

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality a bezpečnosti potravin



**Ověření antimikrobiální účinnosti rostlinných silic
u biltongu (sušeného masa) antilopy losí (*Taurotragus
oryx*)**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Kristýna Friedlová

Obor studia: Kvalita a zpracování zemědělských produktů

Vedoucí práce: Ing. Daniel Bureš, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Ověření antimikrobiální účinnosti rostlinných silic u biltongu (sušeného masa) antilopy losí (*Taurotragus oryx*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Danielu Burešovi, Ph.D za cenné rady, ochotu, trpělivost a odborné vedení při psaní diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat rodičům za podporu v průběhu studia.

Ověření antimikrobiální účinnosti rostlinných silic u biltongu (sušeného masa) antilopy losí (*Taurotragus oryx*)

Souhrn

S neustále rostoucí lidskou populací je potřeba hledat veškeré možné alternativy, pro zajištění dostatečných zdrojů potravin. Antilopa losí náleží mezi největší africké antilopy a vzhledem k jejím schopnostem odolávat nepříznivým klimatickým podmínkám, její stavy na jihu afrického kontinentu poměrně výrazně narůstají. Maso antilopy losí má velký potenciál do budoucna, neboť má vysokou nutriční hodnotu. Tradičním způsobem konzervace masa a masných výrobků je jeho sušení. Pokud tento proces není proveden vhodně, dochází u produktů k mikrobiální zkáze, která může omezit úsilí ve výrobě potravin.

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení účinku přídatku oreganové silice na mikrobiální stabilitu biltongu – sušeného masa, vyrobeného ze svaloviny antilopy losí. Vzorky svalu *semimembranosus* pocházející od čtyř samců, byly rozděleny do čtyř skupin a následně marinovány a sušeny. První skupina obsahovala pouze maso kořeněné, dle tradiční receptury a sloužila jako kontrolní skupina. Do druhé skupiny vzorků byla navíc přidána jedlá soda. Třetí a čtvrtá skupina byla kromě koření směsi obohacena oreganovou silicí. Ta byla u třetí skupiny aplikována rozprášením v sušárně, zatímco u čtvrté skupiny došlo k jejímu přidání, přímo do koření směsi. Sušení probíhalo 3 dny v sušárnách s přirozenou cirkulací, při 27 °C. Všechny skupiny vzorků sušeného masa, byly při zahájení sušení očkované třemi druhy plísní. U usušeného biltongu bylo provedeno hodnocení organoleptických vlastností, prostřednictvím deskriptivní sensorické analýzy.

Výsledky ukázaly účinnost oreganové silice, neboť na vzorcích, kde tato silice nebyla, došlo k nárůstu plísně, zatímco u masa ošetřeného silicí, se prokázal ochranný účinek.

Z výsledků sensorického hodnocení vyplývá, že vzorky, které byly ošetřeny oreganovou silicí, měly změněné organoleptické vlastnosti a byla zvýšena intenzita vůně. Naopak u takto ošetřených vzorků došlo ke zhoršení charakteristik chuti a celkové přijatelnosti. Pokud byla silice aplikována rozprášením v sušárně, docházelo k nižšímu vnímání nepříjemných vlastností, než v případě přímé aplikace do koření směsi.

Oreganová silice je vhodný přírodní konzervant, proti působícím plísním na sušeném mase, je však žádoucí nalézt vhodné dávkování, které vykazuje protektivní účinek a zároveň negativně neovlivňuje organoleptické vlastnosti sušeného masa.

Klíčová slova: antimikrobiální účinek; oreganová silice; plísně; sensorická analýza; sušení

Effect of addition of essential oils on antimicrobial resistance in biltong (dried meat) of common eland (*Taurotragus oryx*)

Summary

Given the ever-growing human population, it is necessary to seek all possible alternatives to ensure efficient food sources. The eland (*Taurotragus oryx*) is one of the largest African antelopes, and due to its ability to withstand adverse climatic conditions, its numbers in the south of the African continent are growing quite significantly. The meat of the eland has great potential for the future because of its high nutritional value. The traditional way of preserving meat and meat products is to dry it. If this process is not done properly, microbial spoilage occurs in the products, which can reduce food production efforts.

The aim of this diploma thesis is to evaluate the effect of the addition of oregano essential oil on the microbial stability of the biltong - made from the meat of common eland. Samples of the *semimembranosus* muscle from four males were divided into four groups and then marinated and dried. The first group contained only spiced meat, according to a traditional recipe, and served as a control group. To the second group, sodium bicarbonate was added. The third and fourth groups were enriched with oregano essential oil in addition to the seasoning mixture. In the third group, this was applied by spraying in a drying oven, while in the fourth group it was added directly to the seasoning mixture. The drying took place for 3 days in drying oven with natural circulation at 27 °C. All groups of dried meat samples were inoculated with three species of mould at the beginning of drying. The dried biltong was evaluated for organoleptic properties by descriptive sensory analysis. The results demonstrated the effectiveness of oregano essential oil, as the samples without the essential oil showed mould growth, while the meat cured with the essential oil showed a protective effect. The results of the sensory analysis show that the samples treated with oregano essential oil had different organoleptic properties and an increase in odor intensity. On the contrary, the flavour and overall acceptability characteristics of the samples deteriorated. In case the essential oil was applied by spraying in a drying oven, there was a lower perception of unpleasant properties than in the case of direct application to the spice mixture. The oregano essential oil is a suitable natural preservative against mould acting on dried meat, but it is appropriate to find a suitable dosage which has a protective effect and, at the same time, does not adversely affect the organoleptic properties of the dried meat.

Keywords: antimicrobial effect; oregano essential oil; mould; sensory analysis; drying

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Maso	11
3.1.1 Historie konzumace masa	11
3.1.2 Spotřeba masa	12
3.1.3 Maso ve výživě člověka.....	13
3.1.4 Zvěřina ve výživě člověka	14
3.1.5 Antilopa losí.....	14
3.2 Konzervace potravin.....	15
3.2.1 Metody konzervace masa.....	16
3.2.1.1 Fyzikální konzervační metody	16
3.2.1.2 Chemické konzervační metody	17
3.2.1.3 Biologické konzervační metody	17
3.2.2 Způsoby konzervace masa	17
3.2.2.1 Solení.....	17
3.2.2.2 Sušení	18
3.2.2.3 Aktivita vody	19
3.2.3 Sušené masné výrobky.....	20
3.2.3.1 Jerky	20
3.2.3.2 Biltong	21
3.3 Silice.....	23
3.3.1 Používání silic v historii	23
3.3.2 Chemické složení silic	24
3.3.3 Biologická aktivita silic	26
3.3.4 Stanovení silic.....	27
3.3.5 Dobromysl obecná (<i>Origanum vulgare</i> L.)	29
3.3.6 Oreganové silice	30
3.4 Mikrobiologie kažení masa.....	31
3.4.1 Mikrobiální kontaminace sušeného masa	32
3.5 Senzorická analýza.....	34
4 Metodika	37
4.1 Ověřovací studie s hovězím masem	37
4.2 Odběr vzorků antilopího masa	38
4.3 Příprava vzorků před sušením.....	39

4.4	Sušení.....	39
4.5	Měření plochy plísní.....	40
4.6	Deskriptivní senzoričká analýza	40
4.7	Statistické vyhodnocení	43
5	Výsledky.....	45
5.1	Snížení hmotnosti antilopího masa během sušení	45
5.2	Hodnocení plochy plísní.....	47
5.3	Deskriptivní senzoričká analýza	48
6	Diskuze	50
7	Závěr	53
8	Literatura.....	54

1 Úvod

Maso představuje hlavní zdroj potravy už od pradávna. Je významným zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitaminů D, B, minerálních látek, jako je železo, zinek a selen. Tyto živiny mohou být obsaženy v dostatečném množství i v jiných potravinách, ale nevyrovnejší se masu, které má velice vysokou nutriční hodnotu a tudíž je pro člověka důležitou složkou potravy.

Konzumace masa měla významnou roli i ve společnosti, neboť si ho mohl dovolit jen málo kdo a byla omezena na užší vrstvu lidí. Ve vyspělých zemích je rozhodujícím faktorem konzumace potravin především kvalita, a ne množství suroviny na trhu. Je důležité říci, že celosvětově je vysoký nadbytek potravin i masa, a to hlavně díky tomu, že 2/3 obyvatel na Zemi nemají dostatečné finanční prostředky k uspokojení základních i výživových potřeb. Je zřejmé, že ekonomická stránka výrazně ovlivňuje úroveň, tím je myšleno především množství a kvalita konzumovaného masa.

Zpracování masa a masných výrobků je už od jakživa pevně spjata se snahou prodloužit údržnost masa. Prodloužení přirozené uchovatelnosti masa se nejprve dosáhlo sušením, potom pečením, uzením a solením. Maso se nejčastěji využívá v syrovém stavu pro další úpravy nebo se může konzervovat, aby se prodloužila jeho jakost a zachovaly sensorické vlastnosti. V posledních letech se podniky zpracovatelského průmyslu snaží nalézt metodu konzervace, která by byla co nejšetrnější k potravině, nejlépe přírodního původu, neovlivňovala sensorické vlastnosti a prodloužila dobu spotřeby. Jelikož dnešní konzumenti chtějí převážně potraviny bez přídavných látek, tak se zpracovatelé přiklánějí k přírodním látkám, jako jsou esenciální oleje, především kvůli jejich antimikrobiálním účinkům.

Vzhledem k populačnímu růstu a globálnímu oteplování vzrůstají obavy o udržitelnost produkce hospodářských zvířat. Proto je dobré využívat i jiná než domestikovaná zvířata, jako je antilopa losí, která má velice kvalitní maso a velký potenciál pro spotřebitele do budoucnosti. Konzervace sušením je vhodná alternativa k uchování potravin, proto se stále hojně využívá v rozvíjejících se zemích, neboť je poměrně rychlá a levná. Aby se zabránilo růstu mikroorganismů, jsou preferovány rostlinné silice, u kterých je důležité přizpůsobit jejich množství nejen tomu, aby byla zachována antimikrobiální aktivita, ale především aby nenarušovaly organoleptické vlastnosti potravin.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza: Přídavek rostlinných silic pozitivně ovlivní údržnost sušeného masa, aniž by došlo k negativnímu působení na organoleptické vlastnosti.

Cíl práce: Cílem práce je vyhodnocení účinku přídavku rostlinných silic na mikrobiální stabilitu u biltongu- sušeného masa, vyrobeného ze svaloviny antilopy losí.

3 Literární rešerše

3.1 Maso

Maso patří mezi hlavní potraviny lidstva už od pravěku. Přes vysoké náklady na produkci masných zvířat a jejich nižší účinnost syntézy bílkovin ve srovnání s rostlinami a mikroorganismy je maso pravděpodobně nejdůležitější v lidské stravě. Maso je definováno jako kosterní svalovina teplokrevných živočichů, ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které je určené k lidské výživě (Lautenschlaeger & Upmann 2017).

3.1.1 Historie konzumace masa

Maso se stalo součástí naší stravy už v pravěku před 2 až 2,6 miliony let. Lze proto říci, že naše trávicí ústrojí i celý organismus je na smíšený typ stravy dobře adaptován (Brázdová 1998). Systematický lov zvířat za účelem získání potravy, používání nástrojů a ohně jsou doloženy u našeho předka *Homo erectus*, před 1,8 miliony let v Africe. Co udělalo člověka člověkem? Mozek. Předpokládá se, že na vývoji mozku našich předků, mělo velký vliv právě maso. Dostatek bílkovin umožnil vývoj mozku a spolu s aktivitami potřebnými pro jejich získávání, také zvýšení inteligence našich předků (Mann 2018).

Konzumace masa se stala ukázkou nadřazenosti a hlavní součástí stravy mužů, protože v mase je síla. Dobře se nasytit, začalo být výsadou mocných. Znamé jsou opulentní římské hostiny. Symbol masa jako zdroje energie, stavebního materiálu pro růst svalové hmoty, přetrval staletí (Craig 1999).

Maso i masné výrobky, byly vždy pro většinu obyvatel velmi drahé a jejich spotřeba byla přímo úměrná příjmům a společenskému postavení. Maso se však nekonzumovalo celoročně, největší koncentrace byla na podzim a v zimním období, kdy byla i energickou nutností, ale také výrazně ovlivněna sezónní organizací chovu zvířat. V chladnějších obdobích se maso lépe uchovávalo a probíhaly domácí zabijačky. Městské rady měly povinnost, držet ve středověkých městech stavy jatečných zvířat, jako živé konzervy, pro těžké zimy, ale i pro případy ohrožení válkami a nákazami (Freedman 2008).

Začátek dvacátého století přinesl dlouho očekávané řešení hygienických problémů, při porážení zvířat ve městech. Vznik městských jatek, změnil systém zásobování obyvatel, ale nově také vznikaly i podniky na výrobu masných výrobků. Tyto podniky změnily jak skladbu stravování, tak vznikaly nová jídla, typu rychlého občerstvení. Ve druhé polovině dvacátého

století přišel na trh vynález, který znamenal pro technologii skladování masa, ale i celkovou masnou výrobu velký pokrok. Vynález chlazení a výroba chladících a mrazících agregátů, vystřídala používání solení, jako konzervační prostředek pro uchování masa. Chladničky a mrazničky se staly taktéž součástí každé domácnosti, kde byly naplněné masem z domácích zabijaček. Spotřeba masa byla historicky založená na mase přežvýkavců a to hovězím, skopovém, které se prodávalo na krámech, dále na mase kozím a zvěřině a na doma chovaných a konzumovaných prasatech a drůbeži (Kameník et al. 2014).

3.1.2 Spotřeba masa

Spotřeba masa je závislá nejen na produkčních možnostech země, ale i na velikosti populace, náboženství, její kupní síle a stravovacích zvyklostech. Spotřebitelé jsou náročnější a stále více se zaměřují na kvalitu masa. Důležitou roli, hraje především nízký obsah tuku a velice dobré senzorycké vlastnosti. Konzumenti kladou vyšší důraz na zdravotní nezávadnost masa, hlavně v odmítání růstových stimulatorů, dále se více zajímají o ekologické a etologické zásady chovů zvířat a jejich respektování, ale i o hygienu při zpracování masa (Steinhauser 2000).

Ze statistických údajů vychází spotřeba masa z objemů produkce masa v dané zemi se zohledněním dovozu a vývozu masa. Čísla představují domácí spotřebu masa vztaženou na celou populaci té konkrétní země. V některých případech hraje export a import velkou roli (Kameník et al. 2014).

Dle Organizace pro výživu a zemědělství (FAO), došlo během několika let k významnému zvýšení celosvětové spotřeby masa. Celková spotřeba masa se od roku 1990 do roku 2009, zvýšila téměř o 60 %, z 175 665 tis. tun na 278 863 tis. tun. Toto zvýšení je zapříčiněno rostoucí světovou populací. I spotřeba masa na osobu vzrostla o téměř 25 % z 33,7 kg na 41,9 kg. To poukazuje na to, že kromě růstu populace ovlivňují poptávku po mase i rostoucí příjmy a rozvoj země (Delgado 2003).

Ve vyspělých zemích spotřeba masa stagnuje, nebo i dokonce klesá. Je to dáno určitým odklonem od spotřeby potravin živočišného původu, včetně masa. Zdravotní osvěta do jisté míry úspěšně přesvědčuje spotřebitele o tom, že „civilizační“ choroby jako jsou obezita, vysoký krevní tlak, infarkt myokardu, mozkové příhody aj., jsou do značné míry spojeny s nadbytečnou spotřebou živočišných produktů. Tyto argumenty přijímají hlavně spotřebitelé mladších generací, kteří navíc v případě masa svůj negativní přístup k němu spojují i s

etickými problémy v chovech a při porážení zvířat. S těmito realitami je třeba počítat i do budoucna (Ingr 2008).

V České republice se maso vyskytuje velice často v jídelníčku obyvatel, a proto zastává velice významné místo. Jeho průměrná spotřeba se pohybuje okolo 80 kg na osobu za rok. Od 30. let 20. století se více než zdvojnásobila (Zahrádková et al. 2009).

Z tabulky č. 1. vyplývá, že v ČR se nejvíce konzumuje maso vepřové, čím dál větší oblibě má maso drůbeží a nejmenší spotřebu má maso hovězí. Česká republika má spotřebu masa na žádoucí úrovni, dalším pozitivem je, že se výrazně zvýšil podíl drůbežího masa hlavně kuřecího, tedy bílého, které je vhodnější pro zdraví spotřebitelů (Seifertová 2011)

Tabulka č. 1: Spotřeba jednotlivých druhů masa v ČR v letech 2009 až 2018 (kg/os/rok)

Rok	Vepřové	Hovězí	Drůbeží	Celkem
2009	40,9	9,4	24,8	78,8
2010	41,6	9,4	24,5	79,1
2011	42,1	9,1	24,5	78,6
2012	41,3	8,1	25,2	77,4
2013	40,3	7,5	24,3	74,8
2014	40,7	7,9	24,9	75,9
2015	42,9	8,1	26,0	79,3
2016	42,8	8,5	26,8	80,3
2017	42,3	8,4	27,3	80,3
2018	43,2	8,7	28,4	82,4

(ČSÚ 2018)

3.1.3 Maso ve výživě člověka

Maso je jednou z nejcennějších potravin ve výživě člověka, neboť je zdrojem nutričně prospěšných látek, jako jsou plnohodnotné bílkoviny, esenciální aminokyseliny, nenasycené mastné kyseliny, vitaminy skupiny B a minerální látky. Díky příjmu potravin s takto vysokým podílem hodnotných látek, dodáváme organismu potřebnou energii a živiny pro tělesný a duševní rozvoj. (Pipek & Jirotková 2001).

Maso je důležitým zdrojem skoro všech vitaminů, až na kyselinu askorbovou. Vitamin B12 má nejvyšší podíl na krytí fyziologických potřeb lidského organismu, spolu s dalšími vitaminy skupiny B, jako jsou B2, niacin a B6. Dalšími hodnotnými látkami jsou nenasycené mastné kyseliny MUFA, primárně kyselina olejová (C18: 1) a PUFA, převážně esenciální kyselina linolová n – 6 a kyselina linolenová n-3 a konjugované kyseliny linolové (Scollan et al. 2006). Nejcennější minerální složkou masa je železo, jeho vysoký podíl až 20 %, kryje

fyziologické potřeby člověka. Hemové železo z masa je využitelné z 20 až 30 %, zatímco nehemové jen z 1 až 7 % (Ingr 2008).

Byť maso obsahuje mnoho prospěšných látek pro tělo, tak jeho vysoká konzumace způsobuje řadu vážných chorob, jako jsou kardiovaskulární onemocnění, obezita a rakovina tlustého střeva, díky vysokému obsahu nasycených mastných kyselin a intramuskulárního tuku. Právě hovězí maso, které je považováno za důležitý potravinový zdroj bílkovin, železa, vitamínu B12 a zinku, jehož využití lidským organismem je 20 až 40 %, tak jeho zvýšená konzumace může způsobovat tyto chronické nemoci a obezitu. Naopak konzumace libového červeného masa, snižuje celkový obsah cholesterolu i LDL cholesterolu. Z hlediska zdraví jedince a jeho vývoje je daleko cennější najít rovnováhu mezi konzumací masa a ostatními složkami stravy, než maso zcela vyřadit z jídelníčku (McAfee et al. 2010).

3.1.4 Zvěřina ve výživě člověka

Zvěřina z Jihoafrické republiky, konkrétně antilopa losí má velmi nízký obsah intramuskulárního tuku, sestávajícího převážně ze strukturních lipidových složek (fosfolipidů a cholesterolu), které mají vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, hlavně kyseliny olejové C18: 1 n – 9 a linolové C18: 2 n – 6. Hodnota poměru polynenasycených a nasycených mastných kyselin je 0,6 a je dvakrát vyšší než u skotu. Obsah kyseliny linolenové byl prokazatelně vyšší u antilopy losí než u hovězího dobytka. Konkrétně kyseliny arachidonová C20: 4 n – 6 a dokosaheptaenová C22: 6 n – 3 (Bartoň et al. 2014).

Díky vyššímu podílu nenasycených mastných kyselin nad nasycenými mastnými kyselinami dochází k nižší hladině cholesterolu v krvi, což vede ke snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění. Dále je antilopí maso považováno za relativně dietní, neboť má nízkou energetickou hodnotu (Hoffman & Wiklund 2006).

Maso antilopy losí může v budoucnosti plnohodnotně nahradit maso hospodářských zvířat a splňovat tak náročné požadavky moderních spotřebitelů na kulinární kvalitu, tak i z hlediska hygienického a zdravotního (Bureš et al. 2010).

3.1.5 Antilopa losí

Antilopa losí (*Taurotragus oryx*) je jednou z největších afrických antilop. Jsou vývojově blízkým příbuzným skotu a systematicky je řazena do podčeledi tuří (Bureš et al. 2010). Tento druh se nachází převážně v jižní a východní části Afriky a jeho výskyt pokrývá

téměř jednu třetinu afrického kontinentu (Pappas 2002). Žije v různých nadmořských výškách, ale může se vyskytovat až ve 4 600 metrech (Estes 1993). Antilopy žijí na otevřených pláních, savanách nebo na mírně zalesněných plochách a vyhýbají se hustým lesům (Hosking & Withers 1996). Jsou to sociální druhy, které tvoří velké skupiny, ačkoli velikost skupin často klesá, pokud zabírají vizuálně větší stanoviště, kde je obtížnější udržovat soudržnost skupin. Na rozdíl od většiny ostatních antilop, není u antilopy losí vyvinuto teritoriální chování (Shackleton & Harestad 2003).

Antilopy losí jsou poměrně nenáročné na potravu a během pastevního období za předpokladu dostatečné plochy a produkce pastviny není nutné přikrmovat. V českém chovatelském zařízení v Lánech tvoří celoroční základ krmné dávky míchaná krmná směs a pastva je pouze doplněk. Antilopy losí jsou také nenáročné na vodu a za vhodných podmínek dokážou svou potřebu pokrýt ze zkonzumované vegetace (Zejová 2009).

Průměrná hmotnost těla antilopy se pohybuje od 500 do 600 kg u samců a od 350 do 470 kg u samic (Pappas 2002). Antilopa losí má dlouhé točité rohy s hladkým povrchem (Shackleton & Harestad 2003). Barva se liší v závislosti na druhu antilopy, avšak zbarvení bývá většinou tmavě hnědé až červenohnědé, s rostoucím věkem se může měnit v modrošedou (Hillman 1974). Antilopy mají na stranách od 2 do 15 příčných bílých pruhů, přední pruhy jsou výraznější než zadní (Haltenorth & Diller 1980). Všechny antilopy mají na zadní části předních končetin černou skvrnu a po hřbetě se táhne tmavý pruh (Posselt 1963).

Antilopy losí jsou chovány hlavně kvůli masu. To je hodnoceno jako velmi chutné a kvalitní. Maso má červenou barvu, je libové a obsahuje hodně bílkovin a málo cholesterolu (Honsová 2009). Kromě masa, antilopy poskytují i mléko. Oproti kravskému má vyšší obsah mléčného tuku a bílkovin (až dvojnásobně). Má údajně silné baktericidní vlastnosti a lze ho uchovávat podstatně déle než mléko domácího skotu. Samice vyprodukuje za laktaci trvajících rok či déle, zhruba 350 až 450 kg mléka (Zejová 2009).

3.2 Konzervace potravin

Potraviny se konzervují kvůli prodloužení jejich trvanlivosti, a aby se zamezilo produkci mikroorganismů, tímto docílíme jejich zdravotní nezávadnosti. Pokud jde o potraviny rostlinného a živočišného původu, nejsou moc dobře udržitelné, protože obsahují vysoký podíl vody a také v nich probíhá velké množství reakcí, které přirozeně ohrožují kvalitu produktu (Bulková 2011). Dochází k nežádoucím změnám, které jsou urychlovány biochemickými procesy v plodině, činností kontaminujících mikroorganismů a působením

jejich enzymů, které mohou způsobit i rozklad celé potraviny. Proto se lidé už od nepaměti snaží různými způsoby prodloužit její přirozenou uchovatelnost a zachovat potravině její typické sensorické a nutriční vlastnosti (Jílek 2001).

Potraviny konzervované kombinovanými metodami zůstávají stabilní a bezpečné i bez chlazení a díky šetrným procesům mají vysoké sensorické a výživové vlastnosti. Tyto metody se používají nejčastěji v rozvojových zemích, kde nejsou takové technologické možnosti (Leistner 2000).

Metody, které se používají při konzervaci masa, jsou určeny hlavně k inhibici mikrobiálního znehodnocení. Kromě toho, se ale usiluje o minimalizaci dalšího znehodnocení, jako jsou změna barvy a oxidační změny (Zhou et al. 2010). Je dobře známo, že mnoho mikroorganismů produkuje antimikrobiální látky. Bakterie mléčného kvašení produkují bakteriociny, které jsou účinné při zastavení růstu zejména grampozitivních bakterií (Farkas 2007).

Způsobů konzervace masa je mnoho, nejznámějšími jsou mražení, sušení, balení v modifikované atmosféře za použití různých typů obalů, uzení nebo solení. Během posledních let se vědci zajímají o další způsoby konzervace, do popředí zájmu se tak dostávají rostlinné látky (Gham 2012).

3.2.1 Metody konzervace masa

3.2.1.1 Fyzikální konzervační metody

Mezi tyto metody patří zvýšená teplota, která ničí enzymy i mikroorganismy. Uplatňuje se při vaření, dušení, pečení, grilování, smažení, pasteraci, sterilaci, ztužování a spařování. Na druhou stranu snížení teploty vytváří nepříznivé prostředí pro rozvoj mikroorganismů a omezuje taktéž činnost enzymů. Efekt snížené teploty se uplatňuje při chlazení, skladování v chladírenských teplotách a při zmrazování a mrazírenském skladování. Další metodou je zabránění působení kyslíku, který zapříčiní barevné změny, oxidaci složek masných výrobků, zejména tuků. Kyslík je nutný pro rozvoj aerobních bakterií, které vegetují zejména na povrchu výrobků. Maso a masné výrobky se před působením vzdušného kyslíku chrání vakuovým balením do fóliových obalů s odsátím vzduch nebo balením v inertní atmosféře oxidu uhličitého, dusíku nebo v jejich směsi se vzduchem. Mezi fyzikální metody konzervace patří i snižování aktivity vody, tedy využitelnost vody pro mikroorganismy sušením, čímž se sníží obsah vody jejím odpařením. Dále můžeme snížit aktivitu vody i

zahušťováním vodního prostředí a to buď prosolováním nebo vymrazováním vody (Altera & Alterová 2007). Metody typu záření, se používají v praxi velice zřídka. Nejvíce používané je radioaktivní záření při sterilaci koření (Kadlec et al. 2013).

3.2.1.2 Chemické konzervační metody

Jde o metody, které využívají povolená konzervační činidla a ta usmrcují v potravinách přítomné mikroorganismy nebo aspoň jejich činnost omezují. Ke konzervačním látkám se zařazuje sůl, dusitany, dusičnany, potravinářské kyseliny, například octová a mléčná a soli kyseliny mléčné neboli mléčnany. Ke konzervaci se můžou používat i antibiotika, například nisin (Lepešková 2000). Růst mikroorganismů omezují i další látky, jako fytoncidy. Což jsou látky, které produkují rostliny pro svoji ochranu. Vyskytují se v česneku, cibuli nebo křenu. Látky účinné proti mikroorganismům obsahuje také koření typu, pálivá paprika nebo pepř (Altera & Alterová 2007).

3.2.1.3 Biologické konzervační metody

Do této skupiny patří převážně kvašení, při nichž se působením mikroorganismů mění určité látky obsažené v potravine. Potravina se stává prostředím, které omezuje růst mikroorganismů a to i v těch, které kvašení způsobily. V praxi jde o kvašení alkoholické, při němž v potravine vzniká z cukrů ethanol. Při zpracování masa se však tento typ kvašení nepoužívá. Při mléčném kvašení vzniká kyselina mléčná, toto kvašení se uplatňuje při výrobě tepelně neopracovaných trvanlivých výrobků, jako je uherský salám, křemešník, herkules, parmská šunka a pršut. V masné výrobě se většinou používají kombinace různých konzervačních metod, které způsobí, že hotový masný výrobek má daleko delší trvanlivost než původní maso (Altera & Alterová 2007).

3.2.2 Způsoby konzervace masa

3.2.2.1 Solení

Sůl se používala ke konzervaci potravin už ve starověku. Dnes se používá především ve zpracovaných masných výrobcích, například ve slanině, šunce, párcích a hovězím mase. Množství soli ovlivňuje chuť, strukturu a trvanlivost těchto výrobků (Ruusunen & Puolanne 2005).

Sůl neboli chlorid sodný poskytuje přibližně 90 % sodíku, který se vyskytuje v lidské stravě. Po celém světě přijímáme téměř 77 % soli ze zpracovaných masných produktů.

Denní příjem soli se v populaci pohybuje okolo 8-12 g/den, proto Světová zdravotnická organizace (WHO), doporučila snížení sodíku na <2 g za den, což odpovídá 5 g soli za den pro dospělého jedince (He et al. 2012).

V současné době bývá chlorid sodný používán v kombinaci s dusitany, které mají velmi důležitou roli v masném průmyslu, především kvůli své silné antimikrobiální aktivitě, působí zejména proti růstu bakterií *Clostridium botulinum* a používá se i jako barvivo. Nedávné studie však prokázaly karcinogenní potenciál N-nitrosaminů, které se mohou tvořit v uzených masných výrobcích, použitím dusitanových solí (Vasilev et al. 2019). Dusitan sodný (E 250) se používá především k zajištění zbarvení masných výrobků a zároveň má i účinek konzervační. Dusitany v masné výrobě postupně nahradily méně vhodné dusičnany (E252), které musejí být na dusitan odbourány mikrobiálně a teprve poté reagují (Kadlec et al. 2009).

Suché nasolování nebo nakládání do láku jsou způsoby, jak prodloužit trvanlivost masa působením soli. Při použití kuchyňské soli se někdy hovoří o nasolení, při použití rychlosoli pak o nakládání do soli. Pracovní postup i účinek jsou stejné. Při nasolování dochází u masa k úbytku vody, takže vysušování probíhá rychleji, což má zároveň samo o sobě konzervační účinky. Hovoří se dokonce o tom, že touto metodou lze zabránit rozmnožování bakterií, nebo že lze bakterie takto hubit. Navíc sůl při přípravě masných výrobků aktivuje bílkoviny. Při použití rychlosoli navíc dochází k vybarvení masa (Gham 2012).

3.2.2.2 Sušení

Spolu se solením je sušení jednou z nejstarších metod konzervace masa. Až do průmyslové revoluce, bylo maso sušeno vlivem přírodních podmínek, ale během následujících let minulého století, se v masném průmyslu začaly používat klimatické komory, které se staly nenahraditelné. V dalších letech se staly nejpoužívanějšími typy vakuové komory, které byly třikrát rychlejší než sušení za obvyklých podmínek. (Vasil et al. 2019).

V dnešní době se nejvíce používají komorové, pásové, bubnové a tunelové sušárny. Rozdíl mezi nimi je ve způsobu přivádění potravin do sušícího prostoru, kde je vhnán ohřátý vzduch (Kyzlink 1988). Kontinuální sušárny pásové a tunelové se v potravinářském průmyslu používají nejčastěji (Kadlec et al. 2013). Sublimační sušení je nejšetrnější způsob konzervace. Potravina si zachová její typickou barvu, vůni, chuť a také texturu (Vitázek 2000).

Při sušení dochází k odstranění vody při vyšších teplotách, které ale nesmí zničit senzory a nutriční jakost produktu, a také k zamezení mikrobiologické a enzymatické aktivity, zvýšením osmotického tlaku (Červenka & Samek 2003). Při sušení neusmrtíme veškeré mikroorganismy, ale dochází k efektu, kdy se dostanou pouze do stádia klidu, který se po kontaktu s vodou změní. Proces sušení na požadovaný obsah vody ovlivňuje velikost obalu masného výrobku, teplota vzduchu, obsah tuku v díle, proudění vzduchu a relativní vlhkost vzduchu (Černý 2007). Důležité je vědět, kolik vody se musí odpařit, aby se výrobek stal trvanlivým. Tato problematika se dá určit pomocí hodnot aktivity vody a_w (Kameník 2011). Pokud chceme docílit kvalitního produktu, musíme pro sušení vytvořit ideální podmínky. Hodnota relativní vlhkosti vzduchu, by měla být kolem 65-75 % a teplota by se měla pohybovat okolo 12–20 °C (Tura 2016).

Procesem sušení dochází k narušení proteinové matrice, při teplotě v rozmezí 40–80 °C, což se nazývá denaturace bílkovin. Tyto změny jsou obvykle nežádoucí, neboť ovlivňují tvrdost a stabilitu proteinové matrice. Dalším jevem spojeným s procesem sušení je případné tvrdnutí, což znamená nejen nárůst tvrdosti povrchu produktu, ale také dramatické snížení rychlosti sušení, což vede ke špatnému vysušení, neboť povrch je tvrdý a jádro nevysušené (Grau et al. 2014). Ačkoli obvyklý postup při sušení masa zahrnuje použití vzduchu při nízké teplotě, atmosférický tlak a regulovanou vlhkost vzduchu, čas od času se objevují inovativní postupy. Comaposada et al. (2009) patentoval zrychlený způsob sušení a zrání, nakrájením zmražených kousků masa na tenké plátky, které byly vystaveny sušení ve vakuu, což vede ke snížení obsahu vody v celém kusu masa.

3.2.2.3 Aktivita vody

Konzervace potravin odnímáním vlhkosti, je založena na tom, že se z přirozeně vlhké potraviny odejme tolik vody, aby její zbytek již nemohl být dostačující pro rozvoj mikroorganismů. Životní podmínky mikroorganismů se těmito vlivy zhoršují, takže se mikroorganismy přestanou množit, jejich činnost přestane být patrná a v některých případech vegetativní formy mikroorganismů dokonce plazmolizují a hynou. Čím menší je zbytek vody, který v potravine při vysoušení zůstává, tím pevněji je poután a tím sušší musí být ovzduší, které by mělo potravinu ještě dále vysušet. Dostupnost, či nedostupnost, využitelnost nebo dostatečnosti vody pro mikroorganismy měříme a vyjadřujeme mírou mobilnosti vody, kterou je aktivita vody a_w . Aktivitu vody v potravine, také posuzujeme podle toho, jakou relativní vlhkost musí mít vzduch, který tuto potravinu dále nevysouší ani nezvlhčuje (Ingr 2008).

Obecně platí, že bakterie, které jsou gramnegativní, mají vysoké požadavky na jejich růst. Tyto gramnegativní bakterie, jako *Pseudomonas* spp. a většina členů rodu *Enterobacteriaceae* obvykle rostou pouze při vodní aktivitě nad 0,96 a 0,93. Méně citlivé na sníženou vodní aktivitu jsou grampozitivní bakterie, které netvoří spóry. I když rody *Lactobacillaceae* mají požadavek na minimum vodní aktivity okolo 0,94, někteří zástupci *Micrococcaceae* jsou schopné růstu i pod 0,90 (Farkas 2007).

Potraviny, které snadno podléhají kažení, mají $a_w > 0,96$, do této skupiny se řadí měkké salámy, dušená šunka a vařené masné výrobky. U snadno se kazících potravin, se hodnoty a_w pohybují v rozmezí 0,95–0,91, zde se řadí vysočina nebo turistický salám. Potraviny trvanlivé mají $a_w < 0,91$, tyto hodnoty nepřesáhnou ani trvanlivé salámy s dlouhou dobou zrání a ani sušené šunky. Mikroorganismy jsou k vodní aktivitě různě citlivé, proto z hlediska konzervace potravin existují limity vodní aktivity, které jsou přiřazeny ke konkrétním mikroorganismům (Kameník 2011).

3.2.3 Sušené masné výrobky

Sušené masné výrobky můžeme zařadit mezi speciální masné produkty, které jsou velmi různorodou skupinou, neboť se od sebe liší výrobními surovinami, které jsou většinou dražší a také tradičními výrobními procesy podle země, ve které se tyto produkty vyrábí. Sušené výrobky jsou tepelně neopracované, pouze vysušené při nízkých teplotách na poloviční hmotnost (Černý 2007).

3.2.3.1 Jerky

Jerky jsou jedním z nejstarších druhů masných výrobků konzervované solením a sušením. Jejich snadná příprava, nízká hmotnost, bohatý obsah živin a dlouhá trvanlivost, z nich činí oblíbenou svačinu pro sportovce, cestovatele nebo vytížené lidi. Jerky se tradičně vyrábí z celé svaloviny větších zvířat, které je následně nakrájené na plátky, marinované a sušené. Název „jerky“ je odvozen z kečuánského slova „ch'arki“ a znamená v překladu „sušené, solené maso“ (Choi et al. 2008).

Při výrobě jerky se používají různé druhy masa, jako je hovězí, vepřové, zvěřina a v poslední době i drůbež, především krutí maso. Abychom docílili kvalitního výsledného produktu, musí být maso co nejvíce libové. Můžeme použít maso čerstvé i zmrazené. Metoda sušení se kombinuje s metodou solení, z důvodu prevence výskytu mikroorganismů, než se

odpaří přebytečnou vlhkost. Místo normální soli se používají i dusičnany a dusitany (Hui 2012). Maso se nakrájí na stejně tenké plátky, aby sušení probíhalo kontinuálněji a rychleji. Maso se nasoluje buď v láku, nebo na sucho. Při sušení je důležité, aby vzduch dostatečně cirkuloval a všechny kusy byly rovnoměrně vysušené. Maso se suší v sušárnách 3 až 4 hodiny při teplotě 60–70 °C. Jerky by se neměly vyrábět sušením na přímém slunci, ani při teplotách pod 60 °C, mohlo by dojít k mikrobiální kontaminaci (DeLong 2006).

3.2.3.2 Biltong

V Africe jsou nejčastějšími masnými výrobky sušená masa nebo obdoba jerky. Kvůli tropickému podnebí se maso suší převážně na slunci a za co nejkratší dobu, aby v něm neprobíhaly mikrobiologické procesy. Sušená masa jsou připravována buď z celého kusu masa, nebo jsou nařezané na tenké plátky, či jako natrhané svalové vlákna. Jerky se převážně vyrábějí z hovězího masa, které má vysokou energetickou hodnotu a sušená masa z divoké zvěře (Hui 2012).

Biltong jsou sušené proužky masa, vyrobené z hovězího masa nebo zvěřiny, především z antilop. V Jižní Africe se biltong označuje jako tradiční produkt a je považován za lahůdku. Na jeho výrobu lze použít jakoukoliv část svaloviny, ale nejvhodnější jsou větší celky z jatečně upraveného těla a to kýta, plec nebo roštěnec. Kousky masa se následně připraví na 150 až 250 mm dlouhé a 30 až 50 mm silné pruhy, které se marinují několik hodin ve směsi soli, koriandru a pepře, poté se ponoří do horké vody a octa, aby se zabránilo růstu plísní (Jones et al. 2017). Nakonec se asi jeden den suší na slunci. Obvyklá doba skladování je několik měsíců, bez chlazení a balení (Hainz & Hautzinger 2007). Biltong se stává populárním sušeným masným výrobkem po celém světě. Jedná se o pochutiny, které můžeme hned konzumovat, nevyžadují žádné další zpracování a také mají vysokou energetickou hodnotu (Levine et al. 2001).

Slovo „biltong“ je odvozeno od nizozemského slova „bil“, což znamená kulatý nebo hýždě a „tong“ související s jazykem, proto jeho finální úprava je ve formě tenkých proužků masa (Strydom & Zondagh 2014). Biltong je svým tvarem podobný ostatním sušeným masným produktům, ale liší se tím, že maso se před sušením nekrájí na tenké plátky, ani není vystaveno vysokým teplotám. Po vysušení máme hotový produkt, což znamená, že se konzumuje jako syrový, bez tepelných úprav před konzumací. Například Charqui má vyšší obsah soli (12–15 %) a musí být před konzumací odsolen (Santchurn et al. 2012). Jerky se nejčastěji porovnávají s biltongem, ale rozdíl mezi nimi je ten, že jerky se suší při zvýšených teplotách (Burnham et al. 2008), například při 60 °C, kdežto u biltongu při daleko nižších

teplotách okolo 30 °C. Dalším jedinečným atributem biltongu je to, že v mnoha případech se ocet v kroku solení používá společně, což se neprovádí u žádného z ostatních sušených výrobků. Konečná fyzikálně-chemická skladba biltongu je důležitá, protože ovlivňuje senzorické vlastnosti produktu. Faktory, které nejvíce ovlivňují konečný produkt, jsou vlhkost, obsah soli, aktivita vody a také pH (Carr et al. 1997).

Vědecké studie o fyzikálně-chemických vlastnostech biltongu se liší v údajích a to především ve vlhkosti a vodní aktivitě konečného výrobku. Obsah vlhkosti závisí na preferencích spotřebitele a bylo uvedeno, že se pohybuje mezi 10–50 % a vodní aktivita mezi 0,54–0,89 (Petit et al. 2014). Existuje mnoho článků týkajících se vlhkého a suchého biltongu, ale neexistuje žádný důkaz o tom, které hodnoty obsahu vlhkosti nebo vodní aktivity klasifikují biltong jako „vlhký“ nebo „suchý“. (Van den Heever 1970). Je zřejmé, že čím vyšší je obsah vlhkosti, tím kratší je doba trvanlivosti, v důsledku růstu mikroorganismů a plísní. Sůl je hlavním kořením používaným při výrobě biltongu. Konečný obsah soli v biltongu se mění v závislosti na množství vlhkosti, která je ve výrobku při procesu sušení. Pokud je míra vlhkosti vysoká musí se přidat procento soli. Obsah soli se může pohybovat v rozmezí 2–11 %, přičemž nejčastěji se obsah soli pohybuje okolo 4–8 % Hodnota pH je v rozmezí 4,8–5,9 (Van der Riet 1976).

Biltong se dříve sušil na slunci, ale dnes se ve velkovýrobě využívají především skříňové sušárny. Kusy masa se zavěsí na plastové háčky a nechají se tři dny sušit, při 30 °C s řízenou ventilací, dokud obsah vody neklesne pod 24 % (Jones et al. 2017).

Tabulka č. 2: Přehled sušených masných výrobků z vybraných zemí

Sušený masný výrobek	Popis	Použité maso	Země původu
Biltong	solení, sušené masové proužky	zvěřina nebo hovězí	Jihoafrická republika
Bresaola	solený, sušený výrobek z celé svaloviny	hovězí	Itálie
Borts	solené, sušené kousky, často v podobě prášku	koňské nebo hovězí	Mongolsko
Cecina	solené, sušené, lehce uzené masové proužky	Španělsko: hovězí nebo koňské Mexiko: hovězí nebo vepřové	Mexiko, Kuba, Španělsko
Carne seca	solené, sušené maso	hovězí	Mexiko
Carne-del-sol	solené, sušené maso	hovězí	Brazílie

Charque/Charqui	solené, sušené maso	lamí, koňské nebo hovězí	Severní Amerika
Jerky	solené, sušené plátky masa	hovězí, vepřové, krůtí	Severní Amerika
Fenalår	solený, sušený výrobek z celé svaloviny	skopové	Norsko
Kaddid/Qadid	solené, sušené maso	jehněčí	Afghánistán, Pákistán, severní Afrika
Kitoza	solené, sušené masové plátky	hovězí nebo vepřové	Madagaskar
Kilishi	sušené, pražené plátky masa	skopové, hovězí	Afrika
Kuivaliha/Kapaliha	solené, sušené plátky masa	sobí	Finsko
Nikku	sušené plátky masa	sobí	Kanadská Arktida
Pastirma	solený, sušený výrobek z celé svaloviny	hovězí	Egypt, Turecko, Arménie
Pemmikan	sušené rozemleté maso s přísadkou sušeného ovoce, medu a ořechů	buvolí, losí, jelení	Severní Amerika

Zdroj: (Jones et al. 2017)

3.3 Silice

Silice jsou těkavé, přírodní, komplexní sloučeniny vyznačují se silnou vůní. Tyto tekutiny se nacházejí v rostlinách v malých kapkách nebo váčcích. Vzhledem k množství, které se nacházejí v rostlinách, jsou poměrně špatně získatelné a navíc sběr rostlin je omezen vegetační dobou. Silice jsou tvořeny aromatickými rostlinami ve formě sekundárních metabolitů. Od středověku se používají pro své baktericidní, fungicidní, antiparazitické, insekticidní, léčivé a kosmetické vlastnosti. Zejména v dnešní době se využívají ve farmaceutickém, kosmetickém, sanitárním, zemědělském a potravinářském průmyslu. Většina z nich jsou antioxidanty, které se nacházejí v různých částech rostlin, jako jsou kořeny, stonky, listy, květy a semena (Bakkali et al. 2008).

3.3.1 Používání silic v historii

Silice se používaly už od pradávna a první zmínka byla zaznamenána v Mezopotámii a to v roce 2600 před naším letopočtem. Staří Egypťané využívali silice ke kosmetickým

účelům už od roku 3000 před naším letopočtem. Další významné použití silic bylo doloženo ve starověkém Římě a Řecku, kde se používaly éterické oleje, do kterých se přidávaly okvětní lístky květin a další části rostlin (Sakkas & Papadopoulou 2017).

Největší úspěch silic nastal až ve 12. století, kdy byly poprvé přivezeny na jih Evropy do Itálie. Hlavními obchodními velmocemi se staly Benátky, Janov a Florencie. Éterické oleje se využívaly především v léčitelství. První písemná dokumentace o destilaci silic byla až ve 13. století, kdy se začala hojně využívat v medicíně a přidávat do složení vonných parfémů. V 16. století bylo popsáno lékaři použití silic z rozmarýnu, levandule, hřebíčku, anýzu a skořice. První evropský parfém byl podle některých zdrojů vyroben v Rakousku – Uhersku. Poté se centrum přesunulo do Francie. Také v Německu si oblíbili výrobu parfémů, takzvanou kolínskou (Národní knihovna ČR 2012).

Devatenácté století přineslo nové poznatky o baktericidním účinku olejů a v průběhu 20. století se začaly používat i v parfumeriích pro své aroma (Burt 2004). V Indii, Číně a na dálném východě se používaly rostlinné oleje k léčebným účelům tradiční medicínou, která je bez přerušení součástí této kultury již tisíce let. V Evropě se postupně vrací k alternativní medicíně a léčitelství (Odyová 1995).

3.3.2 Chemické složení silic

Silice neboli éterické oleje jsou komplexní přírodní směsi těkavých látek, které jsou vytvářeny vyššími rostlinami, jako sekundární metabolity. Bývají většinou izolovány z rostlin parní destilací. Hlavními složkami éterických olejů jsou terpenové uhlovodíky a to především monoterpeny, seskviterpeny a diterpeny, dalšími sloučeninami jsou jejich deriváty, alkoholy, estery, aldehydy a ketony, které jsou zodpovědné za vonné látky a biologické vlastnosti silic. Některé aromatické složky jsou odvozené od fenolů a alifatických látek (Kalemba & Kunicka 2003).

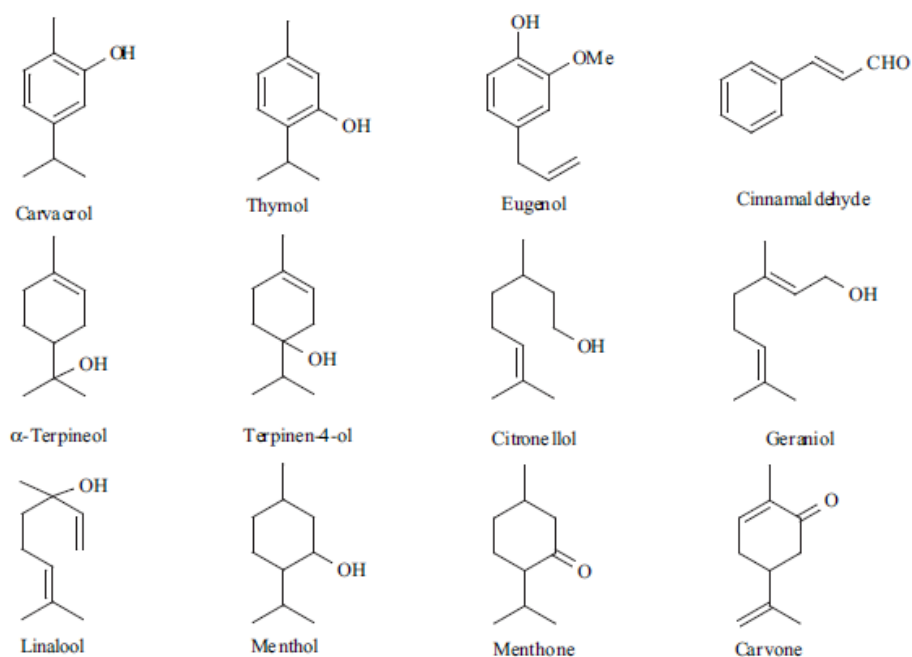
Silice jsou hydrofobní látky, které se mohou rozpouštět v tucích, organických rozpouštědlech nebo alkoholu, ale ne ve vodě. Jsou to číré a zřídka kdy zbarvené látky. Při pokojové teplotě jsou silice tekuté. Nemají příliš vysoký bod varu, hodnoty jsou někde okolo 155–185 °C a mají nízkou polaritu molekuly. Nízká polarita je důsledek jejich relativně vysoké těkavosti (Večeřa 2001).

Omezená rozpustnost ve zředěném ethanolu je zapříčiněna terpenovými a seskviterpenovými uhlovodíky, často bývají i příčinou zhoršení kvality silic na vzduchu,

protože snadno oxidují, případně polymerují díky přítomnosti dvojných vazeb. Odstraněním těchto uhlovodíků se ze silic získají koncentráty. Silice prosté terpenických uhlovodíků se souhrnně nazývají silice „deterpenované“. Takto upravené silice jsou vydatnější než silice výchozí, zachovávají si charakter původní silice a jsou stabilnější vůči autooxidaci. Deterpenace se provádí destilací, extrakcí, adsorpcí na vhodné sorbenty nebo kombinovanými postupy (Velíšek 1999).

Rostliny uchovávají silice ve speciálních strukturách, jako jsou sekreční chlupy, buňky, speciální sekreční nádržky a sekreční kanálky. Pokud dojde k otěru rostliny, tak se silice rychle uvolňuje ze sekrečního chlupu. Silice v sekrečních chlupcích mají odradit případné predátory, a také působí repelentně. Sekreční nádržky mají svoje místo uvnitř listů, především v dřevitých částech a v kořenech. Rostliny produkují silice pravděpodobně z toho důvodu, aby se ochránily před mikroorganismy, bakteriemi, houbami a škůdci. Buňky produkují silice podle potřeb rostliny. Nejčastěji zastoupené látky v těchto funkcích jsou saponiny, flavonoidy, thiosulfáty a glukosinoláty (Bowles 2003).

Oleje rostlin mohou obsahovat okolo 20–60 látek, při zcela odlišných koncentracích. Vyznačují se dvěmi nebo třemi hlavními složkami, ve srovnání s poměrně vysokou koncentrací (20–70 %) od ostatních složek, které jsou přítomné ve stopových množstvích. Například karvakrol (30 %) a thymol (27 %) jsou hlavní složky obsažené v *Origanum compactum*, linalol (68 %) je silice, která se vyskytuje v *Coriandrum sativum*, a- a b-thuyon (57 %) a gáfor (24 %) je obsažen v *Artemisia*, 1,8- cineol (50 %) je ve skořici, a-phellandren (36 %) alimonen (31 %) karvonu (58 %) limonen (37 %) v semenech silice *Anethum graveolens*, mentol (59 %) a menton (19 %) v *Mentha piperita*. Hlavní složka se skládá z terpenů, terpenoidů, fenylypropanoidů a ostatních aromatických a alifatické složek, které mají nízkou molekulovou hmotnost (Bakkali et al. 2008).



Obrázek č. 1: Chemické vzorce silic, (Kalemba 2003)

3.3.3 Biologická aktivita silic

Silice jsou zdrojem bioaktivních molekul přírodního původu, které mají biologické aktivity, zejména antimikrobiální, antiseptické a protizánětlivé. Díky těmto aktivitám se využívají například proti působení mikroorganismů, škůdcům, k léčbě infekčních chorob a jiným patologickým stavům, spojených s oxidačním stresem (Goudjil et al. 2020).

Silice poškozují buněčné stěny a cytoplazmatické membrány rostlin a mikroorganismů. Dochází k tomu kvůli narušení lipofilních látek, polysacharidů, mastných kyselin a fosfolipidů. U eukaryotických buněk nastává depolarizace mitochondriálních membrán, permeabilizace cytoplazmatických membrán, která je spojena se ztrátou iontů a snížením membránového potenciálu, kolapsu protonové pumpy a vyčerpání zásob ATP energie (Sikkema et al. 1994). Permeabilizace vnějších a vnitřních mitochondriálních membrán, vede k buněčné smrti apoptóze a nekróze (Yoon et al. 2000).

Éterické oleje jsou komplexní směsi složené z mnoha látek a jejich biologické účinky jsou výsledkem působení hlavních složek, jako jsou terpineol, eugenol, thymol, karvakrol, karvon, geraniol, linalool, citronellol, nerol, safrol, eukalyptol, limonen, cinnam, ale také menších molekul. Obecně lze říct, že hlavní složky dobře odrážejí biofyzikální a biologické rysy éterických olejů, z nichž byly izolovány a jejich aktivita může být formována jinými menšími molekulami (Ipek et al. 2005). Je dost pravděpodobné, že vůně, hustota, textura,

barva a především buněčná penetrace jsou definované několika složkami éterických olejů a nejenom jednou hlavní složkou (Cal 2006).

Silice mají silné antimikrobiální vlastnosti, které působí proti patogenům vznikajících v potravinách, nejčastěji to bývají *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* a *Listeria monocytogenes*. Nejsilněji působí silice rostlin skořice, tymiánu a hřebíčku, jejich bakteriostatická koncentrace se pohybuje okolo 0,75 %. Bylo prokázáno, že grampozitivní bakterie jsou citlivější na inhibici rostlinnými silicemi, než gramnegativní bakterie (Farag et al. 1989). Dále mají silice fungicidní a insekticidní vlastnosti, silně působí proti plísním a škůdcům. Největší účinek proti škůdcům mají silice, které jsou obsažené v rostlinách kmínu, anýzu, oregana a eukalyptu (Isman 2000).

Některé silice mají antioxidační účinky. Důsledkem vzrůstajícího trendu populace vyvarovat se syntetickým látkám v potravinách a hledat alternativní, nejlépe přírodní a stejně účinné látky, jsou rostlinné silice vhodnou variantou a jsou podrobovány mnoha studiím na antioxidační účinky. Nejvíce studií bylo provedeno na rozmarýn a oregano, které vykazují antioxidační aktivitu. Oreganová silice obsahuje karvakrol a thymol, jejich obsah je okolo 78 % – 82 %, monoterpeny (5 % – 7 %) se uvádějí jako složky inhibující oxidaci lipidů v oreganové silici. Největší podíl na snížení oxidace lipidů se připisuje thymolu, který díky své hydroxylové skupině zpomaluje tvorbu kyselin, které napomáhají oxidaci lipidů (Brenes & Roura 2010).

3.3.4 Stanovení silic

Silice se nejčastěji stanovují pomocí parní destilace. Tato metoda izolace je nejméně šetrná, neboť se poškozují jemnější složky silice, ale stále se využívá nejvíce, protože má poměrně nízké náklady (Bruneton 1999). Metody stanovení silic můžeme rozdělit do tří skupin. První skupina je tvořená klasickými a konvenčními metodami, mezi které patří parní destilace, difuze, extrakce organickými rozpouštědly a lisování za studena. Druhá skupina zahrnuje inovativní analytické metody, do kterých spadá superkritická fluidní extrakce, ultrazvuková extrakce a mikrovlnná extrakce. Třetí skupina obsahuje mikroskopické metody, jako jsou mikrodestilace, mikroextrakce na pevnou fázi, headspace plynová chromatografie a destilace clevengerovým aparátem (Dima & Dima 2015).

Principem destilace je převedení vzorku do bodu varu a následně po ochlazení dojde k přijetí kondenzujících par v oddělené části přístroje, poté nastává dělení kapalných směsí o různých bodech varu. Největší množství silice získáme destilací s vodní parou. Rostlinný

materiál se v destilační nádobě zahřívá, buď že ho zalijeme horkou vodou, nebo přivádíme do destilační nádoby páru externě. Tímto způsobem se izolují látky, které jsou málo rozpustné ve vodě a mají silnou tenzi par, tyto páry následně strhávají jednotlivé složky silice. Aromatické látky jsou destilovány za přítomnosti kyseliny sírové, dichromanem draselným a tím nám vznikne kyselina octová, poté se přebytek dichromanu stanoví titračně. Silice získáme pomocí destilace s vodní parou a vzniklý kondenzát potom stanovíme gravimetricky, nebo volumetricky. Silice mají nižší molekulovou hmotnost než voda, může se ale stát, že mají větší hmotnost než voda a tím pádem musíme pro destilaci použít směs vody a glycerolu, nebo do postranního ramene přivádět xylen. Tato metoda se využívá především u vzorků, které mají vysoký obsah silic. Další způsob jak stanovit silice je jejich oxidace po vydestilování s vodní parou, manganistanem nebo kyselinou bromovou (Stonawská 2007).

Nejvíce používanou inovativní metodou při získávání silic je superkritická fluidní extrakce, jejíž princip je postaven na použití a recyklaci kapaliny v opakovaných krocích, kde se střídá komprese a deprese. Nejčastěji se používá k této technice oxid uhličitý, který se stlačením a zahřátím dostane do superkritického stavu, projde do rostlinného materiálu a následně nasytí těkavé látky. Potom je extrakt převeden do separátoru, kde dochází k rozštěpení oxidu uhličitého, tak aby se oddělil získaný extrakt od kapaliny rozpouštědla (Asbahani et al. 2015). Tento typ extrakce vytváří přirozenější organoleptický profil olejů, ale je daleko nákladnější. Rozdíl v organoleptických vlastnostech poukazuje na odlišné složení silice, které může ovlivnit její antibakteriální vlastnosti. Je potvrzeno, že rostlinné silice, které byly extrahované hexanem, vykazovaly větší antimikrobiální účinnost než u těch, které byly získány parní destilací. Rostlinné silice jsou díky jejich nestálosti potřeba uchovávat v hermeticky uzavřených nádobách na temném místě, aby se zabránilo změnám v jejich složení (Burt 2004).

Další analytickou metodou je subkritická extrakce vody, která umožňuje rychlou extrakci při nízkých teplotách. Tím se zabrání ztrátě a degradaci těkavých a termolabilních látek. Největší výhodou této metody je kratší doba extrakce, vysoká kvalita extraktu, nižší náklady na extrakční činidlo a rozpouštědla (Başer & Buchbauer 2010).

Lisování je metoda, která se využívá pouze u rostlin. Tyto rostliny musejí mít velké množství silice ve svých povrchových částech. Tato technika se využívá v dnešní době především v parfumerii. Silic se získávají zejména z oplodí citrusových plodů (Stonawská 2007).

Enfleuráž je typ extrakce, při níž dochází k získávání silice z květů, pomocí tuků nebo olejů. Tato metoda je časově náročná a závislá na pracovní síle, tím pádem je finančně nákladná. Používá se při získávání silic z jasmínu, konvalinky a hyacintu. Při enfleuráži se využívají především živočišné tuky, jako vepřové sádlo a hovězí lůj, ale i rostlinné oleje vazelinový a olivový. Tuk pohlcuje silici z květů, po nějaké době se květy odstraní a jsou dále vyměňovány do té doby, než tuk není nasycen silicí (Špergl 2001).

3.3.5 Dobromysl obecná (*Origanum vulgare* L.)

Dobromysl obecná neboli oregano, patří do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*). Její původ je v Evropě, především v jižních oblastech se rostliny pěstují nejvíce a obsahují mnohem více silic. V ostatních zemích jako jsou severní Afrika, Asie, Kavkaz, Blízký východ a Čína se od nepaměti dobromysl užívá, jako léčivá rostlina a známé koření, zvané oregano (Rausch & Lotz 2005).

Tato rostlina je keříčkovitá, kořenně aromatická trvalka. Má dřevnatý oddenek s načervenalými lodyhami, které jsou dlouhé až 75 cm. Celá rostlina obsahuje vedle tříslovin a hořčin, hlavně éterické oleje. Při poranění kolem sebe šíří kořenitou vůni. Vyskytuje se planě na suchých, slunečných, teplých a úrodných, obvykle vápencových úbočích. Pěstuje se hojně jako plodina a zahradní rostlina i v pestrobarevných kultivarech. Je to posilující bylina, která podporuje zažívání a vykašlávání a používá se k léčbě kašle a při bolestech hrdla, poruchách trávení, zažívacích potížích a onemocnění slinivky. Dále se používá při únavě, duševní slabosti, bolestech hlavy a depresích. Antisepticky působící listy se žvýkají, při bolestech zubů a přidávají se do koupelí a obkladů. Hlavní použití oregana je v kulinářství, kde se používá při úpravě masitých pokrmů a salátů. Rovněž se z něho připravují čaje, pivo nebo se destilují oleje do parfémů a kosmetických přípravků, především proti tvorbě lupů (Clevely & Richmondová 2005).

Obsah silice v nati se pohybuje okolo 1–2 %. Základními složkami silice oregana jsou thymol, karvakrol, p-cymen, γ -terpinen, α -terpineol, terpinen-4-ol a linalool. Dále nať obsahuje hořčiny, třísloviny, organické kyseliny, i vitamíny a další složky (Růžičková & Kocourková 2012). Obsah silic je velice závislý na ročním období, počasí a množství srážek. Čím větší teplo je, tím je obsah karvakrolu v rostlině vyšší než p-cymenu, kterého je zase větší množství na podzim (Kokkini et al. 1997).

3.3.6 Oreganové silice

Oregano se skládá ze dvou hlavních fenolů a to thymolu a karvakrolu. Těchto silic je v rostlině okolo 78–85 %. Obě látky zabraňují mikrobiálním a chemickým procesům v potravinách a jejich antimikrobiální aktivita slouží jako konzervační látka (Hernández et al. 2016).

Esenciální oleje získané z oregana mají silné antimikrobiální účinky a jsou velice odolné proti různým bakteriím, které se vyskytují v potravinách, jako je například *Salmonella*, *Escherichia coli.*, *Pseudomonas spp.*, *Listerii monocytogenes* a *Shigella sp.* (Seydim & Sarikus 2006).

U karvakrolu a thymolu bylo zjištěno, že inhibují myceliální růst 17 fytopatogenních hub a jejich antifungální účinky byly vyšší než komerční fungicid, benomyl. Avšak p-cymen měl oproti těmto dvěma silicím nižší antimykotickou aktivitu. Karvakrol a thymol zcela inhibovaly klíčení semen a růst hub a mají tak velký potenciál být používány, jako fungicid, herbicid, ale i insekticid (Kordali et al. 2008).

Světová zdravotnická organizace (WHO) uvedla, že výskyt thymolu a karvakrolu v jídle není pro konzumenta nebezpečný, pokud nepřekročí 50 mg/kg (WHO, 2012), proto se používají jako konzervační látky nebo ošetření potravin před mikroorganismy (Castillo et al. 2014).

V posledních několika letech však roste spotřebitelská poptávka po přirozenějších produktech, bez chemických konzervačních látek. Výhodou je použití přírodních antioxidantů obsažených v silicích, které jsou přijatelnější pro spotřebitele, protože jsou brány jako nechemické. Navíc u nich není nutné testování, kvůli kvalitě a bezpečnosti před použitím. Jejich nevýhodou ale je, že jsou dražší a méně efektivní než syntetické antioxidanty. Může také nastat problém s kvalitou, množstvím a složením antioxidantu v rostlinách, které může být ovlivněné dobou sklizně (Fasseas et al. 2008).

3.4 Mikrobiologie kažení masa

Mikrobiální kažení potravin je velmi znepokojující pro výrobce i spotřebitele. Růst patogenních mikroorganismů je velice nežádoucí, s ohledem na bezpečnost a kvalitu potravin, dále omezuje dobu trvanlivosti a pro spotřebitele zvyšuje riziko onemocnění. Metabolická aktivita mikroorganismů a jejich kontaminace je jednou z hlavních příčin kažení masa a masných výrobků, které tvoří zápach, sliz a případně i změnu barvy masa. Ke kontaminaci dochází především na povrchu potravin. Obecně se nejvíce kazí čerstvé maso, u kterého se projeví mikrobiální procesy, když celkový počet bakteriálních buněk přesáhne 10⁷ až 10⁸ KTJ/cm². Kažení masa nastává při jeho zpracování a následném skladování. Proces kažení ovlivňuje mnoho faktorů, jako pH, vodní aktivita, obsah glukózy, teplota a podmínky skladování (Muermans et al. 1993).

Ke kažení masa přispívá pouze část bakterií, které tvoří počáteční mikrobiální populaci na jatečně upraveném těle po porážce zvířete. Pouze asi 10 % bakterií přítomných na mase na konci jateční úpravy je schopně růst za chladírenských teplot. Mikrobiální frakce, která je pak způsobilá vyvolat kažení masa, je ještě menší (Borch et al. 1996). Dodnes se pořádně neví, jak a kdy jsou bakteriální druhy nebo kmeny ovlivněny specifickými podmínkami skladování masa a také jaký je jejich dopad na typ a rychlost průběhu kažení (Doulgeraki et al. 2012). K tomu je nutné charakterizovat bakteriální mikroflóru podílející se na kažení masa, a to nejenom na úrovni jednotlivých druhů, ale dokonce i bakteriálních kmenů. Na základě výsledků sledování množství příslušných mikrobiálních druhů bude možné vyvinout podmínky skladování, které prodlouží dobu, po níž bude zajištěna kvalita a bezpečnost masa (Pennacchia et al. 2011).

Pokud dochází k mikrobiálnímu kažení na povrchu masa, vyskytují se především psychrotrofní gramnegativní bakterie, jako *Pseudomonas fluorescens*, které jsou doprovázeny skupinou *Acinetobacter* – *Moraxella*. Při zvyšující se teplotě skladování dochází ke snížení aktivity vody na povrchu masa. Za těchto podmínek nastává nárůst gramnegativní bakterií rodu *Enterobacteriaceae*, *Serratia*, *Acinetobacter*, silně proteolytické bakterie rodu *Proteus* a grampozitivní bakterie rodů *Micrococcus*, *Staphylococcus* a *Bacillus* (Forsyth 2010).

Další možností kažení masa je uvnitř hmoty a je způsobeno mikroorganismy, které do něj vnikly ihned po porážce, jako primární kontaminace a jsou to především anaerobní bakterie typu *Clostridium perfringens*, *C. histolyticum*, *C. sporogenes*, ale i bakterie rodu *Enterobacteriaceae* a *Proteus*. Při kažení masa se hmota alkalizuje a vznikají typické plyny,

jako jsou NH₃, CO₂ a H₂S, které ovlivňují konzistenci a způsobují hnilobný zápach (Göner & Valík 2004).

Mnoho mikroorganismů vyskytujících se v masných produktech, jsou velice nebezpečné a mohou způsobovat závažné zdravotní onemocnění. Nejnebezpečnějšími bakteriemi jsou *Salmonella* spp., která způsobuje salmonelózu, což je alimentární infekční onemocnění lidí a zvířat a vyvolá zvracení, bolest břicha a horečku. Hlavním zdrojem kontaminace masa touto bakterií, je infekce jatečných zvířat a kontaminace jejich těl v průběhu porážky a následného zpracování, kdy může docházet k přenosu salmonel z trávicího traktu zvířat na povrch těl při jatečném opracování (Hanes 2003). *Escherichia coli*, která je sice považována za komenzální bakterii, která se běžně vyskytuje v přírodě včetně tlustého střeva u člověka, nebo je také indikátorem fekálního znečištění, dokáže ale způsobit onemocnění vyvolávající bolesti břicha, průjemy, hemoragické kolitidy a dehydrataci. Tyto závažná onemocnění způsobuje u člověka nejčastěji sérotyp O157: H7 (Stephan et al. 2000). Dalšími závažnými bakteriemi jsou *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* a *Clostridium botulinum*, které produkuje specifické toxiny neboli botulotoxiny. Tyto toxiny způsobují hnilobné procesy a to především v potravinách bohatých na bílkoviny. U člověka jsou následky botulismu takové, že dochází k postupné paralýze nervů a k přerušení nervosvalových spojení. Botulismus je popsán u typu A, B, E, nejvíce otrav je způsobeno typem A. Otravy také mohou způsobovat i *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, plísně a kvasinky (Kyzlink 1988).

3.4.1 Mikrobiální kontaminace sušeného masa

Vzhledem ke zvýšené poptávce po bezpečnosti potravin, dochází ke změnám ve zpracování a výrobě masných výrobků (Jensen et al. 1998). Biltong je považován za relativně bezpečný produkt z hlediska mikrobiální kvality, nicméně velký vliv na kvalitu produktu má proces sušení (Matsheka et al. 2014).

Mikroorganismy, které ovlivňují kvalitu biltongu a jeho trvanlivost, jsou především koliformní bakterie, bakterie mléčného kvašení, kvasinky a plísně (Naidoo & Lindsay 2010). Mezi hlavní bakterie, které napadají biltong a způsobují jejich zkázu, patří *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* a *Escherichia coli* sérotyp O157: H7 (Levine et al. 2001). Z rodu *Staphylococcus* bylo identifikováno celkem 14 druhů a z 20 %

všech bakteriálních kmenů bylo zjištěno, že se jedná o *Staphylococcus saprophyticus*. *Staphylococcus aureus* byl detekován pouze ve studii Naidoo & Lindsay (2010), ale jiná studie ukázala, že ve většině odebraných biltongů odebraných byly počty *Staphylococcus aureus* nad limitem infekční dávky 10^5 cfu.g⁻¹ (Shale & Malebo 2011). Dále byly považovány za dominantní druhy na biltongu *Bacillus amyloliquifaciens* a *Bacillus lichenformis*, kdežto *Bacillus cereus*, byl detekován v přijatelných limitech (Matsheka et al. 2014).

U většiny sušených masných výrobků i u biltongu, dochází k rozsáhlému nárůstu kvasinek a plísní, neboť tyto mikroorganismy mají schopnost přežít v celé řadě vodních aktivit i nad hodnotu 0,61 (Betts & Everis 2008). *Candida*, *Torulopsis* a *Debaryomyces* jsou nejvíce dominantní kvasinky, které se vyskytují v mase a masných výrobcích (Cook 1995). Tyto kvasinky mohou růst při nízkých teplotách okolo 10 °C, což zvyšuje riziko jejich růstu. *Debaryomyces hansenii* je považována za nejčastější druh kvasinek v sušených výrobcích a biltongu (Wolter et al. 2000). To by mohlo být způsobeno jeho schopností měnit složení mastných kyselin v reakci na změny teploty vedoucí k vyšším hladinám polynenasycených mastných kyselin, které je chrání před poškozením membrány (Dillon 1998). Studie ukázaly, že u biltongu převládají kvasinky ve srovnání s plísněmi (Petit et al. 2014). Matsheka et al. (2014) našli na biltongu 55 druhů kvasinek a plísní, které patří do více než devíti různých rodů. Tyto mikroorganismy se vyskytovaly u biltongu, který byl zpracován tak, jak se dříve tradičně zpracovával a to na slunci a čerstvém vzduchu. To má za následky to, že maso je kontaminováno vzduchem, ve kterém se vyskytují plísně a spory, které jsou odolné vůči sušení a ovlivňují tím pádem mikrobiální stabilitu produktu. Nejčastěji se vyskytovaly druhy kvasinek *Candida*, *Pichia* a *Debaryomyces* (Matsheka et al. 2014). *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Eurotium*, *Cladosporium* a *Mucor* se také běžně vyskytují na biltongu a u sušených masných výrobků (Wolter et al. 2000). Nejvíce převládaly rody plísní *Aspergillus strictus* a *Aspergillus niger*. Plísně jsou znehodnocující a velice nebezpečné, protože jejich růst je pro spotřebitele nežádoucí a můžou produkovat toxické mykotoxiny. Je známo, že některé kmeny *Aspergillus niger* produkují mykotoxiny, které se nazývají ochratoxiny. Z biltongu byl ale nejčastěji izolován *Aspergillus flavus* a to u 12 z 20 vzorků. Tato plíseň produkuje aflatoxiny, které jsou toxické a karcinogenní. Rod *Aspergillus glaucus* je často mylně zaměňován za *Aspergillus flavus*, ale na rozdíl od něj neprodukuje mykotoxiny. Při výrobě biltongu dochází ke kontaminaci z přístrojů a zařízení plísní *Penicillium* spp. (Asefa et al. 2009), zatímco *Fusarium* se vyskytuje při výrobě z ovzduší (Núñez et al. 1996).

Je prokázáno, že je mnohem rychlejší nárůst plísní při skladování sušeného masa za vlhkosti okolo 90 % a teplotě 37 °C, tento nárůst nastane už během 5 dní. Kdežto při skladování za vlhkosti okolo 75 %, je rychlost růstu 40 dní (Skandamis & Gounadaki 2009).

3.5 Senzorická analýza

Senzorická analýza je vědecká disciplína, která slouží k hodnocení kvality potravin našimi smysly. V dnešní době se sensorické hodnocení využívá ve větší míře, neboť se s ním setkáváme v každém potravinářském podniku, kde je použito pro několik účelů, jako je vývoj produktu, kontrola kvality nebo sensorická specifikace produktu. Jedná se o identifikaci, vědecké zhodnocení, analýzu a popis vlastností produktu, které byly posouzeny pomocí hlavních smyslů a to zrakem, čichem, chutí, hmatem a sluchem. Hodnocení obsahuje několik technik, které se používají k měření odezev člověka na daný podnět. Je však důležité zamezit rozptylování hodnotitele jinými podněty a zajistit tak objektivnost hodnocení daného produktu (Yu et al. 2018). U sensorické analýzy se často setkáváme s konzumentským testováním. Tím se dozvíme spokojenosti spotřebitele s produktem a jakostí (Lyon et al. 1992). Její úloha při hodnocení potravin je nezastupitelná. Získané výsledky jsou někdy těžko srovnatelné s výsledky získanými z chemické a fyzikální analýzy. Sensorická jakost patří dnes s cenou, stupněm konvence, nutriční hodnotou a designem obalu k nejdůležitějším aspektům, které spotřebitel zohledňuje při nákupu potravin (Deliza & Gloria 2009).

V sensorické analýze se používají dva termíny a to sensorický a organoleptický. Organoleptické vlastnosti masa, jako je šťavnatost nebo chuť, jsou hodnoceny lidskými smysly a mají velký význam pro vnímání kvality a chování spotřebitelů (Hui 2007; Deliza & Gloria 2009; Nute 2009). Dalšími vlastnostmi jako je vizuální vzhled, struktura v ústech a vůně, jsou důležitými kvalitativními vlastnostmi produktu. Vedle marketingu a několika psychologických faktorů ovlivňují chování spotřebitele a ochotu platit za produkt (Font-i-Furnols & Guerrero 2014).

Senzorická analýza poskytuje odhad celkového dojmu potravin na člověka. Kvalita potravin je přijata spotřebitelem na základě smyslových, chemických, fyzikálních, mikrobiologických a toxikologických vlastností potravin (Mukhopadhyay et al. 2013).

Hodnocení můžeme rozdělit do dvou kategorií a to analytické a afektivní. Analytické hodnocení je vnímání podnětů, jako jsou rozdíly mezi vzorky. Zahrnují kvantitativní diskriminační testy a hedonické hodnocení se dělí na upřednostňování, přijatelnost a

porovnání s ideálním vzorkem. Druhý typ využívá subjektivního, hedonického hodnocení spotřebitele (Methven 2015). Je důležité kombinovat obě kategorie hodnocení, aby došlo k úplnému zjištění a pochopení přijatelnosti produktu spotřebitelem (Kilcast 2013).

Analýza probíhá za takových podmínek, kdy je zajištěno objektivní, přesné a reprodukovatelné měření (Pokorný et al. 1999; Buňka et al. 2008). Předmětem sensorické analýzy je vyjádření reakce (podráždění) smyslů člověka na hodnocenou potravinu. Uplatňují se tak fyziologické a psychologické funkce lidského organismu, kterými se kontaktuje s vnějším světem. Instrumentální metody mohou prokázat a stanovit i stopová množství látek podílejících se na tvorbě chuti a vůně potraviny, ale schopnost integrace vjemů lidským organismem je nezastupitelná (Ingr et al. 1993).

Deskriptivní sensorická analýza se liší od ostatních sensorických metod tím, že se snaží profilovat produkt na všechny jeho vnímané smyslové vlastnosti. Deskriptivní sensorické testy patří mezi nejvíce sofistikované nástroje (Lawless & Heymann 1999) a zahrnují detekci a popis kvalitativních, tak i kvantitativních smyslových ukazatelů spotřebitele (Meilgaard et al. 2007). Kvalitativní aspekty produktu zahrnují aroma, vzhled, chuť a texturu. U popisné analýzy je důležitá její schopnost umožnit vztah mezi popisnými smysly a měření instrumentálních nebo spotřebitelských preferencí. Znalost požadovaného složení umožňuje optimalizaci produktu a je ověřeno modely mezi popisnými smysly a příslušnými instrumentálními a preferenčními opatřeními, které jsou vysoce žádoucí a stále více se využívají v rámci Evropské unie v potravinářském průmyslu (Peryam & Pilgrim 1957).

4 Metodika

Pokus zaměřený na výrobu biltongu, neboli sušeného antilopího masa proběhl ve druhé polovině roku 2019 ve Výzkumném ústavu živočišné výroby, v. v. i. (VÚŽV), v Praze Uhřetěvsi. Tomuto experimentu předcházela ověřovací studie, která sloužila k testování růstu použitých plísní na vzorcích. V ověřovací studii jsme použili hovězí maso a probíhala v laboratořích České zemědělské univerzity v Praze, dne 30. 9. 2019. Součástí tohoto experimentu bylo i sensorické hodnocení.

4.1 Ověřovací studie s hovězím masem

Při ověřovací studii byly nejdříve připraveny agary. Byl použit Brain Heart Infusion 3,7 g na 100 l s čistým agarem 1,5 g na 100 l a zalit 100 ml destilované vody. Druhý agar byl Hueller-Hinton agar 5 g na 100 l se 100 ml vody. Po dvou hodinách v autoklávu byly agary naočkovány třemi plísněmi. Zvolené maso pro ověřovací studii byl hovězí roštěnec, nakrájený na hranoly 4x4x10 cm. Vzorky masa byly marinovány směsí koření na biltong (Safari biltong seasoning, Freddy Hirsch, Kapské město, Jihoafrická republika) v množství 45 g na 1 kg syrového masa a po 12 hodinách byly očkované třemi druhy plísní z připravených agarů. Následně bylo marinované maso dáno do sušárny a sušeno při 30 °C do poloviční hmotnosti.



Obrázek č. 2: Marinované a naočkované kusy hovězí roštěné



Obrázek č. 3: Probíhající sušení hovězího masa

4.2 Odběr vzorků antilopího masa

V experimentu při výrobě biltongu, bylo použito maso z antilopy losí, která pocházela z farmového chovu, náležející Školnímu zemědělskému podniku v Lánech. Čtyři samci přibližného stáří dva roky, byli poraženi přímo na farmě. Vykrvená a vykolená zvířata byla převezena v chlazeném prostoru nákladního automobilu k jatečnému opracování na experimentální jatky VÚŽV, v. v. i. Druhý den po porážce proběhl u zchlazených pravých půlek jatečný rozbor, během kterého byly odebrány celé svaly *semimembranosus* pocházející z partie svrchní šál. Tyto svaly byly vakuově zabaleny a po zrání dalších 48 h byly zmrazeny a skladovány do vlastního experimentu při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obrázek č. 4: Krájení masa na požadovanou velikost

4.3 Příprava vzorků před sušením

V laboratoři VÚŽV byly rozmrazeny svaly od čtyř různých antilop, které měli hmotnost 12 kg. Následně byly nakrájené na hranoly o velikostech 4x4x10 cm. Poté se připravila kořenící směs - marináda (na množství 15 kg masa) z 300 g NaCl, 30 g bílého mletého pepře, 30 g mletého koriandru, 150 ml balsamicového octa a 0,6 g jedlé sody (NaHCO_3) na 1 kg masa. Nakrájené části svalu byly rozděleny do čtyř skupin a to tak, že na 1. skupinu byla aplikována pouze marináda (kontrola), u 2. skupiny byla k marinádě přidána jedlá soda, 3. skupina byla marináda, kde silice nebyla přidána do kořenící směsi, ale následně při sušení rozprášena v sušárně a 4. skupina obsahovala marinádu s přidanou oreganovou silicí (tabulka č. 3). Pro účely našeho experimentu byla vybrána oreganová silice, v poměru 1 g na 1 kg masa. Z každé skupiny se vybral jeden kus a ten se očkoval třemi připravenými plísněmi.

Tabulka č. 3: Ingredience kořenící směsi na 1 kg syrového masa

	Kontrola	Kontrola s jedlou sodou	Oreganová silice rozprášena	Oreganová silice v marinádě
Sůl kuchyňská (2%)	Ano	Ano	Ano	Ano
Pepř bílý	Ano	Ano	Ano	Ano
Koriandr	Ano	Ano	Ano	Ano
Tmavý vinný ocet	Ano	Ano	Ano	Ano
Jedlá soda	Ne	Ano	Ne	Ne
Oreganová silice	Ne	Ne	Ne	Ano

4.4 Sušení

Marinované maso bylo zavěšeno do sušáren s přirozenou cirkulací (Memmert UN30, Memmert GmbH, Schwabach, Německo) na 30 °C a po jednom dni byla teplota snížena na 27 °C. První čtyři hodiny od zahájení sušení byla v sušárně nastavena vnitřní cirkulace, následně došlo k otevření klapky, která umožnila proudění vzduchu ven ze sušárny. Každý den byly vzorky zváženy a hlídány, aby hmotnost nebyla nižší než 50 % z původní hmotnosti. Maso bylo sušeno 3 dni.



Obrázek č. 5: Sušení marinovaných vzorků

4.5 Měření plochy plísni

Po ukončení sušení byly všechny vzorky důkladně prohlédnuty a nafoceny. U těch vzorků, které byly očkované, proběhlo měření plochy plísni v programu ImageJ, který spočítal v procentech, jaké množství plísně se nachází na daných kusech masa. Po důkladné evidenci se vzorky vakuově zabalily a uložily na tmavé místo. U plísni byla snaha o určení druhů, ale nepodařilo se je vykultivovat na agaru. Proces kultivace dále pokračuje, ale byl zpomalen koronavirovou epidemií. Plísně A byly dovezeny z univerzity ze Stellenbosche v JAR a plísně B a C se spontánně vyskytly na biltongu, který byl sušen v České republice.

4.6 Deskriptivní sensorická analýza

Po čtrnácti dnech od vyjmutí vzorků ze sušárny, proběhlo v sensorické laboratoři ve VÚŽV hodnocení biltongu s cílem stanovení sensorického profilu různě upravených vzorků. Tato laboratoř splňuje parametry dle norem ISO 8589 (2007). Devíti školeným hodnotitelům, byly předkládány sušené vzorky biltongu z antilopy losí. Vlastnímu hodnocení předcházela nácvik hodnocení pro zvolené deskriptory. Tyto vzorky byly rozděleny podle čtyř druhů svalů, u kterých se hodnotily přísady ovlivňující sensorické vlastnosti masa. Hodnotitelům byly předkládány celkem čtyři sady po čtyřech vzorcích, které pocházely

z jednoho jedince a lišily se ve způsobu ošetření. Hodnotitelům byl také předložen protokol, který se skládal z jedenácti organoleptických vlastností masa - celková intenzita vůně, celková přijatelnost vůně, intenzita vůně oregana, celková intenzita chuti, celková přijatelnost chuti, chuť oregana, chuť slaná, chuť hořká, chuť svíravá, chuť štiplavá a celkové hodnocení biltongu. K záznamu hodnocení bylo využito 10 cm nestruturované stupnice, na níž členové senzoričského panelu zaznamenávali výsledky posouzení jednotlivých vzorků. Nestruturovaná stupnice byla při vyhodnocování jednotlivých protokolů převedena na číselnou stupnici 0-100.

Tabulka č. 4: Senzorické deskriptory

Senzorické deskriptory	Popis vlastností	Škála
Celková intenzita vůně	Intenzita vůně typická pro biltong	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Celková příjemnost vůně	Příjemnost vůně biltongu	0 % = velmi špatná, 100 % = výborná
Intenzita vůně oregana	Intenzita vůně silice	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Celková intenzita chuti	Intenzita chuti typická pro biltong	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Celková příjemnost chuti	Příjemnost chuti biltongu	0 % = velmi špatná, 100 % = výborná
Chuť oregana	Intenzita chuti oreganové silice	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Chuť slaná	Intenzita slané chuti biltongu	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Chuť hořká	Intenzita hořké chuti oregana	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Chuť svíravá	Intenzita svíravé chuti oregana	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Chuť štiplavá	Intenzita štiplavé chuti oreg. silice	0 % = není znatelná, 100 % = velmi intenzivní
Celkové hodnocení	Celková přijatelnost biltongu	0 % = velmi špatná, 100 % = výborná

protokol senzoričkého hodnocení "Biltong 2019"		box číslo:
kód hodnotitele:	set číslo:	dne: 18.12.19

Celková intenzita vůně (Overall aroma intensity)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Celková příjemnost vůně (Overall pleasantness of the smell)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Intenzita vůně oregána (Intensity of oregano smell)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Celková intenzita chuti (overall intensity of the taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Celková příjemnost chuti (overall pleasantness of the taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Chuť oregána (Oregano taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Chuť slaná (Salty taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Chuť hořká (Bitter taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Chuť svíravá (Astringent taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Chuť štiplavá (Pungent taste)

velmi nízká	_____	velmi vysoká
-------------	-------	--------------

Celkové hodnocení (Overall acceptance)

velmi nízké	_____	velmi vysoké
-------------	-------	--------------

Obrázek č. 6: Protokol senzoričkého hodnocení

4.7 Statistické vyhodnocení

Naměřené hodnoty určené ke statistickému vyhodnocení byly nejprve otestovány na normalitu rozdělení (procedura UNIVARIATE), byl proveden test shody rozptylů (Levene's test v proceduře GLM) statistického programu SAS. Data pro senzorickou analýzu byla hodnocena prostřednictvím smíšeného lineárního modelu (procedura MIXED a metoda REML). Do modelové rovnice byl vložen pevný efekt způsobu ošetření a náhodný efekt hodnotitele. Data prezentovaná v tabulce č. 4 jsou uvedena jako nejmenší čtverce průměru (LSM) s příslušnou standardní chybou (SEM). Rozdíly mezi skupinami byly ověřovány Tukeyho testem.

5 Výsledky

Tato část diplomové práce je zaměřená na hodnoty sušeného antilopího masa, na výpočet plochy plísní na biltongu a na výsledky senzoričké analýzy, které byly zaneseny do grafu č. 2 a tabulky č. 9.

5.1 Snížení hmotnosti antilopího masa během sušení

V tabulce č. 5 můžeme vidět, jak se snižovala hmotnost antilopího masa během sušení, které probíhalo tři dny. Následující tabulka č. 6 a graf č. 1 ukazují, že u skupiny oreganová silice rozprášená, byly hmotnostní ztráty nejnižší. Naopak u oreganové silice v marinádě, byly hmotnostní ztráty nejvyšší. Můžeme tedy říci, že na konci sušení nebyl v hmotnostech statisticky významný rozdíl. Aplikace silice na vzorky nezhoršila jejich schopnost snižovat obsah vody.

Tabulka č. 5: Přehled hmotností jednotlivých vzorků antilopího masa

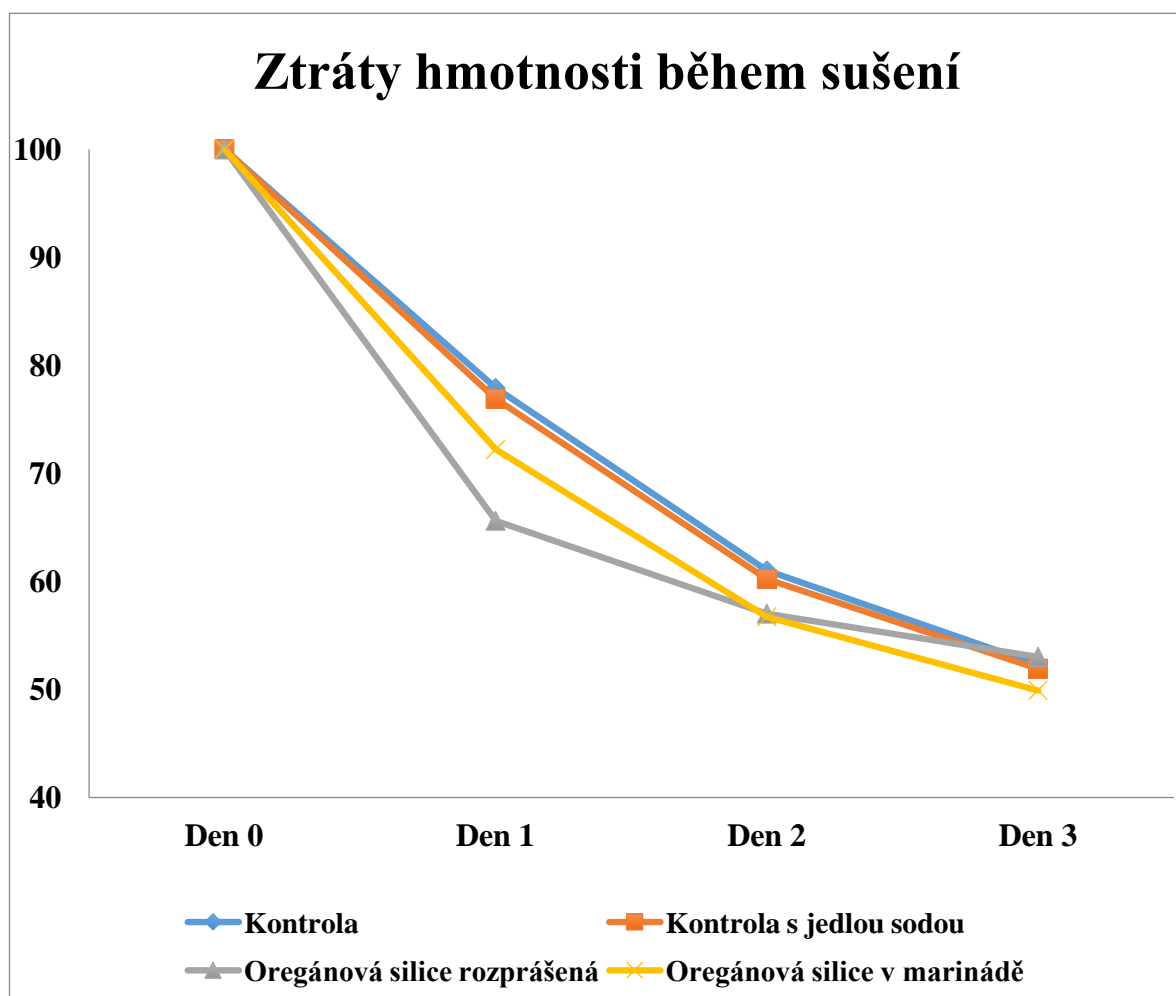
Kontrola				
Číslo vzorku/den	Den 0	Den 1	Den 2	Den 3
1. 198	199, 0 g	155, 5 g	117, 2 g	103, 9 g
2. 199	187, 5 g	130, 0 g	104, 3 g	91, 5 g
3. 202	217, 7 g	154, 8 g	123, 0 g	107, 6 g
4. 206	172, 0 g	121, 0 g	96, 0 g	84, 4 g
Kontrola s jedlou sodou				
Číslo vzorku/den	Den 0	Den 1	Den 2	Den 3
1. 198	164, 4 g	122, 6 g	96, 7 g	84, 0 g
2. 199	211, 8 g	166, 1 g	129, 5 g	111, 4 g
3. 202	177, 0 g	137, 5 g	107, 6 g	92, 7 g
4. 206	188, 0 g	144, 4 g	113, 1 g	97, 1 g
Oreganová silice rozprášená				
Číslo vzorku/den	Den 0	Den 1	Den 2	Den 3
1. 198	201, 2 g	132, 1 g	107, 4 g	113, 3 g
2. 199	204, 5 g	138, 5 g	114, 2 g	119, 8 g
3. 202	218, 0 g	143, 4 g	115, 7 g	121, 2 g
4. 206	143, 3 g	90, 7 g	71, 4 g	82, 6 g
Oreganová silice v marinádě				
Číslo vzorku/ den	Den 0	Den 1	Den 2	Den 3
1. 198	203, 1 g	156, 6 g	126, 6 g	110, 1 g
2. 199	179, 1 g	136, 0 g	103, 2 g	87, 1 g
3. 202	185, 2 g	146, 6 g	115, 0 g	98, 5 g
4. 206	182, 7 g	145, 4 g	112, 9 g	96, 8 g

Tabulka č. 6: Hmotnost antilopího masa během sušení

	Kontrola	Kontrola s jehlou sodou	Oreganová silice rozprášená	Oreganová silice v marinádě		
	<i>LSM</i>	<i>LSM</i>	<i>LSM</i>	<i>LSM</i>	<i>SEM</i>	<i>P-value</i>
MLL						
Den 1	77,9 ^a	76,9 ^{ab}	65,6 ^c	72,2 ^{ab}	1,25	<0,000
Den 2	61,0	60,2	57,0	56,7	0,79	<0,008
Den 3	52,3	51,9	53,0	49,9	0,97	<0,199

^{a,b,c} hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

Graf č. 1: Ztráty hmotnosti antilopího masa během sušení



5.2 Hodnocení plochy plísní

Z tabulky č. 7 je zřejmé, že plísně byly po skončení sušení nalezeny pouze na vzorcích kontrola a kontrola s jedlou sodou, v případě plísně A dovezené ze Stellenbosche v JAR, neboť na vzorcích s rozprášenou silicí a oreganovou silicí v marinádě se plísně nevyskytovaly. Z druhé tabulky je patrné, že mezi skupinami kontrola a kontrola s jedlou sodou je statisticky významný rozdíl.

Tabulka č. 7: Výskyt plísní u jednotlivých skupin vzorků

Kontrola			
Číslo vzorku/plíseň	A	B	C
1. 198	Ano	Ne	Ne
2. 199	Ano	Ne	Ne
3. 202	Ano	Ne	Ne
4. 206	Ano	Ne	Ne
Kontrola s jedlou sodou			
Číslo vzorku/plíseň	A	B	C
1. 198	Ano	Ne	Ne
2. 199	Ano	Ne	Ne
3. 202	Ano	Ne	Ne
4. 206	Ano	Ne	Ne
Oreganová silice rozprášená			
Číslo vzorku/plíseň	A	B	C
1. 198	Ne	Ne	Ne
2. 199	Ne	Ne	Ne
3. 202	Ne	Ne	Ne
4. 206	Ne	Ne	Ne
Oreganová silice v marinádě			
Číslo vzorku/plíseň	A	B	C
1. 198	Ne	Ne	Ne
2. 199	Ne	Ne	Ne
3. 202	Ne	Ne	Ne
4. 206	Ne	Ne	Ne

Tabulka č. 8: Hodnoty měření plochy plísní na biltongu

	Kontrola	Kontrola s jedlou sodou	<i>SEM</i>	<i>P-value</i>
	<i>LSM</i>	<i>LSM</i>		
MLL				
Plocha plísně (%)	3,8	1,5	0,57	<0,012

^{a,b,c} hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

5.3 Deskriptivní senzorická analýza

Hodnotitelům byl před senzorickou analýzou předložen protokol, ze kterého jsme následně vycházeli při vyhodnocování výsledků. Z grafu č. 2 a tabulky č. 9 je patrné, že statisticky významný rozdíl byl mezi skupinami ošetřených oregánovou silicí a skupinami bez tohoto ošetření. Tyto dvě skupiny se pak též navzájem lišily. U vzorků které nebyly ošetřeny oregánovou silicí a sloužily jako kontrolní vzorky, byly výsledky dle senzorických vlastností skoro totožné a nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Zato u skupin s oregánovou silicí byly rozdíly viditelné. Dle hodnotitelů, měly ve všech senzorických vlastnostech příznivější hodnoty ty vzorky, na které byla aplikována rozprášená oregánová silice, oproti vzorkům, kde tato silice byla součástí marinády. Biltong s oregánovou silicí v marinádě měl vysoké hodnoty u senzorických deskriptorů, jako intenzita chuti oregana, intenzita vůně oregana, intenzita hořké chuti a intenzita svíravé chuti. Naopak nejnižší hodnoty měl v celkové přijatelnosti a příjemnosti chuti.

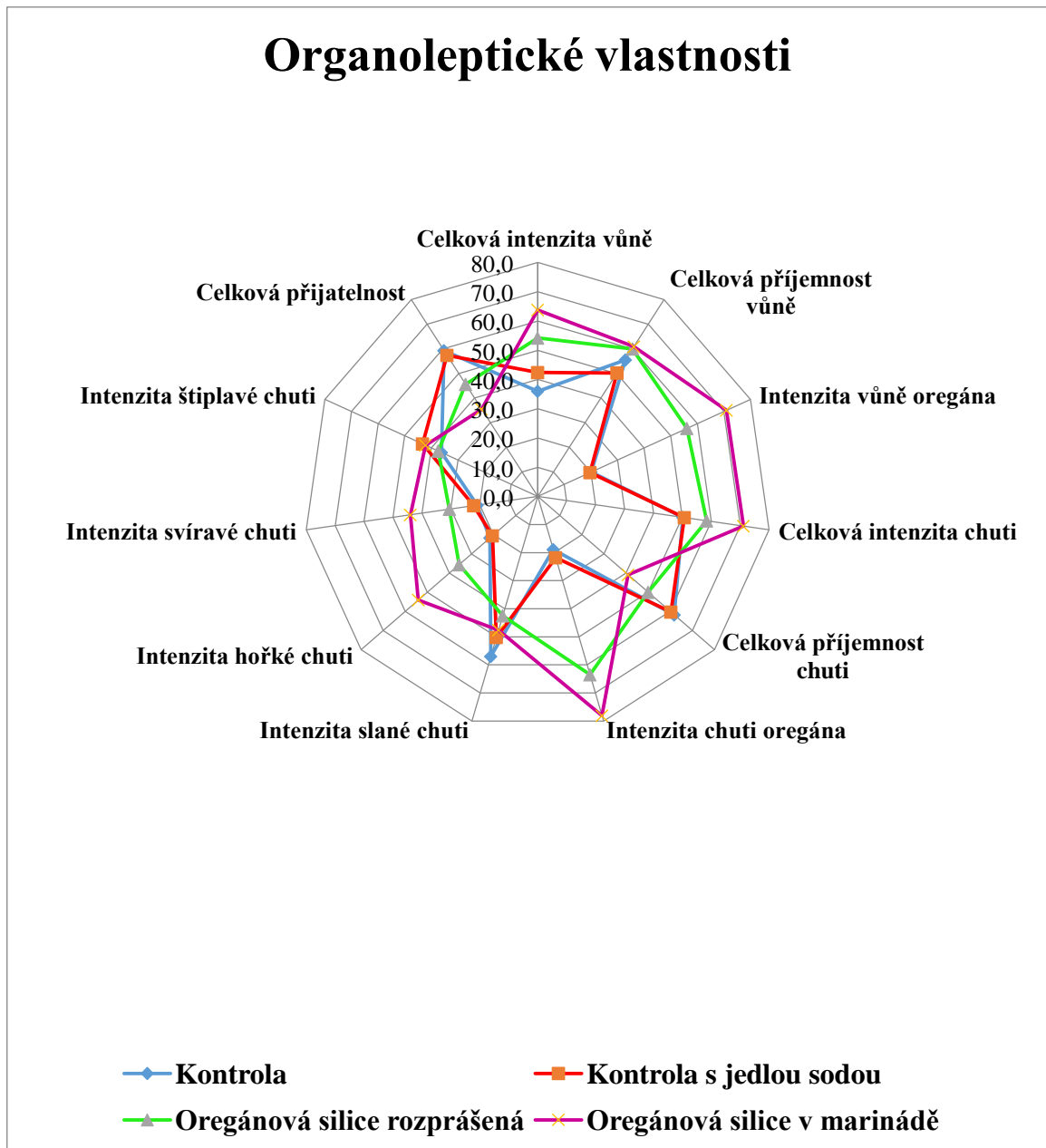
Tabulka č. 9: Organoleptické vlastnosti biltongu (sušeného antilopího masa)

(soubor hodnotitelů, n=9)

	Kontrola	Kontrola s jedlou sodou	Oreganová silice rozprášená	Oreganová silice v marinádě	SEM	P-value
	LSM	LSM	LSM	LSM		
MLL						
Celková intenzita vůně	36,0 ^c	42,4 ^{bc}	54,2 ^{ab}	63,8 ^a	4,39	<0,001
Celková příjemnost vůně	55,5	50,2	60,0	60,9	4,34	<0,124
Intenzita vůně oregana	20,1 ^c	19,7 ^c	56,1 ^b	71,0 ^a	5,59	<0,001
Celková intenzita chuti	50,2 ^b	50,7 ^b	58,4 ^b	71,1 ^a	3,34	<0,001
Celková příjemnost chuti	61,8 ^a	60,3 ^a	50,0 ^{ab}	40,9 ^b	4,43	<0,001
Intenzita chuti oregana	18,9 ^c	21,8 ^c	63,5 ^b	78,1 ^a	3,89	<0,001
Intenzita slané chuti	57,0 ^a	50,2 ^{ab}	42,5 ^b	47,6 ^{ab}	5,11	0,019
Intenzita hořké chuti	21,6 ^c	20,5 ^c	35,6 ^b	54,0 ^a	3,68	<0,001
Intenzita svíravé chuti	20,9 ^c	22,1 ^{bc}	30,5 ^b	44,0 ^a	4,17	<0,001
Intenzita štiplavé chuti	36,2	43,3	37,4	42,2	3,89	0,368
Celková přijatelnost	59,3 ^a	57,4 ^{ab}	45,6 ^{bc}	35,5 ^c	4,50	<0,001

^{a,b,c} hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0,05$)

Graf č. 2: Organoleptické vlastnosti biltongu (sušeného antilopího masa)
 (soubor hodnotitelů, n=9)



6 Diskuze

Antilopí maso má v posledních letech velký potenciál, neboť obsahuje velice kvalitní bílkoviny srovnatelné s hovězím masem a naopak je charakteristické příznivějším profilem mastných kyselin (Bartoň et al. 2014). V rozvíjejících se zemích se snaží maso co nejefektivněji uchovávat, a tak antilopí maso suší, což je dobrá alternativa jiných způsobů zpracování potravin a navíc je levná a nenáročná (Jones et al. 2017). Aby se zabránilo působení nežádoucích patogenů, nabízí se využívání přírodních konzervantů v podobě silic. V experimentální části diplomové práce jsme se zabývali účinkem oreganové silice, na mikrobiální stabilitu biltongu, sušeného antilopího masa a její působení na organoleptické vlastnosti masa.

Sakkas & Papadopoulou (2017) uvádějí, že *Origanum vulgare* je v éterických olejích obsaženo okolo 0,5–2 % až do 7 % a jeho hlavní složky jsou isomery fenolů karvakrol a thymol. Koncentrace těchto složek v oreganové silici se pohybují u karvakrolu okolo 80 % a thymolu 64 %. Jejich prekurzory monoterpenů *p*-cymen a *y*-terpinen mají nižší koncentrace a to 52 %, pro každý jejich prekurzory. Dále tvrdí, že tím jak oregano roste v nadmořské výšce 400–1800 m na slunných místech, tak tím je vyšší obsah karvakrolu. Obecně je koncentrace éterických olejů závislá na druhu rostliny, ročním období sklizně, zeměpisné poloze, použité části rostliny a metody extrakce.

Kokkini et al. (1997) zjistili, že obsah oreganové silice se značně liší, pokud je rostlina sbírána na podzim nebo v létě. Jestliže jsou rostliny sbírány na podzim, obsah silice je značně nižší a také obsahuje nižší množství *y*-terpinenu, zatímco má vyšší podíl *p*-cymen. Nicméně stabilita oreganové silice není ovlivněna ročním obdobím, díky vysoké koncentraci podílu všech čtyř složek.

Dle Fournomiti et al. (2015) jsou za antimikrobiální aktivitu oreganové silice zodpovědné fenolické složky thymol a karvakrol. V menším množství mají antimikrobiální účinky i *p*-cymen a *y*-terpinen. Zdá se, že antimikrobiální účinky oreganové silice souvisí s membránovou permeabilitou mikroorganismů a je spojena s látkami karvakrol a thymol, které jsou považovány za membránové permeabilizéry.

Toto tvrzení prokázali u thymolu a karvakrolu i Lambert et al. (2001), že k baktericidnímu účinku těchto přírodních látek, dochází při zvýšení membránové permeability.

Taktéž Helander et al. (1998) potvrdili, že díky své fenolické struktuře thymol poškozují cytoplazmatickou membránu. Silice thymolu a karvakrolu vstupují do cytoplasmy

gramnegativních bakterií přes porinové proteiny membrány a dochází k narušení transportu iontů. Kalembe & Kunicka (2003) tvrzení uvedených autorů také potvrdili.

V našem experimentu byla použita oreganová silice, u které bylo zjištěno její složení pomocí plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie (GC – MS), jak je popsáno v práci Božík et al. (2016). Ta ukázala, že hlavní složkou byl karvakrol v množství 70 %, což se podobá tvrzení Sakkas & Papadopoulou (2017). Obsah *p*-cymen byl 10,32 % a *y*-terpinenu 2,56 %. Tímto zjištěním můžeme tvrdit, že rostliny byly sbírány na podzim a je to v souladu s tvrzením Kokkini et al. (1997).

Esen et al. (2007) předpokládají, že éterické oleje z oregana mají vysokou antibakteriální účinnost, jelikož obsahují vysoké procento fenolových sloučenin, jako je karvakrol a thymol. Dále tvrdí, že v éterických olejích je obsažen *p*-cymen, který nemá takové antibakteriální účinky, je-li použit samostatně. Avšak v kombinaci s karvakrolem má synergické vlastnosti. Ratledge & Wilkinson (1989) uvádí, že gramnegativní mikroorganismy jsou méně citlivé na působení antibakteriálních látek, protože vnější membránou obklopují buněčnou stěnu.

Dortunc & Cevikbas (1992) zjistili, že éterické oleje z *Origanum vulgare* byly efektivní proti *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Echerichia coli*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* a *Fusarium*. Antibakteriální a antifungicidní účinky éterických olejů z oregana a dalších léčivých rostlin s ohledem na pozorované inhibiční vlastnosti by mohly být použity, jako preventivní látky proti mikrobům a bakteriím, které způsobují kontaminace v mnoha potravinách, místo běžných syntetické antimikrobiální přípravků.

Podle Brđanin et al. (2015) jsou extrakty *Origanum vulgare* aktivnější zejména proti grampozitivním bakteriím s minimální inhibiční koncentrací (MIC) mezi 62,5 a 125 µg/ml. Bakkali et al. (2008) ukázal, že cytotoxicita některých éterických olejů především z *Origanum vulgare* působí na kvasinky rodu *Saccharomyces cerevisce*, kde buňky vykazovaly v přítomnosti oreganové silice zpoždění v produkci ethanolu a ve stacionární fázi růstu docházelo k 50 % letalitě.

Hernández et al. (2016) uvádějí, že největším rizikem u sušeného masa je kontaminace bakteriemi, a to především *Escherichia coli*. a *Salmonella*. Díky velmi pomalému procesu sušení a nízké vlhkosti, se stávají bakterie rodu *Salmonella* dehydratované a odolné vůči prostředí, s nízkou aktivitou vody. Při jejich experimentu se sušeným masem a oreganovou silicí, kterou použili v množství 1,5 ml zjistili, že dochází k značenému snížení obou bakterií

na sušeném mase. Tento účinek je připisován antibakteriálním látkám v oreganové silici a to především karvakrolu, který je jednou z nejaktivnějších sloučenin proti *Escherichia coli*.

Při sensorickém hodnocení vykazovaly jejich vzorky s oreganovou silicí v množství 1,5 ml vysoké hodnoty pro hořkou, svíravou a štiplavou chuť a také vyšší hodnoty u intenzity chuti oregana. V našem pokuse jsme dávkovali 1 ml oreganové silice a organoleptické vlastnosti při hodnocení byly hodnoceny naprosto totožně, kde vysoké hodnoty měly deskriptory jako, intenzita chuti oregana, intenzita vůně oregana, intenzita hořké chuti a intenzita svíravé chuti.

Ke stejnému výsledku došli i Govaris et al. (2010), kteří dávkovali 0,9 % oreganové silice na mleté ovčí maso, kde celková přijatelnost chuti byla daleko nižší než u kontroly.

Jones et al. (2017) uvádějí, že kvasinky a plísně se běžně vyskytují na biltongu. K růstu kvasinek a plísní dochází u většiny sušených masných výrobků, protože mají schopnost přežít v celé řadě vodních aktivit i nad 0,61. Plísně představují pro spotřebitele velké riziko, neboť produkují mykotoxiny. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Eurotium* a *Mucor* se často vyskytují u sušených masných výrobků a také na biltongu. *Aspergillus flavus*, který může produkovat aflatoxiny, byl nejčastěji izolován ze vzorků biltongu. Jeho výskyt na vzorcích byl až 60 %. Rod *Aspergillus glaucus* je také často přítomen na biltongu, ale neprodukuje mykotoxiny a bývá často mylně identifikováno jako *Aspergillus flavus*. Dalšími plísněmi, které se vyskytují na biltongu jsou *Penicillium* spp., které se dostává do sušeného masa ze špatné sanitace zařízení a *Fusarium*, které je spojeno se znečištěním ovzduší. Na biltongu se více než plísně vyskytují kvasinky, především *Candida*, *Torulopsis* a *Debaryomyces*. Tyto kvasinky mohou růst při nízkých teplotách, až při 10 °C, což zvyšuje riziko jejich růstu v mase a masných výrobcích při chlazení. Studie ukázala, že kvasinky byly přítomny ve vzorcích 19/20 v rozmezí od 1,0 do 5,5 log cfu.g⁻¹, zatímco plísně byly přítomny pouze ve vzorcích 6/20 a to v rozmezí od 1,0 do 5,3 log cfu.g⁻¹. V našem případě jsme vzorky biltongu očkovali plísní A, dovezenou ze Stellenbosche v JAR, která se vyskytovala pouze u biltongu, který neobsahoval oreganovou silici. U kontroly a kontroly s jedlou sodou byl také rozdíl, kde bylo zřetelné, že i jedlá soda měla inhibiční účinek, oproti vzorkům kontrola, ale nezabránila zcela růstu plísně.

Doporučuje se, aby výroba biltongu měla standardizované parametry sušení a tím by se zabránilo kolísání kvality a produkt by byl mikrobiálně stabilnější. Konzervanty i přírodního charakteru, jako je oreganová silice, mají vliv na růst kvasinek a plísní. Biltong s vodní aktivitou v rozmezí 0,74 až 0,83 nemá při použití modifikované atmosféry nebo vakuového balení delší trvanlivost než tři měsíce (Jones et al. 2017).

7 Závěr

Z dosažených výsledků sušeného antilopího masa, neboli biltongu po přidání rostlinných silic, vyplývá následující:

Z výsledků vyplývá, že po zaočkování plísněmi na skupiny biltongů s oreganovou silicí a bez silice, se uchytila pouze jediná plíseň dovezená ze Stelenbosche v JAR a to na vzorcích kontrola a kontrola s jedlou sodou, neboť neměly takový antimikrobiální účinek, jako biltongy se silicí, aby zabránily růstu plísní.

Dále jsme zjistili, že antimikrobiální účinek měla i skupina vzorků s jedlou sodou, které vykazovaly příznivé výsledky v sensorické analýze, ale ochranný účinek nebyl takový, jako po aplikaci oregana, jelikož došlo k růstu plísní.

Při sensorické analýze byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi dvěma skupinami sušeného antilopího masa. V prvním případě se jednalo o skupinu, která byla ošetřena oreganovou silicí a v druhém případě, sloužila jako kontrola. Vzorky, které nebyly ošetřeny oreganovou silicí se dle sensorických vlastností jeví jako skoro totožné a nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Oproti tomu u skupin s oreganovou silicí byly rozdíly viditelné. Dle hodnotitelů, silice zlepšovala vnímání vůní, ale zhoršovala chuť. Oba způsoby aplikace silice měly ochranný účinek, ale protože rozprašování silice v sušárně signifikantně snižuje nepříjemné vlastnosti, doporučujeme tento způsob aplikace.

Tímto můžeme potvrdit první část hypotézy, že přidavkem rostlinných silic pozitivně ovlivníme údržnost sušeného masa. Naopak druhá část potvrzena nebyla, neboť došlo ke změnám v sensorickém profilu hotového produktu. Další výzkum by se proto měl zaměřit na možné snížení koncentrace aplikované silice, nebo na nalezení jiných alternativ, které budou méně ovlivňovat organoleptické vlastnosti.

Účinek oreganové silice se v diplomové práci ukázal jako vhodný přírodní konzervant, který představuje levný a efektivní způsob ochrany potravin. Je ale důležité nalézt správné dávkování, které má jak inhibiční účinky, tak pozitivní vliv na organoleptické vlastnosti.

8 Literatura

Altera J, Alterová L. 2007. Zpracování masa v kostce aneb nejen zabijačka. Profi Press s. r. o, Praha.

Asbahani AEI, et al. 2015. Essential oils: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics* **483**: 220–243.

Asefa DT, Gjerde RO, Sidhu MS, Langsrud S, Kure CF, Nesbakken T, Skaar I. 2009. Moulds contaminants on Norwegian dry-cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* **128**: 435–439.

Bakkali F, Averbeck S, Averbec D, Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology* **46**: 446–475.

Bartoň L, Bureš D, Kotrba R, Sales J. 2014. Comparison of meat quality between eland (*Taurotragus oryx*) and cattle (*Bos taurus*) raised under similar conditions. *Meat Science* **96**: 346–352.

Başer K, Buchbauer G. 2010. Handbook of Essential oils: Science, Technology, and Applications. *Handbook of Essential Oils. Science, Technology and Applications*. CRC Press Taylor & Francis Group, U. S.

Betts GD, Everis LK. 2008. Hurdle techniques. In: *Food Biodeterioration and Preservation*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

Borch E, Kant-Muermans ML, Blixt Y. 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat product. *International journal of Food Microbiology* **33**: 103–120.

Bowles EJ. 2003. *The chemistry of aromatherapeutic oils*. Allen & Unwin, Australia.

Božik M, Císarová M, Tančinová D, Kouřimská L, Hleba L, Klouček P. 2017. Selected essential oil vapours inhibit growth of *Aspergillus* spp. in oats with improved consumer acceptability. *Industrial Crops and Products* **98**: 146–152.

Brázdová Z. 1998. Maso ve výživě lidí. Přednáška na semináři Význam masa ve výživě člověka, Kroměříž.

Brđanin S, Bogdanović N, Kolundžić M, Milenković M, Golić N, Kojić M, Kundaković T. 2015. Antimicrobial activity of oregano (*Origanum vulgare* L.): And basil (*Ocimum basilicum* L.): Extracts. *Advanced technologies* **4**: 5–10.

Brenes A, Roura E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology* **158**: 1–14.

- Bruneton J. 1999. *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal plants*. Intercept Ltd, Andover.
- Buer CS, Muday GK, Djordjevic MA. 2007. Flavonoids Are Differentially Taken Up and Transported Long Distances in Arabidopsis. *Plant Physiology* **145**: 478–490.
- Bulková V. 2011. *Rostlinné potraviny*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno.
- Buňka F, Hrabě J, Vospěl B. 2008. *Senzorická analýza potravin*. Univerzita Tomáše Bati, Zlín.
- Bureš D, Hoffman LC, Kotrba R. 2017. Chov, produkce a zpracování masa nedomestikovaných zvířat v Jihoafrické republice. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek* **8**: 20–24.
- Bureš D, Kotrba T, Bartoň L, Adamec T. 2010. Antilopa losí-perspektivní druh na talířích českých strávníků. *Organoleptické vlastnosti masa antilopy losí*. *Maso* **10**: 43.
- Burnham GM, Hanson DJ, Koschick CM, Ingham SC. 2008. Death of Salmonella serovars, Escherichia coli 0157:H7, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes during the drying of meat: a case study using biltong and droewors. *Journal of Food Safety* **28**: 198–209.
- Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in food a review. *International journal of food microbiology* **94**: 223–253.
- Cal K. 2006. Skin penetration of terpenes from essential oils and topical vehicles. *Planta Med* **72**: 311–316.
- Carr MA, Miller MF, Daniel DR, Yarbrough CE, Petrosky JD, Thompson LD. 1997. Evaluation of the physical, chemical and sensory properties of jerky processed from emu, beef and turkey. *Journal of Food Quality* **20**: 419–425.
- Castillo S, Pérez-Alfonso CO, Martínez-Romero D, Guillén F, Serrano M, Valero D. 2014. The essential oils thymol and carvacrol applied in the packing lines avoid lemon spoilage and maintain quality during storage. *Food Control* **35**: 132–136.
- Clevely A, Richmondová K. 2005. *Bylinky*. Svojtka, Praha.
- Comaposada J, Arnau J, Gou P, Monfort JM. 2009. Accelerated method for drying and maturing sliced food products. *Tehnologija mesa* **50**: 54–59.
- Cook PE. 1995. Fungal ripened meats and meat products. In: *Fermented Meats*. London: Blackie Academic & Professional, London.

Craig BS. 1999. *The Hunting Apes: Meat Eating and the Origins of Human Behaviour*. Princeton University Press, USA.

Černý L. 2007. *Co a jak s masem*. TeMi CZ, Praha.

Červenka J, Samek M. 2003. *Skladování a konzervace zemědělských produktů*. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Delgado CL. 2003. Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *The Journal of Nutrition* **84**: 3907–3910.

Deliza R, Gloria MB. 2009. Sensory perception. *Handbook of Muscle foods analysis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Delong D. 2006. *How to Dry Foods*. Penguin Publishing, U. S.

Dillon VM. 1998. Yeasts and moulds associated with meat and meat products. In: *The Microbiology of Meat and Poultry*. London: Blackwell Academic and Professional, London.

Dima C, Dima S. 2015. Essential oils in foods: Extraction, stabilization, and toxicity. *Current Opinion in Food Science* **5**: 29–35.

Dortunc T, Cevikbas AJ. 1992. *Pharm. Univ. Marmara* **8**: 117–128.

Doulgeraki AI, Ercolini D, Villani F, Nychas GJE. 2012. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International journal of Food Microbiology* **157**: 130-141.

Esen G, Azaz AD, Kurkcuoglu M, Baser KHC, Tinmaz A. 2007. Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* letswart from the Marmara region. *Flavour and Fragrance Journal* **22**: 371–376.

Estes RD. 1993. *The safari companion: a guide to watching African mammals*. Charles Green Publishing Company, Post Mills.

Farag RS, Daw ZY, Hewedi FM, El-Baroty GSA. 1989. Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils. *Journal of Food Protection* **52**: 665–667.

Farkas J. 2007. Physical Methods of Food Preservation. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers* **3**: 685–712.

- Fasseas MK, Mountzouris KC, Tarantilis PA, Polissiou M, Zervas G. 2008. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry* **106**: 1188–1194.
- Filippi A, Petrusa E, Braidot E. 2016. Flavonoid facilitated/passive transport: Characterization of quercetin microsomal uptake by a DPBA-dependent assay. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics* **1857**: e64.
- Font-i-Furnols M. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products. *Meat Science* **98**: 361–371.
- Forsythe SJ. 2010. *The Microbiology of Safe Food*. Ames: Wiley-Blackwell, U. S.
- Frangne N, Eggmann T, Koblichke C, Weissenbock G, Martinoia E, Klein M. 2002. Flavone Glucoside Uptake into Barley Mesophyll and Arabidopsis Cell Culture Vacuoles. Energization Occurs by H⁺-Antiport and ATP-Binding Cassette-Type Mechanisms. *Plant Physiology* **128**: 726–733.
- Freedman P. 2008. *Jídlo – dějiny chuti*. Mladá Fronta, Praha.
- Gham B. 2012. *Uzení, nakládání a konzervace masa*. Grada, Praha.
- Görner F, Valík L. 2004. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin, princípy mikrobiológie požívatin, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrobov, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodoky sú prenášané požívatinami*. Malé Centrum, Bratislava.
- Goudjil MB, Zighmi S, Hamada D, Mahcene Z, Bencheikh SE, Ladjel S. 2020. Biological activities of essential oils extracted from *Thymus capitatus* (Lamiaceae). *South African Journal of Botany* **128**: 274–282.
- Govaris A, Solomakos N, Pexara A, Chatzopoulou PS. 2010. The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against *Salmonella* Enteritidis in minced sheep meat during refrigerated storage. *Int J Food Microbiol* **137**: 175–180.
- Grau R, Andres A, Barat JM. 2014. *Principles of Drying*. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Universitat Politècnica de València, Spain.
- Haltenorth T, Diller H. 1980. *A field guide to the mammals of Africa including Madagascar*. Ed. Collins, London, UK.
- Hanes D. 2003. Nontyphoid *Salmonella*. *International Handbook of Foodborne Pathogens*, New York.

He FJ, Campbell NRC, MacGregor GA. 2012. Reducing salt intake to prevent hypertension and cardiovascular disease. *Revista Panamericana de Salud Publica* **32**: 293–300.

Heinz G, Hautzinger P. 2007. Meat processing technology for small- to medium-scale producers – Meat drying. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Bangkok.

Helander IM, Alakomi HL, Latva-Kala K, Mattila-Sandholm T, Pol I, Smid EJ, Gorris LGM, Von Wright A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**: 3590–3595.

Hernández H, Fraňková A, Sýkora T, Klouček P, Kouřimská L, Kučerová I, Banout J. 2016. The effect of oregano essential oil on microbial load and sensory attributes of dried meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **97**: 82–87.

Hillman JC. 1974. Ecology and behavior of the wild eland. *Wildlife News* **9**: 6–9.

Hoffman LC, Wiklund E. 2006. Game and venison – meat for the modern consumer. *Meat Science* **74**: 197–208.

Honsová H. 2009. Unikátní faremní chov. *Zemědělský týdeník* **12**: 14.

Hosking D, Withers MB. 1996. Collins safari guides: larger animals of East Africa. Harper Collins, London, UK.

Hui YH. 2012. Handbook of meat and meat processing. CRC Press, Boca Raton.

Hui YH. 2007. Factors affecting food quality: Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Choi JH, Jeong JY, Han DJ, Choi YS, Kim HY, Lee MA, Kim CJ. 2008. Effects of pork/beef levels and various casings on quality properties of semi-dried jerky. *Meat Science* **80**: 278–286.

Ingr I. 2008. Máme jíst maso? Dostupné z <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1075>.

Ingr I. 2008. Máme se bát masných výrobků? Dostupné z <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1074>.

Ingr I, Dudáš F, Gajdůšek S, Pelikán M. 1993. Zpracování zemědělských produktů. Vysoká škola zemědělská, Brno.

- Ipek E, Zeytinoglu H, Okay S, Tuylu BA, Kurkcuoglu M, Husnu Can Baser K. 2005. Genotoxicity and antigenotoxicity of Origanum oil and carvacrol evaluated by Ames Salmonella/microsomal test. *Food Chem* **93**: 551–556.
- Isman MB. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* **19**: 603–608.
- Jeandet P, Hébrard C, Deville MA, Cordelier S, Dorey S, Aziz A, Crouzet J. 2014. Deciphering the Role of Phytoalexins in Plant-Microorganism Interactions and Human Health. *Molecules* **19**: 18033–18056.
- Jensen HH, Unnevehr LJ, Gomez MI. 1998. Costs of improving food safety in the meat sector. *Journal of Agricultural and Applied Economics* **30**: 83–94.
- Jílek J. 2001. Učebnice zavařování a konzervace. Fontána, Olomouc.
- Jones M, Arnaud E, Gouws P, Hoffman LC. 2017. Processing of South African biltong – A review. *South African Journal of Animal Science* **47**: 743.
- Kadlec P, et al. 2009. Co byste měli vědět o výrobě potravin? Key Publishing s. r. o., Ostrava.
- Kadlec P, et al. 2013. Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích. Key Publishing s.r.o., Ostrava.
- Kalembe D, Kunicka A. 2003. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils. *Current Medicinal Chemistry* **10**: 813–829.
- Kameník J. 2011. Trvanlivé masné výrobky. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno.
- Kameník J, et al. 2014. Maso jako potravina. Produkce, složení a vlastnosti masa. Časopis Maso, Brno.
- Kilcast D. 2013. Measurement of the sensory quality of food: an introduction Instrumental Assessment of Food Sensory Quality. Woodhead Publishing Limited, U. S.
- Kokkini S, Karousou R, Dardioti A, Krigas N, Lanaras T. 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* **44**: 883–886.
- Kordali S, Cakir A, Ozer H, Cakmakci R, Kesdek M, Mete E. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource Technology* **99**: 8788–8795.
- Kyzlink V. 1988. Teoretické základy konzervace potravin. SNTL, Praha.

Lambert RJ, Skandamis PN, Coote PJ, Nychas GJ. 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol* **91**: 453–462.

Lautenschlaeger R, Upmann M. 2017. How meat is defined in the European Union and in Germany. *Animal Frontiers* **7**: 57–59.

Lawless HT, Heymann H. 1999. Descriptive analysis. *Sensory Evaluation of Food*. Chapman and Hall, NY.

Leistner L. 2000. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology* **55**: 181–186.

Lepešková I. 2000. Biokonzervace masa. ÚZPI, Praha.

Levine P, Rose B, Green S, Ransom G, Hill W. 2001. Pathogen testing of ready-to-eat meat and poultry products collected at federally inspected establishments in the United States, 1990 to 1999. *Journal of Food Protection* **64**: 1188–1193.

Li C. 2017. The role of beef in human nutrition and health. Ensuring safety and quality in the production of beef **2**: 329–338.

Lyon DH, Francombe MA, Hasdell TA, Lawson K. 1992. *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*. Springer US, Boston.

Mann NJ. 2018. A brief history of meat in the human diet and current health implications. *Meat Science* **144**: 169–179.

Matsheka MI, Mpuchane S, Gashe BA, Allotey J, Khonga EB, Coetzee SH, Murindamombe G. 2014. Microbial quality assessment and predominant microorganism of biltong produced in butcheries in Gaborone, Botswana. *Food and Nutrition Sciences* **5**: 1668–1678.

McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JMW, Bonham MP, Fearon AM. 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science* **84**: 1–13.

Meilgaard MM, Civille GV, Carr T. 2007. Overall difference tests: Does a sensory difference exist between samples? *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press, NY.

Methven L. 2015. *Techniques in sensory analysis of flavour* Flavour Development, Analysis and Perception in Food and Beverages. Elsevier Lt, U. S.

- Muermans MLT, Stekelenburg FK, Zwietering MH, Huisin't Veld JHJ. 1993. Modelling of the microbiological quality of meat. *Food Control* **4**: 216–221.
- Mukhopadhyay S, Majumdar GC, Goswami TK, Mishra HN. 2013. Fuzzy logic (similarity analysis) approach for sensory evaluation of chhana podo. *Food Science and Technology* **53**: 204–210.
- Naidoo K, Lindsay D. 2010. Pathogens associated with biltong product and their in vitro survival of hurdles used during production. *Food Protection Trends* **30**: 532–538.
- Národní knihovna ČR. 2012. Parfémy ve středověku. Dostupné z <http://www.ptejteseknihovny.cz/uloziste/aba001/2012/parfemy-ve-stredoveku>.
- Núñez F, Rodríguez MM, Bermúdez ME, Córdoba JJ, Asensio MA. 1996. Composition and toxigenic potential of the mould population on dry-cured Iberian ham. *International Journal of Food Microbiology* **32**: 185–197.
- Odyová P. 1995. Velký atlas léčivých rostlin. Martin: Osveta, Praha.
- Pappas LA. 2002. *Taurotragus oryx*. *Mammalian Species* **689**: 1–5.
- Pawlak-Sprada S, Stobiecki M, Deckert J. 2011. Activation of phenylpropanoid pathway in legume plants exposed to heavy metals. Profiling of isoflavonoids and their glycoconjugates induced in roots of lupine (*Lupinus luteus*) seedlings treated with cadmium and lead. *Acta Biochimica Polonica* **58**: 217–223.
- Pennacchia C, Ercolini D, Villani F. 2011. Spoilage-related microbiota associated with chilled beef stored in air or vakuüm pack. *Food Microbiology* **28**: 84–93.
- Peryam DR, Pilgrim FJ. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technol* **11**: 9–14.
- Petit T, Caro Y, Petit AS, Santchurn SJ, Collignan A. 2014. Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa. *Meat Science* **96**: 1313–1317.
- Pípek P, Jírotková D. 2001. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů, část III. JČU, České Budějovice.
- Pokorný J. 1997. Metody senzoričké analýzy potravin a stanovení senzoričké jakosti. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Posselt J. 1963. The domestication of the eland. *The Rhodesian Journal of Agricultural Research* **1**: 81–87.

- Ratledge C, Wilkinson SG. 1989. *Microbial Lipids*. Academic Press, London.
- Rausch A, Lotz B. 2005. *Lexikon bylinek*. REBO, Praha.
- Ruusunen M, Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* **70**: 531–541.
- Růžičková G, Kocourková B. 2012. Zelené koření. In: *Multimediální DVD z předmětu Koření - zdroje pěstování a zpracování*. Dostupné z http://www.pssp.cz/multi_dvd/zelene-koreni.html.
- Sakkas H, Papadopoulou Ch. 2017. Antimicrobial Activity of basil, oregano, and thyme essential oils. *Journal of Microbiology and Biotechnology* **27**: 429–438.
- Santchurn SJ, Arnaud E, Zakhia-Rozis N, Collignan A. 2012. Drying: Principles and applications. In: *Handbook of Meat and Meat Processing*. CRC Press, NY.
- Scollan N, Hocquette J, Nuernberg K, Dannenberger D, Richardson I, Moloney A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* **74**: 17–33.
- Seifertová E. 2011. Spotřeba drůbežního masa je v ČR nadprůměrná. <http://www.agroweb.cz>
- Seydim AC, Sarikus G. 2006. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International* **39**: 639–644.
- Shackleton DM, Harestad AS. 2003. Bovids I: Kudus, and bison (Bovinae). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia – Mammals*. Gale Group, Farmington Hills.
- Shale K, Malebo NJ. 2011. Quantification and antibiotic susceptibility profiles of *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* strains isolated from biltong. *Journal of Food Safety* **31**: 559–569.
- Sikkema J, De Bont JAM, Poolman B. 1994. Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem* **269**: 8022–8028.
- Skandamis PN, Gounadaki AS. 2009. Dried meats, poultry and related products. *Microbiology handbook: meat products*. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Steinhauser L, et al. 2000. *Produkce masa*. LAST, Tišnov.

- Stephan R, Ragetti S, Untermann F. 2000. Prevalence and characteristics of verotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC) in stool samples from asymptomatic human carriers working in the meat processing industry in Switzerland. *Journal of Applied Microbiology* **88**: 355–341.
- Stonawská B. 2007. Analýza senzoricky aktivních látek. [BSc. Thesis]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Strydom PE, Zondagh B. 2014. Biltong: A major South African ethnic meat product. In: *Encyclopaedia of Meat Sciences*. London: Academic Press, London.
- Špergl L. 2001. Původní technologie. Dostupné z <http://www.tech-info.cz/parfumerie/silice.html>.
- Tura TT. 2016. Udíme, nasolujeme, sušíme: průvodce proslulými delikatesami z masa a ryb. Slovart, Praha.
- Van den Heever LW. 1970. Some public health aspects of biltong. *Journal of the South African Veterinary Medicine Association* **41**: 263–272.
- Van der Riet WB. 1976. Studies on the mycoflora of biltong. *South African Food Review* **20**: 105–111.
- Vasilev D, Stajkovic S, Karabasil N, Dimitrijevic N, Teodorovic T. 2019. Perspectives in meat processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **333**: 012–024.
- Večeřa Z. 2001. Isoprenoidy v atmosféře. *Chemické listy* **95**: 157–162.
- Velíšek J. 1999. *Chemie Potravin 2*. Osis, Tábor.
- Villegas M, Sommarin M, Brodelius PE. 2000. Effects of sodium orthovanadate on benzophenanthridine alkaloid formation and distribution in cell suspension cultures of *Eschscholtzia californica*. *Plant Physiology and Biochemistry* **38**: 233–241.
- Vitázek I. 2000. Chlazení a chladiarenství a sušení a sušičarenství. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.
- Wolter H, Laing E, Viljoen BC. 2000. Isolation and identification of yeasts associated with intermediate moisture meats. *Journal of Food Technology and Biotechnology* **38**: 69–75.
- Ye Y, Ding Y, Jiang Q, Wang F, Sun J, Zhu C. 2017. The role of receptor-like protein kinases (RLKs) in abiotic stress response in plants. *Plant Cell Reports* **36**: 235–242.

Yoon HS, Moon SC, Kim ND, Park BS, Jeong MH, Yoo YH. 2000. Genistein induces apoptosis of RPE-J cells by opening mitochondrial PTP. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **276**: 151–156.

Yu P, Low MY, Zhou W. 2018. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis. *Trends in Food Science and Technology* **71**: 202–215.

Zahrádková R, et al. 2009. *Masný skot od A do Z*. Český svaz chovatelů masného skotu, Praha.

Zejdová P. 2009. *Analýza chovu antilopy losí v ČR* [MSc. Thesis]. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Zhou GH, Xu XL, Liu Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat. *Meat science* **86**: 119–128.

