošetrovaným klinčekovou silicou, v kontrolnej skupine bez ošetrovania oproti vzorkám ošetrovaným škoricovou silicou, v kontrolnej skupine s vákuovým balením oproti kontrolnej skupine s repkovým olejom, v kontrolnej skupine s vákuovým balením oproti vzorkám ošetrovaným škoricovou silicou a v kontrolnej skupine s repkovým olejom oproti vzorkám ošetrovaným škoricovou silicou (tabuľka 6).

Czaikoski et al. (2017) hodnotili antibakteriálnu účinnosť rastlinnej silice z kvetov *Eupatorium intermedium* voči štyrom bakteriálnym kmeňom (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* a *Salmonella typhimurium*). Výsledky ukázali, že silica z *Eupatorium intermedium* mala silnú antibakteriálnu účinnosť proti dvom grampozitívnym baktériám (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*). *Escherichia coli* a *Salmonella typhimurium* boli voči tejto rastlinnej silici úplne odolné, čo naznačuje, že silica z *Eupatorium intermedium* inhibuje rast grampozitívnych baktérií.

4.1.3 Vyhodnotenie počtu koliformných baktérií

Priemerné počty KB sa pohybovali od 0,72 log KTJ.g⁻¹ v 0. dni do 4,24 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania v kontrolnej skupine bez ošetrovania, od 0,72 log KTJ.g⁻¹ v 0. dni do 4,31 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň v kontrolnej skupine s vákuovým balením, od 0,00 log KTJ.g⁻¹ na 4. deň do 3,04 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň

skladovania v kontrolnej skupine ošetrenej repkovým olejom, od 0,00 log KTJ.g⁻¹ na 4. a 8. deň do 3,22 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a od 0,00 log KTJ.g⁻¹ na 0. deň do 3,06 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou (tabuľka 7).

Lv et al. (2011) hodnotili antimikrobiálny účinok rôznych kombinácií rastlinných silíc proti mikroorganizmom kontaminujúcich potraviny. Rastlinné silice boli testované proti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* a *Saccharomyces cerevisiae*. Najsilnejší účinok proti všetkým testovaným kmeňom preukázala oreganová rastlinná silica. Bazalková a bergamotová silica inhibovali rast *S. aureus* a *B. subtilis*, zatiaľ čo perilová silica mala inhibovala rast *S. cerevisiae*.

Tabuľka 7 Priemerný počet KB v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania

Vzorka	0. deň		4. deň		8. deň		12. deň		16. deň	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
K	0,72	0,57	0,92	0,55	3,32	0,02	4,15	0,05	4,24	0,04
KV	0,72	0,57	0,81	0,70	1,13	0,50	3,40	0,16	4,31	0,02
KRO	0,72	0,57	0,00	0,00	2,14	0,14	2,76	0,02	3,04	0,03
Klinček	0,72	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,54	3,22	0,03
Škorica	0,72	0,57	0,00	0,00	0,36	0,64	1,57	0,11	3,06	0,13
Tukey HSD test	-		K:KV ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:Kl ⁺ , KRO:Kl ⁺ , KRO:Š ⁺		K:KV ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KRO:Kl ⁺ , KRO:Š ⁺		K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺ , KV:Kl ⁺ , KV:Š ⁺ , KRO:Kl ⁺		K:KRO ⁺ , K:Š ⁺ , KV:KRO ⁺ , KV:Kl ⁺ , KV:Š ⁺ , KRO:Kl ⁺	

Štatisticky významné rozdiely v počte KB ($P < 0,05$) boli zaznamenané na 4. deň skladovania medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a kontrolnou skupinou s vákuovým balením, medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami s klinčekovou silicou, medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami so škoricovou silicou, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami s klinčekovou silicou, medzi kontrolnou skupinou s repkovým olejom a vzorkami s klinčekovou silicou a medzi kontrolnou skupinou s repkovým olejom a vzorkami so škoricovou silicou.

Signifikantne vyššie počty KB ($P < 0,05$) boli na 8. deň skladovania zistené v kontrolnej skupine bez ošetrovania v porovnaní s kontrolnou skupinou s vákuovým balením, so vzorkami ošetrenými klinčekovou silicou a so vzorkami ošetrenými škoricovou silicou. Štatisticky významné rozdiely boli zaznamenané tiež medzi kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom a vzorkami ošetrenými klinčekovou silicou a medzi kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom a vzorkami ošetrenými škoricovou silicou.

Niektoré druhy koliformných baktérií, ako aj baktérie mliečneho kvasenia sa často podieľajú na procesoch kazenia mäsa. Celkový počet aeróbných

mikroorganizmov spolu s počtom koliformných baktérií predstavuje dôležité ukazovatele všeobecnej mikrobiálnej kontaminácie v závislosti od úrovne hygieny počas spracovania mäsa. Prítomnosť týchto skupín vo vysokom počte preto poukazuje na vyšší potenciál kazenía a prítomnosť patogénov v mäse. Okrem toho sú teplota a podmienky skladovania, ako napríklad dostupnosť kyslíka, mimoriadne dôležité pre proces kazenía (**Stojanović-Radić et al., 2018**).

Ďalej boli zaznamenané štatisticky významné rozdiely ($P < 0,05$) na 12. deň skladovania medzi kontrolnou skupinou bez ošetrovania a kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou, kontrolnou skupinou bez ošetrovania a vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou, medzi kontrolnou skupinou s vákuovým balením a vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou a medzi kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom a vzorkami ošetrovanými repkovým olejom.

Signifikantne vyššie počty KB ($P < 0,05$) boli na 16. deň skladovania zistené v kontrolnej skupine bez ošetrovania v porovnaní s kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, so vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou, v kontrolnej skupine s vákuovým balením v porovnaní s kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, so vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou, so vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou a v kontrolnej skupine ošetrovanej repkovým olejom v porovnaní so vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou (tabuľka 7).

Chaichi et al. (2021) skúmali antibakteriálny účinok tymianovej, škoricovej a klinčekovej rastlinnej silice proti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* a *Pseudomonas fluorescens*. *P. fluorescens* vykazoval najvyššiu odolnosť voči rastlinným siliciam a *S. aureus* bol najviac inhibovaný. Najsilnejší antibakteriálny účinok preukázala tymianová silica, za ňou nasledoval klinček a škoricová.

4.1.4 Vyhodnotenie počtu baktérií rodu *Pseudomonas*

Priemerné počty baktérií rodu *Pseudomonas* sa pohybovali od 2,22 log KTJ.g⁻¹ na 12. deň do 2,68 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania v kontrolných vzorkách bez ošetrovania, od 0,55 log KTJ.g⁻¹ na 12. deň do 2,51 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania v kontrolnej skupine s vákuovým balením. V kontrolnej skupine ošetrovanej repkovým olejom a vo vzorkách ošetrovaných klinčekovou a škoricovou silicou neboli zaznamenané počty baktérií *Pseudomonas* spp. (tabuľka 8).

Kačániová et al. (2017) sledovali antibakteriálnu aktivitu 21 rastlinných silíc proti 10 druhom *Pseudomonas* izolovaných zo sladkovodných rýb. Všetky testované rastlinné silice vykazovali antimikrobiálnu aktivitu, avšak škoricová silica (*Cinnamomum zeylanicum*) bola proti *Pseudomonas* spp. najúčinnnejšia.

Tabuľka 8 Priemerný počet baktérií rodu *Pseudomonas* v prsnej svalovine kurčiat počas 16 dní skladovania

Vzorka	0. deň		4. deň		8. deň		12. deň		16. deň	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,05	2,68	0,05
KV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,66	2,51	0,01
KRO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Klinček	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Škorica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tukey HSD test	-		-		-		K:KV ⁺ , K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺		K:KV ⁺ , K:KRO ⁺ , K:Kl ⁺ , K:Š ⁺	

Signifikantne vyššie počty baktérií rodu *Pseudomonas* ($P < 0,05$) boli zaznamenané na 12. deň a 16. deň skladovania v kontrolnej skupine bez ošetrovania v porovnaní a kontrolnou skupinou s vákuovým balením, s kontrolnou skupinou ošetrovanou repkovým olejom, so vzorkami ošetrovanými klinčekovou silicou a so vzorkami ošetrovanými škoricovou silicou (tabuľka 8).

Emiroglu et al. (2010) testovali antimikrobiálnu aktivitu oreganovej a tymianovej silice proti *Escherichia coli*, *E. coli O157: H7*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Lactobacillus plantarum*. Obe silice vykazovali podobnú antibakteriálnu aktivitu proti všetkým baktériám. Zatiaľ čo *E. coli*, *E. coli O157: H7* a *S. aureus* boli významne inhibované rastlinnými silicami, *L. plantarum* a *P. aeruginosa* sa javili ako odolnejšie baktérie.

4.2 Identifikácia vyizolovaných mikroorganizmov zo vzoriek prsnej svaloviny kurčiat pomocou MALDI-TOF MS

Z BMK bol najčastejšie vyizolovaný *Lactobacillus salivarius* (v 4 prípadoch) z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania, z kontrolnej skupiny vzoriek ošetrovaných repkovým olejom, zo vzoriek ošetrovaných klinčekovým a škoricovým olejom. V 2 prípadoch sa podarilo vyizolovať *Lactobacillus reuteri* z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania a z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením. Ďalej bol v 2 prípadoch vyizolovaný *Lactobacillus brevis* a v 1 prípade *Lactobacillus johnsonii*.

Z MASM sa podarilo v 4 prípadoch vyizolovať *Staphylococcus warneri* (z kontrolnej skupiny bez ošetrovania, z kontrolnej skupiny s vákuovým balením, z kontrolnej skupiny s repkovým olejom a zo vzoriek ošetrovaných škoricovou silicou) a *Staphylococcus epidermidis* (z kontrolnej skupiny bez ošetrovania, z kontrolnej skupiny s vákuovým balením, z kontrolnej skupiny

s repkovým olejom a zo vzoriek ošetrovaných škoricovou silicou), v 3 prípadoch sa podarilo vyizolovať druh *Kocuria rhizophila* z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením, zo vzoriek ošetrovaných klinčekom a škoricovou silicou. V 1 prípade sa podarilo vyizolovať *Kocuria kristinae* (z kontrolnej skupiny bez ošetrovania), *Bacillus licheniformis* (z kontrolnej skupiny bez ošetrovania) a *Staphylococcus pasteurii* (z kontrolnej skupiny ošetrovanej repkovým olejom).

Z koliformných baktérií sa podarilo vyizolovať *Hafnia alvei* v 4 prípadoch (z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania, z kontrolnej skupiny vzoriek ošetrovaných repkovým olejom, zo vzoriek ošetrovaných klinčekom a škoricovou silicou a zo vzoriek ošetrovaných škoricovou silicou). V 3 prípadoch sa podarilo vyizolovať *Citrobacter braakii* z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania a z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením a z kontrolnej skupiny vzoriek ošetrovaných repkovým olejom. V 2 prípadoch sa podarilo vyizolovať *Escherichia coli* a *Moellerella wisconsensis* z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením a z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania, *Yersinia enterocolitica* z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením a kontrolnej skupiny vzoriek ošetrovaných repkovým olejom a *Kluyvera intermedia* z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením a zo vzoriek ošetrovaných klinčekom a škoricovou silicou. Ďalej boli vyizolované *Buttiauxella gaviniae* a *Yersinia pseudotuberculosis* z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania.

Z baktérií rodu *Pseudomonas* sa podarilo vyizolovať druhy *P. synxantha*, *P. orientalis*, *P. veronii* a *P. fluorescens* z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania a *P. chlororaphis* a *P. libanensis* z kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením.

Ďalej sa podarilo vyizolovať v 2 prípadoch *Aeromonas veronii*, *Aeromonas salmonicida* a *Aeromonas popiffii* kontrolnej skupiny vzoriek s vákuovým balením a z kontrolnej skupiny vzoriek ošetrovaných repkovým olejom, v 1 prípade *Bacillus licheniformis* z kontrolnej skupiny vzoriek bez ošetrovania (tabuľka 9).

Tabuľka 9 Vyizolované druhy mikroorganizmov zo vzoriek prsnej svaloviny kurčiat

	BMK	MASM	Koliformné baktérie	<i>Pseudomonas</i> spp.	Iné
K	<i>Lactobacillus reuteri</i> , <i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Kocuria kristinae</i> ,	<i>Hafnia alvei</i> , <i>Buttiauxella gaviniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter braakii</i> , <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> , <i>Moellerella wisconsensis</i>	<i>P. synxantha</i> , <i>P. orientalis</i> , <i>P. veronii</i> , <i>P. fluorescens</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>

	BMK	MASM	Koliformné baktérie	<i>Pseudomonas</i> spp.	Iné
KV	<i>Lactobacillus reuteri</i> , <i>Lactobacillus salivarius</i> , <i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Kocuria rhizophila</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Citrobacter braakii</i> , <i>Kluyvera intermedia</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Moellerella wisconsensis</i>	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> <i>Pseudomonas libanensis</i>	<i>Aeromonas salmonicida</i> , <i>Aeromonas popiffii</i> , <i>Aeromonas veronii</i>
KRO	<i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus salivarius</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Staphylococcus pasteurii</i>	<i>Hafnia alvei</i> , <i>Citrobacter braakii</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>		<i>Aeromonas veronii</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> , <i>Aeromonas popiffii</i>
Kl.	<i>Lactobacillus salivarius</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Kocuria rhizophila</i>	<i>Hafnia alvei</i> , <i>Kluyvera intermedia</i>		
Šk.	<i>Lactobacillus salivarius</i>	<i>Kocuria rhizophila</i> , <i>Staphylococcus warneri</i>	<i>Hafnia alvei</i>		

K – kontrolná skupina vzoriek bez ošetrovania, KV – kontrolná skupina vzoriek s vákuovým balením, KRO – kontrolná skupina vzoriek ošetrovaných repkovým olejom, Kl. – vzorky ošetrované klinčekom silicou, Šk. – vzorky ošetrované škoricovou silicou

Cieľom štúdie **Jääskeläinen et al. (2016)** bolo skúmať vplyv balenia mäsa (vo vákuu a v atmosfére s vysokým obsahom kyslíka) na rast mikroorganizmov pri teplote 6° C. Na začiatku skladovania tvorili mikrobiálnu populáciu prevažne rody *Carnobacterium* a *Lactobacillus*. Po dvoch týždňoch skladovania boli *Lactococcus* a *Lactobacillus* dominantnými rodmi vo vzorkách mäsa s vákuovým balením a *Leuconostoc* vo vzorkách balených za prístupu kyslíka. *Leuconostoc gelidum*, *Lactococcus piscium*, *Lactobacillus sakei* a *Lactobacillus algidus* boli najbežnejšími druhmi vyzolovaných baktérií.

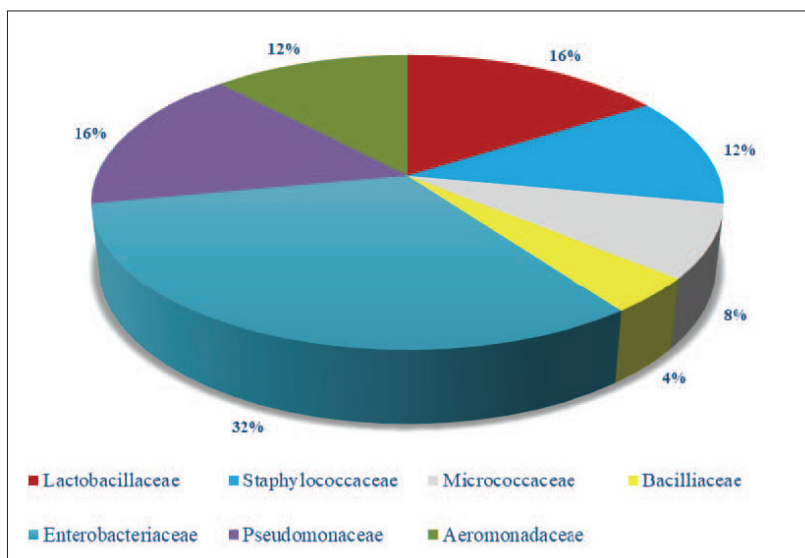
Höll et al. (2016) porovnávali zastúpenie mikroorganizmov v kurčacom mäse balenom s vysokou koncentráciou O₂ (80% O₂, 20% CO₂) a nízkou koncentráciou O₂ (65% N₂ a 35% CO₂). Vzorky mäsa boli skladované 14 dní pri teplote 4 °C a 10 °C. *Brochothrix thermosphacta*, *Carnobacterium* spp. a *Pseudomonas* spp. boli najviac zastúpené mikroorganizmy identifikované po ôsmich dňoch pri 4 °C a 10 °C vo vzorkách balených s vysokou koncentráciou O₂. Vo vzorkách balených s nízkou koncentráciou O₂ predstavovali hlavnú mikrobiotu druh *Hafnia alvei* pri 10° C a rody *Carnobacterium* spp., *Serratia* spp. a *Yersinia* spp. pri 4° C.

Tabuľka 10 Zatriedenie vyizolovaných druhov mikroorganizmov do čeľadí

Mikroorganizmus	Čeľaď
<i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Lactobacillus johnsonii</i>	Lactobacillaceae
<i>Staphylococcus warneri</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus pasteurii</i>	Staphylococcaceae
<i>Kocuria kristinae</i> <i>Kocuria rhizophila</i>	Micrococcaceae
<i>Bacillus licheniformis</i>	Bacilliaceae
<i>Hafnia alvei</i> <i>Buttiauxella gaviniae</i> <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Citrobacter braakii</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Kluyvera intermedia</i> <i>Moellerella wisconsensis</i>	Enterobacteriaceae
<i>Pseudomonas synxantha</i> <i>Pseudomonas orientalis</i> <i>Pseudomonas veronii</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i>	Pseudomonaceae
<i>Aeromonas salmonicida</i> <i>Aeromonas popiffii</i> <i>Aeromonas veronii</i>	Aeromonadaceae

Medzi bakteriálne rody vyskytujúce sa na čerstvom mäse patria najmä *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Brochothrix*, *Flavobacterium*, *Psychrobacter*, *Moraxella*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, ďalej baktérie mliečneho kvasenia a rôzne rody z čeľade Enterobacteriaceae. Medzi faktory, ktoré sú dôležité pre udržanie kvality mäsa v priebehu času skladovania patrí zloženie mäsa, teplota, pH, obsah kyslíka a oxidu uhličitého a prítomnosť konkurenčnej mikrobioty (**Koutsoumanis et al., 2006**).

Tsafirakidou et al. (2021) analyzovali mikrobiotu vo vzorkách mletého kurčacieho mäsa baleného v modifikovanej atmosfére (MAP) bez prítomnosti kyslíka. MAP spomalila rast baktérií mliečneho kvasenia a úplne potlačila rast pseudomonád, enterobaktérií, enterokokov, stafylokokov a kvasiniek. Prevládali dva odlišné biotypy kmeňa *Latilactobacillus sakei*. K hlavným druhom, ktoré patrili medzi rozhodujúce v súvislosti s kazením mäsa patrili *Leuconostoc carnosum*, *Carnobacterium divergens*, *Latilactobacillus fuchuensis* a *Weissella koreensis*.



Obrázok 3 Percentuálne zastúpenie čeľadí mikroorganizmov

Zo všetkých vyizolovaných čeľadí tvorila najvyšší podiel čeľaď Enterobacteriaceae (32 %), podarilo sa vyizolovať 8 druhov baktérií v rámci čeľade. Percentuálne zastúpenie 16 % mali čeľade Pseudomonaceae a Lactobacillaceae, kde sa podarilo vyizolovať 4 druhy baktérií. Ďalej boli zastúpené čeľade: Staphylococcaceae (12 %), Aeromonadaceae (12 %), Micrococcaceae (8 %) a Bacillaceae (4 %) (obrázok 3).

Najrozšírenejším bakteriálnym rodom, ktorý kontaminuje kurčacie mäso skladované za aeróbných podmienok je proteolytická baktéria *Pseudomonas* spp., pričom obzvlášť rozšírenými druhmi sú *P. aeruginosa*, *P. fragi*, *P. lundensis* a *P. fluorescens* (Lee et al., 2017).

Ku kazeniu hydínových výrobkov balených bez prítomnosti kyslíka prispievajú niektoré fakultatívne a obligátne anaeróbne baktérie, ako napríklad *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacillus* spp. a *Carnobacterium* spp. Zatiaľ čo baktérie z rodov *Weissella*, *Shewanella*, *Acinetobacter* a *Klebsiella* prispievajú k ďalšiemu kazeniu mäsových výrobkov (Rouger et al., 2018).

ZÁVER

Cieľom práce bolo sledovať antimikrobiálny účinok rastlinných silíc (klinčeková a škoricová) na zastúpenie jednotlivých skupín mikroorganizmov počas skladovania mäsa kurčiat. V pokusoch boli použité vzorky prsnej svaloviny kurčiat.

Počet baktérií mliečneho kvasenia vo vzorkách prsnej svaloviny kurčiat bol v rozmedzí od 1,46 log KTJ.g⁻¹ na 12. deň v kontrolnej skupine vzoriek s repkovým olejom do 2,68 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou.

V počte baktérií mliečneho kvasenia boli vo vzorkách prsnej svaloviny zaznamenané štatisticky významné rozdiely medzi kontrolnou skupinou vzoriek a vzorkami ošetrenými klinčekovou a škoricovou silicou na 4., 8., 12. a 16. deň skladovania mäsa.

Z baktérií mliečneho kvasenia sa vo vzorkách prsnej svaloviny najčastejšie vyskytoval druh *Lactobacillus salivarius*.

Počet mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov bol v rozmedzí od 2,48 log KTJ.g⁻¹ na 8. deň v kontrolnej skupine vzoriek ošetrených repkovým olejom do 5,17 log KTJ.g⁻¹ na 16 deň skladovania v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia.

V počte mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov boli vo vzorkách prsnej svaloviny zaznamenané štatisticky významné rozdiely medzi všetkými skupinami analyzovaných vzoriek na 4., 8., 12. a 16. deň skladovania mäsa.

Z mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov boli zo vzoriek prsnej svaloviny najčastejšie vyizolované druhy *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus epidermidis* a *Kocuria rhizophila*.

Výskyt koliformných baktérií nebol zaznamenaný v kontrolnej skupine vzoriek s repkovým olejom, vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou na 4. deň skladovania a vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou na 8. deň skladovania. Najvyšší počet koliformných baktérií bol 4,24 log KTJ.g⁻¹ v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia na 16. deň skladovania.

V počte koliformných baktérií boli vo vzorkách prsnej svaloviny zaznamenané štatisticky významné rozdiely medzi všetkými skupinami analyzovaných vzoriek na 4., 8., 12. a 16. deň skladovania mäsa.

Z koliformných baktérií boli zo vzoriek prsnej svaloviny najčastejšie vyizolované druhy *Hafnia alvei* a *Citrobacter braakii*.

Baktérie rodu *Pseudomonas* neboli detegované v žiadnej z analyzovaných skupín vzoriek na 0., 4. a 8. deň skladovania, najvyšší počet baktérií rodu *Pseudomonas* bol 2,68 log KTJ.g⁻¹ v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia na 16. deň skladovania.

V počte baktérií rodu *Pseudomonas* boli vo vzorkách prsnej svaloviny zaznamenané štatisticky významné rozdiely medzi kontrolnou skupinou vzoriek a vzorkami ošetrovanými klinčekovou a škoricovou silicou na 12. a 16. deň skladovania.

Z baktérií rodu *Pseudomonas* sa podarilo vyizolovať druhy *P. synxantha*, *P. orientalis*, *P. veronii*, *P. fluorescens*, *Pseudomonas chlororaphis* a *Pseudomonas libanensis*.

Zo všetkých vyizolovaných čeľadí tvorila najvyšší podiel čeľaď Enterobacteriaceae (32 %), nasledovali čeľade Pseudomonaceae (16 %) a Lactobacillaceae (16 %). Ďalej boli zastúpené čeľade Staphylococcaceae (12 %), Aeromonadaceae (12 %), Micrococcaceae (8 %) a Bacillaceae (4 %).

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo sledovanie antimikrobiálneho účinku rastlinných silíc na zastúpenie jednotlivých skupín mikroorganizmov počas skladovania mäsa kurčiat. V pokusoch boli použité vzorky prsnej svaloviny kurčiat. Sledovalo sa zastúpenie počtu baktérií mliečneho kvasenia (BMK), mezofilné anaeróbné sporulujúce mikroorganizmy (MASM), koliformné baktérie (KB) a *Pseudomonas* spp. vo vzorkách prsnej svaloviny kurčiat po ošetrení škoricovou a klinčekovou silicou v kombinácii s vákuovým balením. Vzorky boli analyzované na 0., 4., 8., 12. a 16. deň skladovania mäsa kurčiat pri teplote 4 °C. Ďalším cieľom bolo druhové stanovenie vyizolovaných mikroorganizmov zo vzoriek mäsa kurčiat pomocou MALDI-TOF MS Biotyper. Počet baktérií mliečneho kvasenia sa pohyboval od 1,46 log KTJ.g⁻¹ na 12. deň v kontrolnej skupine vzoriek ošetrených repkovým olejom do 2,68 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou, počet mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov sa pohyboval od 2,48 log KTJ.g⁻¹ na 8. deň v skupine vzoriek ošetrených repkovým olejom do 5,17 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia, počet koliformných baktérií sa pohyboval od 0,00 log KTJ.g⁻¹ na 4. deň v kontrolnej skupine vzoriek ošetrených repkovým olejom, vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou a vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a na 8. deň vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou do 4,24 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia, počet baktérií rodu *Pseudomonas* sa pohyboval od 0,00 log KTJ.g⁻¹ na 0., 4. a 8. deň vo všetkých analyzovaných skupinách vzoriek a na 12. a 16. deň v kontrolnej skupine vzoriek ošetrených repkovým olejom, vo vzorkách ošetrených klinčekovou silicou a vo vzorkách ošetrených škoricovou silicou do 2,68 log KTJ.g⁻¹ na 16. deň skladovania v kontrolnej skupine vzoriek bez ošetrenia. Štatisticky významné rozdiely v počte baktérií mliečneho kvasenia, mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov a koliformných baktérií medzi vzorkami kontrolných skupín a vzorkami ošetrenými klinčekovou a škoricovou silicou na 4., 8., 12. a 16. deň skladovania. V počte baktérií rodu *Pseudomonas* boli štatisticky významné rozdiely medzi kontrolnými skupinami vzoriek a vzorkami ošetrenými klinčekovou a škoricovou silicou zaznamenané na 12. a 16. deň skladovania. Na identifikáciu jednotlivých mikroorganizmov vyizolovaných zo vzoriek mäsa bola použitá hmotnostná spektrometria MALDI-TOF MS Biotyper. Z baktérií mliečneho kvasenia sa najčastejšie podarilo vyizolovať druhy *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus reuteri* a *Lactobacillus brevis*. Z mezofilných anaeróbných sporulujúcich mikroorganizmov boli najčastejšie vyizolované druhy *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus epidermidis* a *Kocuria rhizophila*. Z koliformných baktérií sa najčastejšie podarilo vyizolovať druhy *Hafnia alvei*, *Citrobacter braakii*, *Escherichia coli*, *Moellerella wisconsensis*, *Yersinia enterocolitica* a *Kluyvera intermedia* a z baktérií rodu *Pseudomonas* boli vyizolované druhy *P. synxantha*, *P. orientalis*, *P. veronii*, *P. fluorescens*, *P. chlororaphis* a *P. libanensis*.

Kľúčové slová: mikroorganizmy, antimikrobiálny účinok, rastlinné silice, prsná svalovina kurčiat

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the antimicrobial effect of essential oils to the various groups of microorganisms during the storage of chicken meat. Chicken breast muscle samples were used in the experiments. The number of lactic acid bacteria (LAB), mesophilic anaerobically sporulating microorganisms (MASM), coliform bacteria (CB) and *Pseudomonas* spp. in chicken breast muscle samples after treatment with cinnamon and clove essential oil in combination with vacuum packaging was evaluated. Samples were analyzed at 0th, 4th, 8th, 12th, and 16th of chicken meat storage at 4° C. Another aim was to determine the species of isolated microorganisms from chicken meat samples using MALDI-TOF MS Biotyper. The number of lactic acid bacteria ranged from 1.46 log CFU.g⁻¹ on 12th day in control group of samples treated with rapeseed oil to 2.68 log CFU.g⁻¹ on 16th day of storage in samples treated with cinnamon oil, the number of mesophilic anaerobic sporulating microorganisms ranged from 2.48 log CFU.g⁻¹ on 8th day in the group of samples treated with rapeseed oil to 5.17 log CFU.g⁻¹ in control group of samples without treatment, the number of coliform bacteria ranged from 0.00 log CFU.g⁻¹ on 4th day in the control group of samples treated with rapeseed oil, in the samples treated with cinnamon and in samples treated with clove oil and on 8th day in samples treated with clove essential oil oil to 4.24 log CFU.g⁻¹ on 16th day in the control group of samples without treatment, the number of bacteria of the genus *Pseudomonas* ranged from 0.00 log CFU.g⁻¹ on 0., 4th and 8th day in all analyzed groups of samples and on 12th and 16th day in the control group of samples treated with rapeseed oil, in samples treated with clove essential oil and in samples treated with cinnamon essential oil to 2.68 log CFU.g⁻¹ on the 16th day of storage in control groups in samples without treatment. Statistically significant differences in the number of lactic acid bacteria, mesophilic anaerobic sporulating microorganisms and coliform bacteria between samples of control groups and samples treated with clove and cinnamon oil on days 4, 8, 12 and 16 of storage. In the number of *Pseudomonas* bacteria, statistically significant differences between the control groups of the samples and the samples treated with clove and cinnamon essential oil were recorded on the 12th and 16th day of storage. MALDI-TOF MS Biotyper mass spectrometry was used to identify individual microorganisms isolated from meat samples. The species *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus reuteri* and *Lactobacillus brevis* were most often isolated from lactic acid bacteria. The most frequently isolated species from the mesophilic anaerobic sporulating microorganisms were *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus epidermidis* and *Kocuria rhizophila*. *Hafnia alvei*, *Citrobacter braakii*, *Escherichia coli*, *Moellerella wisconsensis*, *Yersinia enterocolitica* and *Kluyvera intermedia* were the most frequently isolated species from coliform bacteria and *P. synxantha*, *P. orientalis*, *P. veronii*, *P. fluorescens*, *P. chlororaphis* and *P. libanensis* were isolated from bacteria of the genus *Pseudomonas*.

Key words: microorganisms, antimicrobial effect, essential oils, chicken breast muscle

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- AASLYNG, M. D. – TRØRNGREN, M. A. – MADSEN, N.T. 2010. Scandinavian consumer preference for beef steaks packed with or without oxygen. In *Meat Science*, vol. 85, no. 3, p. 519–524.
- ÁLVAREZ-ASTORGA, M. – CAPITA, R. – ALONSO-CALLEJA, C. – MORENO, B. – DEL CAMINO GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. 2002. Microbiological quality of retail chicken by-products in Spain. In *Meat Science*, vol. 62, no. 1, p. 45–50.
- ANADON H.L.S. 2002. Biological, nutritional, and processing factors affecting breast meat quality of broilers., Ph.D. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 24061, USA.
- ASOWATA-AYODELE, A. M. – AFOLAYAN, A. J. – OTUNOLA, G. A. 2016. Ethnobotanical survey of culinary herbs and spices used in the traditional medicinal system of Nkonkobe Municipality, Eastern Cape, South Africa. In *South African Journal of Botany*, vol. 104, p. 69–75.
- BAGHERI, L. – KHODAEI, N. – SALMIERI, S. – KARBOUNE, S. – LACROIX, M. 2020. Correlation between chemical composition and antimicrobial properties of essential oils against most common food pathogens and spoilers: In-vitro efficacy and predictive modelling. In *Microbial Pathogenesis*, vol. 147, p. 104212.
- BAJPAI, V. K. – SHARMA, A. – BAEK, K.-H. 2013. Antibacterial mode of action of *Cudrania tricuspidata* fruit essential oil, affecting membrane permeability and surface characteristics of food-borne pathogens. In *Food Control*, vol. 32, no. 2, p. 582–590.
- BAKKALI, F. – AVERBECK, S. – AVERBECK, D. – IDAOMAR, M. 2008. Biological effects of essential oils: a review. In *Food and Chemical Toxicology*, vol. 46, no. 2, p. 446–475.
- BALAMATSIA, C. C. – PALEOLOGOS, E. K. – KONTOMINAS, M. G. – SAVVAIDIS, I. N. 2006. Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4 degrees C: Possible role of biogenic amines as spoilage indicators. In *Antonie Van Leeuwenhoek*, vol. 89, no. 1, p. 9–17.
- BANSODE, V. J. 2012. A review on pharmacological activities of *Cinnamomum cassia* Blume. In *International Journal of Green Pharmacy*, vol. 6, no. 2, p. 102–108.
- BARANAUSKIENE, R. – VENSKUTONI, S. P. R. – VISKELIS, P. – DAMBRAUSKIENE, E. 2003. Influence of Nitrogen Fertilizers on the Yield and Composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, vol. 51, no. 26, p. 7751–7758.
- BIANCHI, D. M. – BARBARO, A. – GALLINA, S. – VITALE, N. – CHIAVACCI, L. – CARAMELLI, M. – DECASTELLI, L. 2013. Monitoring of foodborne

- pathogenic bacteria in vending machine raw milk in Piedmont, Italy. In *Food Control*, vol. 32, no. 2, pp. 435–439.
- BIGGS, A. 2009. *Mastitis in cattle*. Crowood Press Ltd. Ramsbury, Marlborough. ISBN 978 1 84797 0 71 8.
- BONOLI, M. – CABONI, M. – RODRIGUEZESTRADA, M. – LERCKER, G. 2007. Effect of feeding fat sources on the quality and composition of lipids of precooked ready-to-eat fried chicken patties. In *Food Chemistry*, vol. 101, no. 4, p. 1327–1337.
- BJÖRKROTH, J. 2005. Microbiological ecology of marinated meat products. In *Meat Science*, vol. 70, no. 3, p. 477–480.
- S. BURT. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 94, no. 3, p. 223–253.
- CALO, J. R. – CRANDALL, P. G. – O'BRYAN, C.A. – RICKE, S.C. 2015. Essential oils as antimicrobials in food systems: a review. In *Food Control*, vol. 54, p. 111–119.
- CARDOSO-UGARTE, G. A. – LÓPEZ-MALO, A. – SOSA-MORALES, M. E., 2016. Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, p. 339–347.
- CASABURI, A. – PIOMBINO, P. – NYCHAS, G. J. – VILLANI, F. – ERCOLINI, D. 2015. Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. In *Food Microbiology*, vol. 45 p. 83–102.
- CERESER, N. D. – JÚNIOR, O. R. – MARTINELLI, T. M. – SOUZA, V. – RODRIGUES, L. B. – KERKOFF, J. 2013. Resistance profile of *Aeromonas* spp. isolated in dairy products industry/Perfil de resistência de *Aeromonas* spp. isolada no fluxograma de produção do queijo minas frescal industrial e artesanal. In *Ars Veterinaria*, vol. 29, no. 1, p. 30–36.
- CORRY, J. E. L. – ATABAY, H. I. 2001. Poultry as a source of *Campylobacter* and related organisms. In *Journal of Applied Microbiology*, vol. 90, p. 96S–114S.
- CZAIKOSKI, K. – MESOMO, M. C. – SCHEER, A. D. P. – QUEIROGA, C. L. – DESCHAMPS, C. – CORAZZA, M. L. 2017. Chemical composition and biological activity of Eupatorium intermedium essential oil. In *Journal of Essential Oil Research*, vol. 29, no. 1, p. 93–100.
- CORTÉS-ROJAS, D. – DE SOUZA, C. – OLIVEIRA, W. 2014. Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. In *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 4, no. 2, p. 90–96.
- DEMIROK, E. – VELUZ, G. – STUYVENBERG, W. V. – CASTANEDA, M. P. – BYRD, A. – ALVARADO, C. Z. Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. In *Poultry Science*, vol. 92, no. 4, p. 1117–1126.
- DE SOUZA PEDROSA, G. T. – PIMENTEL, T. C. – GAVAHIAN, M. – DE MEDEIROS, L. L. – PAGÁN, R. – MAGNANI, M. 2021. The combined effect of essential oils and emerging technologies on food safety and quality. In *LWT – Food Science and Technology*, vol. 147, p. 111593.

- DEN BAKKER, H. – CUMMINGS, C. – FERREIRA, V. – VATTA, P. – ORSI, R. H. – DEGORICIJA, L. *et al.* 2010. Comparative genomics of the bacterial genus *Listeria*: genome evolution is characterized by limited gene acquisition and limited gene loss. In *BMC Genomics*, vol. 11, no. 1, p. 688.
- DELAQUIS, P. J. – STANICH, K. – GIRARD, B. – MAZZA, G. 2002. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 74, no. 1-1, p. 101–109.
- DEVLIEGHERE, F. – DEBEVER, J. – GIL, M. I. 2003. MAP, product safety and nutritional quality. In *Novel Food Packaging Techniques*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, p. 208–230.
- DOMINGO, D. – LÓPEZ-BREA, M. 2016. Plantas con acción antimicrobiana. In *Revista Española de Quimioterapia*, vol.16, p. 385–393.
- EILERT, S. J. 2005. New packaging technologies for the 21st century. In *Meat Science*, vol. 71, no. 1, p. 122–127.
- EL ASBAHANI, A. – MILADI, K. – BADRI, W. – SALA, M. – AÏT ADDI, E. H. – CASABIANCA, H. – EL MOUSADIK, A. – HARTMANN, D. – JILALE, A. – RENAUD, F. N. R. – ELAISSARI, A. 2015. Essential oils: From extraction to encapsulation. In *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 483, no. 1-2, p. 220–243.
- EMIROĞLU, Z. K. – YEMIŞ, G. P. – COŞKUN, B. K. – CANDOĞAN, K. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. In *Meat Science*, vol. 86, no. 2, p. 283–288.
- ESCOBAR-PÁRAMO, P. – SABBAGH, A. – DARLU, P. – PRADILLON, O. – VAURY, C. – DENAMUR, E. – LECOINTRE, G. 2004. Decreasing the effects of horizontal gene transfer on bacterial phylogeny: the *Escherichia coli* case study. In *Molecular Phylogenetics and Evolution*, vol. 30, no. 1, p. 243–250.
- FARRELL, D. 2013. The role of poultry in human nutrition. In *Poultry development review*, FAO, Rome, ISBN 978-92-5-108067-2.
- FIGUERAS, M. J. – SUAREZ-FRANQUET, A. – CHACON, M. R. – SOLER, L. – NAVARRO, M. – ALEJANDRE, C. – GRASA, B. – MARTINEZ-MURCIA, A. J. – GUARRO, J. 2005. First record of the rare species *Aeromonas culicicola* from a drinking water supply. In *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 71, no. 1, p. 538–541.
- FLETCHER, D. L. 1999. Relationship of breast meat color variation to muscle pH and texture. In *Poultry Science*, vol. 78, no. 9, p. 1323–1327.
- FORBES, B. A. – SAHM, D. F. – WEISSFELD, A. S. 2007. Enterobacteriaceae. In *Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology* (12th ed), Mosby, St. Louis, p. 323–333.
- FRANK, J. F. – HASSAN, A. N. 2011. Microorganisms associated with milk. In *Encyclopedia of Dairy Sciences*, p. 447–457.

- FRONING, G. W. 1995. Color of poultry meat. In *Poultry and avian biology reviews*, vol. 6, no. 1, p. 83–93.
- GILL, A. O. – GILL, C. O. 2005. Preservative packaging for fresh meats, poultry and fin fish. In *Innovations in Food Packaging*, Elsevier Academic Press, London, p. 204–220.
- GREGER, M. 2014. Trans fat in animal fat. In *NutritionFacts.org*, <https://nutritionfacts.org/2014/02/27/trans-fat-in-animal-fat/>
- GUAN, W. – LI, S. – YAN, R. – TANG, S. – QUAN, C. 2007. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. In *Food Chemistry*, vol. 101, no. 4, p. 1558–1564.
- GUBAN, J. – KORVER, D. R. – ALLISON, G. E. – TANNOCK G. W. 2006. Relationship of dietary antimicrobial drug administration with broiler performance, decreased population levels of *Lactobacillus salivarius*, and reduced bile salt deconjugation in the ileum of broiler chickens. In *Poultry Science*, vol. 85, no. 12, p. 2186–2194.
- GUTIERREZ, J. – BARRY-RYAN, C. – BOURKE, P. 2008. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 124, no. 1, p. 91–97.
- GUL, K. – SINGH, P. – WANI, A. A. 2016. Safety of Meat and Poultry. In *Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods*, p. 63–77.
- HALLIWELL, B. 1999. Free radicals in biology and medicine. Oxford University Press, Oxford, 896 p., ISBN-13: 9780198717478.
- HANNEMANN, S. – GAO, B. – GALÁN, J. E. 2013. *Salmonella* modulation of host cell gene expression promotes its intracellular growth. In *PLoS Pathogens*, vol. 9, no. 10, p. e1003668.
- HARADA, T. – DANG, V. C. – NGUYEN, D. P. – NGUYEN, T. A. – SAKAMOTO, M. – OHKUMA, M. – MOTOOKA, D. – NAKAMURA, S. – UCHIDA, K. – JINNAI, M. et al. 2016. *Enterococcus saigonensis* sp. nov., isolated from retail chicken meat and liver. In *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, vol. 66, no. 10, p. 3779–3785.
- HERMANS, D. – PASMANS, F. – MESSENS, W. – MARTEL, A. – VAN IMMERSEEL, F. – RASSCHAERT, G. – HEYNDRICKX, M. – VAN DEUN, K. – HAESEBROUCK, F. 2012. Poultry as a host for the zoonotic pathogen *Campylobacter jejuni*. In *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, vol. 12, no. 2, p. 89–98.
- HEUER, O. E. – PEDERSEN, K. – ANDERSEN, J. S. – MADSEN, M. 2001. Prevalence and antimicrobial susceptibility of thermophilic *Campylobacter* in organic and conventional broiler flocks. In *Letters in Applied Microbiology*, vol. 33, no. 4, p. 269–274.
- HINTON, A. – CASON, J. A. – INGRAM, K. D. 2004. Tracking spoilage bacteria in commercial poultry processing and refrigerated storage of poultry carcasses. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 91, no. 2, p. 155–165.

- HÖLL, L. – BEHR, J. – VOGEL, R. F. 2016. Identification and growth dynamics of meat spoilage microorganisms in modified atmosphere packaged poultry meat by MALDI-TOF MS. In *Food Microbiology*, vol. 60, p. 84–91.
- HOLLEY, R. A – PATEL, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. In *Food Microbiology*, vol. 22, no. 4, p. 273–292.
- HUE, O. – ALLAIN, V. – LAISNEY, M. J. – LE BOUQUIN, S. – LALANDE, F. – PETETIN, I. – ROUXEL, S. – QUESNE, S. – GLOAGUEN, P. Y. – PICHEROT, M. *et al.* 2011. Campylobacter contamination of broiler caeca and carcasses at the slaughterhouse and correlation with Salmonella contamination. In *Food Microbiology*, vol. 28, no. 5, p. 862–868.
- CHAICHI, M. – MOHAMMADI, A. – BADI, F. – HASHEMI, M. 2021. Triple synergistic essential oils prevent pathogenic and spoilage bacteria growth in the refrigerated chicken breast meat. In *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 32, p. 101926.
- CHAILLOU, S. – CHAULOT-TALMON, A. – CAEKEBEKE, H. – CARDINAL, M. – CHRISTIEANS, S. – DENIS, C. – DESMONTS, M. H. – DOUSSET, X. – FEURER, C. – HAMON, E. *et al.* 2015. Origin and ecological selection of core and food-specific bacterial communities associated with meat and seafood spoilage. In *The ISME Journal*, vol. 9, no. 5, p. 1105–1118.
- IBEKWE, A. M. – WATT, P. M. – GRIEVE, C. M. – SHARMA, V. K. – LYONS, S. R. 2002. Multiplex fluorogenic real-time PCR for detection and quantification of *Escherichia coli* O157:H7 in dairy waste water wetlands. In *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 68, no. 10, p. 4853–4862.
- IVANOVIC, J. – MISIC, D. – ZIZOVIC, I. – RISTIC, M. 2012. In vitro control of multiplication of some food-associated bacteria by thyme, rosemary and sage isolates. In *Food Control*, vol. 25, no. 1, p. 110–116.
- JÄÄSKELÄINEN, E. – HULTMAN, J. – PARSHINTSEV, J. – RIEKKOLA, M. L. – BJÖRKROTH, J. 2016. Development of spoilage bacterial community and volatile compounds in chilled beef under vacuum or high oxygen atmospheres. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 223, p. 25–32.
- JAY, J. M. – LOESSNER, M. J. – GOLDEN, D. A. 2005. *Modern Food Microbiology*. Springer Science Inc., New York, 470 p., ISBN 978-0-387-23413-7.
- JANDA, J. M. – ABBOTT, S. L. 2006. *The Enterobacteria*, 2nd ed. Chap 9. Washington, DC, American Society for Microbiology, p. 137–150.
- JANTAN, I. – KARIM, B. – SANTHANAM, J. – AZDINA, J. 2008. Correlation between chemical composition and antifungal activity of the essential oils of eight *Cinnamomum* species. In *Pharmaceutical Biology*, vol. 46, no. 6, p. 406–412.
- JIMÉNEZ, S. M. – SALSI, M. S. – TIBURZI, M. C. – RAFAGHELLI, R. C. – TESSI, M. A. – COUTAZ, V. R. 1997. Spoilage microflora in fresh chicken breast stored at 4 °C influence of packaging methods. In *Journal of Applied Microbiology*, vol. 83, no. 5, p. 613–618.

- JIROVETZ, L. – BUCHBAUER, G. – STOILOVA, I. – STOYANOVA, A. – KRASTANOV, A. – SCHMIDT, E. – 2006. Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, no. 17, p. 6303–6307.
- JAYASENA, D. D – JO, C. 2013. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: a review. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 34, no. 2, p. 96–108.
- KAAKOUSH, N. O. – CASTAÑO-RODRÍGUEZ, N. – MITCHELL, H. M. – MAN, S.M. 2015. Global epidemiology of *Campylobacter* infection. In *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 28, no. 3, p. 687–720.
- KAČÁNIOVÁ, M. – TERENTJEVA, M. – VUKOVIC, N. – PUCHALSKI, C. – ROYCHOUDHURY, S. – KUNOVÁ, S. – KLŪGA, A. – TOKÁR, M. – KLUZ, M. – IVANIŠOVÁ, E. 2017. The antioxidant and antimicrobial activity of essential oils against *Pseudomonas* spp. isolated from fish. In *Saudi Pharmaceutical Journal*, vol. 25, no. 8, p. 1108–1116.
- KERRY, J. P. – O'GRADY, M. N. – HOGAN, S. A. 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: a review. In *Meat Science*, vol. 74, no. 1, p. 113–130.
- KODANA, M. – TARUMOTO, N. – KAWAMURA, T. – SAITO, T. – OHNO, H. – MAESAKI, S. – IKEBUCHI, K. 2016. Utility of the MALDI-TOF MS method to identify nontuberculous mycobacteria. In *Journal of Infection and Chemotherapy*, vol. 22, no. 1, p. 32–35.
- KOKKINI, S. – KAROUSOU, R. – DARDIOTI, A. – KRIGAS, N. – LANARAS, T. 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. In *Phytochemistry*, vol. 44, no. 5, p. 883–886.
- KOSTAKI, M. – GIATRAKOU, V. – SAVVAIDIS, I. N. – KONTOMINAS, M. G. 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. In *Food Microbiology*, vol. 26, no. 5, p. 475–482.
- KOUTSOUMANIS, K. – STAMATIOU, A. – SKANDAMIS, P. – NYCHAS, G.-J. E. 2006. Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. In *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 72, no. 1, p. 124–134.
- KWON, Y. S. – CHOI, W. G. – KIM, W. J. – KIM, W. K. – KIM, M. J. – KANG, W. H. – KIM, C. M. 2002. Antimicrobial constituents of *Foeniculum vulgare*. In *Archives of Pharmacal Research*, vol. 25, no. 2, p. 154–157.
- LLANA RUIZ CABELLO, M. – PICHARDO, S. – MAISANABA, S. – PUERTO, M. – PRIETO, A. I. – GUTIÉRREZ-PRAENA, D. – JOS, A. – CAMEÁN, A. M. 2015. In vitro toxicological evaluation of essential oils and their main compounds used in active food packaging: a review. In *Food and Chemical Toxicology*, vol. 81, p. 9–27.

- LEE, H. S. – KWON, M. – HEO, S. – KIM, M. G. – KIM, G.-B. 2017. Characterization of the biodiversity of the spoilage microbiota in chicken meat using next generation sequencing and culture dependent approach. In *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, vol. 37, no. 4, p. 535–541.
- LIMA, M. C. – DE SOUZA, E. L. 2021. A systematic quantitative analysis of the published literature on the efficacy of essential oils as sanitizers in fresh leafy vegetables. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 64, no. 14, p. 2326 to 2339.
- LIN, P.-C. – LEE, J. J. – CHANG, I.-J. 2016. Essential oils from Taiwan: chemical composition and antibacterial activity against *Escherichia coli*. In *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 24, no. 3, p. 464–470.
- LINE, J. E. – OAKLEY, B. B. – STERN, N. J. Comparison of cumulative drip sampling with whole carcass rinses for estimation of *Campylobacter* species and quality indicator organisms associated with processed broiler chickens. In *Poultry Science*, vol. 92, no. 1, p. 218–224.
- LIU, S. – JIN, D. – LAN, R. – WANG, Y. – MENG, Q. – DAI, H. – LU, S. – HU, S. – XU, J. 2015. *Escherichia marmotae* sp. nov., isolated from faeces of *Marmota himalayana*, In *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, vol. 65, no. 7, p. 2130–2134.
- LUBER, P. 2009. Cross-contamination versus undercooking of poultry meat or eggs – Which risks need to be managed first? In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 134, no. 1-2, p. 21–28.
- LUCERA, A. – COSTA, C. – CONTE, A. – DEL NOBILE, M. A. 2012. Food applications of natural antimicrobial compounds. In *Frontiers in Microbiology*, vol. 3, no. 287, p. 1–13.
- LUND, M. N. – LAMETSCH, R. – HVIID, M. S. – JENSEN, O. N. – SKIBSTED, L. H. 2007. High oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. In *Meat Science*, vol. 77, no. 3, p. 295–303.
- LV, F. – LIANG, H. – YUAN, Q. – LI, CH. 2011. In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. In *Food Research International*, vol. 44, no. 9, p. 3057–3064.
- MAHADY, G. B. – PENDLAND, S. L. – STOIA, A. – HAMILL, F. A. – FABRICANT, D. – DIETZ, B. M. – CHADWICK, L. R. 2005. *In-vitro* susceptibility of *Helicobacter pylori* to botanical extracts used traditionally for the treatment of gastro-intestinal disorders. In *Phytotherapy Research*, vol. 19, no. 11, p. 988–999.
- MARINO, M. – BERSANI, C. – COMI, G. 2001. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. In *International Journal of Food microbiology*, vol. 67, no. 3, p. 187–195.
- MCLAUHLIN, J. – REES C. 2009. *Listeria*. Garrity G (Ed.). In *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol. 3, Springer, New York, p. 244–257.

- MORGAN, E. – CAMPBELL, J. D. – ROWE, S. C. – BISPHAM, J. – STEVENS, M. P. – BOWEN, A. J. – BARROW, P. A. – MASKELL, D. J. – WALLIS, T. S. 2004. Identification of host-specific colonization factors of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. In *Molecular Microbiology*, vol. 54, no. 4, p. 994–1010.
- MOHSENZADEH, M. 2007. Evaluation of antibacterial activity of selected Iranian essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in nutrient broth medium. In *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 10, no. 20, p. 3693–3697.
- MCMILLIN, K. W. 2008. Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. In *Meat Science*, vol. 80, no. 1, p. 43–65.
- MHONE, T. A. – MATOPE, G. – SAIDI, P. 2011. Aerobic bacterial, coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts of raw and processed milk from selected small holder dairy farms of Zimbabwe. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 151, no. 2, p. 223–228.
- MOHAMMED, I. 1993. International trade in non-wood forest products: an overview. In *FO: Misc/93/11— Working Paper*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- NABAVI, S. F. – DI LORENZO, A. – IZADI, M. – SOBARZO-SANCHEZ, E. – DAGLIA, M. – NABAVI, S. M. 2015. Antibacterial effects of cinnamon: From farm to food, cosmetic and pharmaceutical industries. In *Nutrients*, vol. 7, no. 9, p. 7729–7748.
- NATTRESS, F. M. – JEREMIAH, L. E. 2000. Bacterial mediated off-flavours in retail-ready beef after storage in controlled atmospheres. In *Food Research International*, vol. 33, no. 9, p. 743–748.
- NORTHCUTT, J. K. 2009. Factors affecting poultry meat quality. In *Bulletin 1157*. The University of Georgia, Cooperative Extension, College of Agriculture Science and Environmental Science & Family and Consumer Sciences.
- NOTERMANS, S. – VAN HOEIJ, K. 2008. *The Food Safety File*. Woerden, Netherlands, 127 p.
- NEIRON, J. M., 1994. Therapeutic herbal composition: Google Patents.
- NOMURA, F. 2015. Proteome-based bacterial identification using matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS): A revolutionary shift in clinical diagnostic microbiology. In *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Proteins and Proteomics*, vol. 1854, no. 6, p. 528–537.
- NUNEZ, L. – AQUINO, M. D. – CHIRIFE, J. 2001. Antifungal properties of clove oil (*Eugenia caryo-Phylata*) in sugar solution. In *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 32, no. 2, p. 123–126.
- NURDJANNAH, N. – BERMAWIE, N. 2012. Cloves. In: Peter, K.V. (Ed.), *In Handbook of Herbs and Spices.*, second ed. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, p. 197–215.

- OZCAN, G. – SAGDIC, O. – OZCAN, M. 2003. Note: Inhibition of pathogenic bacteria by essential oils at different concentrations. In *Food Science and Technology International*, vol. 9, no. 2, p. 85–88.
- PANDEY, A. – SINGH, P. 2011. Antibacterial activity of *Syzygium aromaticum* (clove) with metal ion effect against food borne pathogens. In *Asian Journal of Plant Science and Research*, vol. 1, no. 2, p. 69–80.
- PAPADIMITRIOU, K. – ZOUMPOPOULOU, G. – FOLIGNE, B. – ALEXANDRAKI, V. – KAZOU, M. POT, B. et al. 2015. Discovering probiotic organisms: in vitro, in vivo, genetic and omics approaches. In *Frontiers in Microbiology*, vol. 6, p. 1–28.
- PARRY, R. T. 1993. Introduction. In *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food*, Parry, R.T. (Ed.). Blackie Academic & Professional, Glasgow, p. 1–18.
- PATEIRO, M. – MUNEKATA, P. E. S. – SANT'ANA, A. S. – DOMÍNGUEZ, R. – RODRÍGUEZ-LÁZARO, D. – LORENZO, J. M. 2021. Application of essential oils as antimicrobial agents against spoilage and pathogenic microorganisms in meat products. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 337, p. 108966.
- PEIX, A. – RAMÍREZ-BAHENA, M. H. – VELÁZQUEZ, E. 2009. Historical evolution and current status of the taxonomy of genus *Pseudomonas*. In *Infection, Genetics and Evolution*, vol. 9, no. 6, p. 1132–1147.
- PIRES, C. – RAMOS, C. – TEIXEIRA, B. – BATISTA, I. – NUNES, M. L. – MARQUES, A. 2013. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. In *Food Hydrocolloids*, vol. 30, no. 1, p. 224–231.
- ROUGER, A. – MORICEAU, N. – PREVOST, H. – REMENANT, B. – ZAGOREC, M. 2018. Diversity of bacterial communities in French chicken cuts stored under modified atmosphere packaging. In *Food Microbiology*, vol. 70, p. 7–16.
- ROUGER, A. – REMENANT, B. – PRÉVOST, H. – ZAGOREC, M. A. 2017. Method to isolate bacterial communities and characterize ecosystems from food products: Validation and utilization as a reproducible chicken meat model. In *Internal Journal of Food Microbiology*, vol. 247, p. 38–47.
- RUSSELL, S. M. 2008. The Effect of an acidic, copper sulfate-based commercial sanitizer on indicator, pathogenic, and spoilage bacteria associated with broiler chicken carcasses when applied at various intervention points during poultry processing. In *Poultry Science*, vol. 87, no. 7, p. 1435–1440.
- SAHAR, A. – BOUBELLOUTA, T. – DUFOUR, É. 2011. Synchronous front-face fluorescence spectroscopy as a promising tool for the rapid determination of spoilage bacteria on chicken breast. In *Food Research International*, vol. 44, no. 1, p. 471–480.
- SINHA, S. – SHIMADA, T. – RAMAMURTHY, T. – BHATTACHARYA, S. K. – YAMASAKI, S. – TAKEDA, Y. – NAIR, G. B. 2004. Prevalence, serotype

- distribution, antibiotic susceptibility and genetic profiles of mesophilic *Aeromonas* species isolated from hospitalized diarrhoeal cases in Kolkata, India. In *Journal of Medical Microbiology*, vol. 53, no. 6, p. 527–534.
- SAHIN, O. – ZHANG, Q. – MEITZLER, J. C. – HARR, B. S. – MORISHITA, T. Y. – MOHAN, R. 2001. Prevalence, antigenic specificity, and bactericidal activity of poultry anti-*Campylobacter* maternal antibodies. In *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 67, no. 9, p. 3951–3957.
- SANTOYO, S. – CAVERO, S. – JAIME, L. – IBÁÑEZ, E. – SEÑORÁNS, F. J. – REGLER, G. Supercritical carbon dioxide extraction of compounds with antimicrobial activity from *Origanum vulgare* L. determination of optimal extraction parameters. In *Journal of Food Protect*, vol. 69, no. 2, p. 369–75.
- SGORBINI, C. B. – CAGLIERO, C. – CORDERO, C. – LIBERTO, E. – RUBIOLO, P. 2015. Herbs and spices: Characterization and quantitation of biologically active markers for routine quality control by multipleheadspace solid-phase microextraction combined with separative or non-separative analysis. In *Journal of Chromatography A*, vol. 1376, p. 9–17.
- SHAN, B. – CAI, Y. – BROOKS, J. D. – CORKE, H. 2007. Antibacterial properties and major bioactive components of cinnamon stick (*Cinnamomum burmannii*): activity against food borne pathogenic bacteria. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 55, no.14, p. 5484–5490.
- SHRIVASTAVA, K., SAHU, S., MISHRA, S., DE, K., 2014. In vitro antimicrobial activity and phytochemical screening of *Syzygium aromaticum*. In *Asian Journal of Research in Pharmaceutical Science*, vol. 4, no. 1, p. 12–15.
- SORHEIM, O., AUNE, T., NESBAKKEN, T., 1997. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified-atmosphere packaging of meat. In *Trends in Food Science and Technology*, vol. 8, no. 9, p. 307–312.
- STOJANOVIĆ-RADIĆ, Z. – PEJČIĆ, M. – JOKOVIĆ, N. – JOKANOVIĆ, M. – IVIĆ, M. – ŠOJIĆ, B. – ŠKALJAC, S. – STOJANOVIĆ, P. – MIHAJLOV-KRSTEV, T. 2018. Inhibition of *Salmonella* Enteritidis growth and storage stability in chicken meat treated with basil and rosemary essential oils alone or in combination. In *Food Control*, vol. 90, p. 332–343.
- SWAMY, M. K. – AKHTAR, M. S. – SINNIAH, U. R. 2016. Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: an updated review. In *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p. 1–21.
- ŠTEFANOVIČ, J. – HANZEN, J. 2013. Lexikón lekárskej bakteriologie. Bratislava, HPL servis, 160 s.
- TAKAHASHI, H. – NAKAMURA, A. – FUJINO, N. – SAWAGUCHI, Y. – SATO, M. – KUDA, T. – KIMURA, B. 2021. Evaluation of the antibacterial activity of allyl isothiocyanate, clove oil, eugenol and carvacrol against spoilage lactic acid bacteria. In *LWT – Food Science and Technology*, vol. 145, p. 111263.

- TAJKARIMI, M. M. – IBRAHIM, S. A. – CLIVER, D. O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. In *Food Control*, vol. 21, no. 9, p. 1199–1218.
- TEIXEIRA, B. – MARQUES, A. – RAMOS, C. – NENG, N. R. – NOGUEIRA, J. M. F. – SARAIVA, J. A. – NUNES, M. L. 2013. Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. In *Industrial Crops and Products*, vol. 43, p. 587–595.
- TORRES, M. J. – PÉREZ BRANDAN, C. – PETROSELLI, G. – ERRA-BALSELLS, R. – AUDISIO, M. C. 2016. Antagonistic effects of *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* and *B. amyloliquefaciens* against *Macrophomina phaseolina*: SEM study of fungal changes and UV-MALDI-TOF MS analysis of their bioactive compounds. In *Microbiological Research*, vol. 182, p. 31–39.
- TSAFRAKIDOU, P. – SAMELI, N. – BOSNEA, L. – CHORIANOPOULOS, N. – SAMELIS, J. 2021. Assessment of the spoilage microbiota in minced free-range chicken meat during storage at 4 °C in retail modified atmosphere packages. In *Food Microbiology*, vol. 99, p. 103822.
- TUNCER, B. – SIRELI, U. T. 2008. Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air- or water-chilling. In *Poultry Science*, vol. 87, p. 793–799.
- VAN NIEROP, W. – DUSE, A. G. – MARAIS, E. – AITHMA, N. – THOTHOBOLLO, N. – KASSEL, M. – STEWART, R. – POTGIETER, A. – FERNANDES, B. – GALPIN, J. S. – BLOOMFIELD, S. F. 2005. Contamination of chicken carcasses in Gauteng, South Africa, by *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter*. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 99, p. 1–6.
- VANGALAPATI, M. – SREE SATYA, N. – SURYA PRAKASH, D. V. – AVANIGADDA, S. 2012. A review on pharmacological activities and clinical effects of *Cinnamon* species. In *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 3, no. 1, p. 653–663.
- VALLVERDÚ-QUERALT, A. – REGUEIRO, J. – MARTINEZ-HUELAMO, M. – ALVARENGA, J. F. R. – LEAL, L. N. – LAMUELA-RAVENTOS, R. M. 2014. A comprehensive study on the phenolic profile of widely used culinary herbs and spices: rosemary, thyme, oregano, cinnamon, cumin and bay. In *Food Chemistry*, vol. 154, p. 299–307.
- WALLEY, K. – PARROT, P. – CUSTANCE, P. – MELEDO-ABRAHIM, P. – BOURDIN, A. 2015. A review of French consumers purchasing patterns, perceptions and decision factors for poultry meat. In *World's Poultry Science Journal*, vol. 71, no. 1, p. 5–14.
- WANG, G. Y. – WANG, H. H. – HAN, Y. W. – XING, T. – YE, K. P. – XU, X. L. – ZHOU, G. H. 2017. Evaluation of the spoilage potential of bacteria isolated from chilled chicken in vitro and in situ. In *Food Microbiology*, vol. 63, p. 139–146.
- WANKHEDE, T. 2015. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of the Indian clove *Syzygium aromaticum* L. In *International Research Journal of Science and Engineering*, vol. 3, no. 4, p. 166–172.

- WARRIER, P. K. – NAMBIAR, V. P. K. – RAMANKUTTY, C. 1994. Indian medicinal plants A Compendium of 500 Species (Vol.II) Orient Longman, Madras.
- XU, J.-G. – LIU, T. – HU, Q.-P. – CAO, X.-M. 2016. Chemical composition, antibacterial properties and mechanism of action of essential oil from clove buds against *Staphylococcus aureus*. In *Molecules*, vol. 21, no. 9, p. 1194.
- XU, J. – ZHOU, F. – JI, B. P. – PEI, R. S. – XU, N. 2008. Carvacrol and thymol had desired antimicrobial effect on *E. coli*. In *Letters in Applied Microbiology*, vol. 47, no. 3, pp. 174–179.
- ZAKRYS, P. I. – O’SULLIVAN, M. G. – ALLEN, P. – KERRY, J. P. 2009. Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. In *Meat Science*, vol. 81, p. 720–725.
- YUSOP, S. M. – O’SULLIVAN, M. G. – KERRY, J. F. – KERRY, J. P. 2010. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat. In *Meat Science*, vol. 85, p. 657–663.
- ZHANG, H. – WU, J. – GUO, X. 2016. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. In *Food Science and Human Wellnes*, vol. 5, no. 1, p. 39–48.
- ZHOU, D. – HAN, Y. – YANG, R. 2006. Molecular and physiological insights into plague transmission, virulence and etiology. In *Microbes and Infections*, vol. 8, no. 1, p. 273–284.
- URL 1 <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library.cgi?e=d-00000-00---off-0whoedm--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-0l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&c=whoedm&cl=CL1.1&d=HASH16e13d8f98944d7e8576f3.3.49>
- URL 2 https://sk.wikipedia.org/wiki/Klin%C4%8Dekovec_vo%C5%88av%C3%BD

Zloženie vedeckej redakčnej rady

doc. Ing. František Bartes, CSc.

doc. JUDr. PhDr. Jiří Bílý, CSc.

Ing. Zdeněk Novotný, CSc.

prof. Ing. Oldřich Rejnuš, CSc.

doc. JUDr. Karel Schelle, CSc.

Dr. Petr Rožňák, CSc., Dr.h. c.

Ing. Josef Novotný, Ph.D.

Simona Kunová, Peter Haščík, Patrik Rovný, Martin Mellen, Miroslava Kačániová

MIKROBIOLOGICKÁ KVALITA MĚSA KURČIAT OŠETRENÉHO RASTLINNÝMI SILICAMI VEDECKÁ MONOGRAFIA

Vydalo nakladateľstvo KEY Publishing s.r.o., Nádražní 733/176, 702 00 Ostrava-Přívov,
ako svoju 490. publikáciu

Sadzba a tlač: NOV PRESS s.r.o., nám. Republiky 15, 614 00 Brno

Grafický návrh: Ing. Zdeněk Novotný, CSc.

Rok vydania: 2021

Vydanie: prvé

Náklad: online

Počet strán: 64

©Simona Kunová, Peter Haščík,
Patrik Rovný, Martin Mellen, Miroslava Kačániová

ISBN 978-80-7418-384-3 (brož.)

ISBN 978-80-7418-387-4 (PDF, online)

DOI: <https://doi.org/10.15414/2022.9788074183874>

Published under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License



KEY Publishing s.r.o.
Nádražní 733/176
702 00 Ostrava-Prívov

ISBN 978-80-7418-384-3
ISBN 978-80-7418-387-4 (PDF)

www.keypublishing.cz