



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Diplomová práce

Zhodnocení mikrobiologické kvality zvěřiny

Autorka práce: Bc. Lucie Tůmová

Vedoucí práce: doc. MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

České Budějovice

2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Abstrakt

Zvěřina představuje odedávna významnou složku lidské výživy, avšak hygienické požadavky na její získávání, uchovávání a přípravu se v porovnání s požadavky na maso hospodářských zvířat vyvíjely pomaleji. Správná manipulace s tímto druhem masa je přitom zcela zásadní.

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit mikrobiologickou kvalitu zvěřiny (n = 76) v závislosti na vybraných vnitřních (druh, věk, pohlaví) a vnějších (místo zásahu, místo odběru, délka skladování) faktorech. Bylo zjištěno, že celkový počet mikroorganismů u zvěřiny se pohyboval v rozpětí od 0,00 do 8,11 log KTJ/g s průměrnou hodnotou 6,08 log KTJ/g. Počty koliformních bakterií u vzorků zvěřiny byly nejdůležitěji ovlivněny vnějšími faktory a pohybovaly se v rozpětí od 0,00 do 7,28 log KTJ/g s průměrnou hodnotou 3,30 log KTJ/g. Na výslednou mikrobiologickou kvalitu zvěřiny měly statisticky významný vliv ($p < 0,05$) všechny vnější faktory a z vnitřních faktorů pohlaví.

Klíčová slova: zvěř, zvěřina, hygiena zvěřiny, vnitřní faktory, vnější faktory

Abstract

Game meat has been representing an important part of human nutrition for a long time. However, hygienic requirements for its acquisition, storing and preparation have developed more slowly in comparison with the requirements for the livestock meat. Nevertheless, a proper manipulation with this kind of meat is absolutely essential.

The objective of this diploma thesis was to evaluate the microbiological quality of game meat samples (n=76) depending on the selected internal (species, age, sex), and external (the location of bullet penetration, the place of sampling, the length of storage) factors. It has been found out that the total number of microorganisms in samples ranged from 0.00 to 8.11 log CFU/g with the mean value of 6.08 log CFU/g. Numbers of coliform bacteria in the samples were most significantly affected by the external factors and ranged from 0.00 to 7.28 log CFU/g with the mean value of 3.30 log CFU/g. Statistically significant effect ($p < 0,05$) on the microbiological quality of game meat had been found in all external factors and in sex of game animals.

Keywords: wild game, game meat, hygiene of game meat, internal factors, external factors

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí diplomové práce doc. MVDr. Lucii Hasoňové, Ph.D. za odborné vedení a její ochotu, za cenné a velmi podnětné rady při zpracování diplomové práce a za čas, který mi věnovala. Ráda bych poděkovala také své rodině a všem přátelům, kteří mě vždy podpořili, a bez jejichž pomoci by nebylo možné práci dokončit.

Obsah

Úvod	7
1 Literární přehled	8
1.1 Charakteristika a rozdělení zvěře.....	8
1.1.1 Vývoj odlovů spárkaté zvěře za posledních deset let	9
1.2 Charakteristika a produkce zvěřiny	10
1.2.1 Význam zvěřiny ve výživě člověka.....	12
1.2.2 Chemické složení zvěřiny	13
1.3 Hygiena zvěřiny	15
1.3.1 Zdroje mikrobiální kontaminace	16
1.3.2 Mikrobiální kažení.....	17
1.4 Faktory ovlivňující hygienickou kvalitu a bezpečnost zvěřiny	19
1.4.1 Správné umístění zásahu a ošetření zvěře po ulovení.....	19
1.4.2 Zrání zvěřiny	22
1.4.3 Skladování a chlazení zvěřiny	22
2 Cíle.....	24
3 Materiál a metodika	24
3.1 Odběry vzorků	24
3.2 Mikrobiologická analýza vzorků	26
3.3 Vybrané faktory	28
4 Výsledky a diskuse	29
4.1 Zhodnocení mikrobiologické kvality zvěřiny.....	29
4.1.1 Vliv místa odběru na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny	31
4.1.2 Vliv místa zásahu na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny	33
4.1.3 Vliv délky skladování na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny	34
4.1.4 Vliv pohlaví na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny.....	36
4.1.5 Vliv věku na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny.....	38

4.1.6 Vliv druhu na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny	40
4.2 Monitoring čistoty prostředí zařízení pro uchovávání ulovených těl volně žijící zvěře	41
Závěr	43
Seznam použité literatury	44
Seznam obrázků	51
Seznam tabulek	52
Seznam grafů.....	53
Seznam použitých zkratk	54

Úvod

Maso volně žijící zvěře neboli zvěřina, je považována za velmi cennou a nutričně kvalitní komoditu živočišného původu. Zvěřina má obvykle vyšší zastoupení bílkovin s vysokou biologickou hodnotou a současně velmi nízký obsah tuku, také má vyšší zastoupení biogenních prvků a vitaminů než maso hospodářských zvířat. Navíc má i nižší ekologické dopady a vyšší etickou hodnotu. Proces získávání zvěřiny je spíše založen na tradici než na produkci masa za účelem zisku, čímž se liší od procesů získávání masa hospodářských zvířat. Dostupnost zvěřiny na trhu se v posledních letech zlepšuje a z dlouhodobého hlediska její spotřeba roste, přesto se stále řadí do minoritní skupiny konzumovaných mas.

Produkce zvěřiny a poptávka spotřebitele po ní se postupně vyvíjí a je brán zřetel na hygienu a mikrobiologickou kvalitu zvěřiny, kterou může ovlivňovat mnoho vnitřních i vnějších faktorů spjatých se správnou loveckou praxí a následnou manipulací s těly ulovené volně žijící zvěře. Zvěřina pocházející ze zvěřinového závodu musí splňovat stanovená mikrobiologická kritéria, která zajišťují její nezávadnost. Naopak pro zvěřinu, která putuje do domácnosti lovce, nebo do lokální maloobchodní prodejny nejsou stanovena žádná mikrobiologická kritéria, což může přinášet větší riziko v souvislosti s nedostatečným tepelným opracováním masa.

1 Literární přehled

1.1 Charakteristika a rozdělení zvěře

Dle Zákona č. 449/ 2001 Sb. o myslivosti je zvěř definována jako populace volně žijících živočichů, které lze převážně obhospodařovat lovem. Obecně se zvěří rozumí všechny druhy savců a ptáků, včetně druhů lovených i hájených, které je možné myslivecky obhospodařovat (Šťastný et al., 2010).

V minulosti byl hlavním důvodem lovu zisk masa, kožešin a snižování počtu druhů, které pro člověka představovaly konkurenci z hlediska potravy, například šelmy a dravci (Šťastný et al., 2010). Lov zvěře praktikovaný od počátků věků pro přežití se v dnešní době vyvinul spíše v rekreační činnost se značnými obchodními zájmy (Giuggioli et al., 2017).

Zákon o myslivosti rozděluje lovem obhospodařovanou zvěř na srstnatou, tj. savce, a zvěř pernatou, tj. ptáky (Tabulka 1.1).

Tabulka 1.1: Zástupci srstnaté a pernaté zvěře

SRSTNATÁ ZVĚŘ
<p><u>Zvěř, kterou lze lovem obhospodařovat:</u></p> <p>daněk skvrnitý (<i>Dama dama</i>), jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>), jelenec běloocasý (<i>Odocoileus virginianus</i>), jezevec lesní (<i>Meles meles</i>), kamzík horský (<i>Rupicapra rupicapra</i>), koza bezoárová (<i>Capra aegagrus</i>), králik divoký (<i>Oryctolagus cuniculus</i>), kuna lesní (<i>Martes martes</i>), kuna skalní (<i>Martes foina</i>), liška obecná (<i>Vulpes vulpes</i>), muflon (<i>Ovis musimon</i>), ondatra pižmová (<i>Ondatra zibethica</i>), prase divoké (<i>Sus scrofa</i>), sika Dybowského (<i>Cervus nippon dybowskii</i>), sika japonský (<i>Cervus nippon nippon</i>), srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>), tchoř tmavý (<i>Mustela putorius</i>), tchoř stepní (<i>Mustela eversmannii</i>) a zajíc polní (<i>Lepus europaeus</i>)</p>
<p><u>Zvěř chráněná:</u></p> <p>bobr evropský (<i>Castor fiber</i>), kočka divoká (<i>Felis silvestris</i>), los evropský (<i>Alces alces</i>), medvěd hnědý (<i>Ursus arctos</i>), rys ostrovid (<i>Lynx lynx</i>), vlk euroasijský (<i>Canis lupus</i>), vydra říční (<i>Lutra lutra</i>)</p>
PERNATÁ ZVĚŘ
<p><u>Zvěř, kterou lze lovem obhospodařovat:</u></p> <p>bažant královský (<i>Syrnaticus reevesii</i>), bažant obecný (<i>Phasianus colchicus</i>), holub hřivnáč (<i>Columba palumbus</i>), hrdlička zahradní (<i>Streptopelia decaocto</i>), husa běločelá (<i>Anser albifrons</i>), husa polní (<i>Anser fabalis</i>), husa velká (<i>Anser anser</i>), kachna divoká (<i>Anas platyrhynchos</i>), krocán divoký (<i>Meleagris gallopavo</i>), lyska černá (<i>Fulica atra</i>), orebice horská (<i>Alectoris graeca</i>), perlička</p>

obecná (*Numida meleagris*), polák chocholačka (*Aythya fuligula*), polák velký (*Aythya ferina*), straka obecná (*Pica pica*), špaček obecný (*Sturnus vulgaris*), vrána obecná (*Corvus corone*)

Zvěř chráněná:

čírka modrá (*Anas querquedula*), čírka obecná (*Anas crecca*), havran polní (*Corvus frugilegus*), holub doupňák (*Columba oenas*), jeřábek lesní (*Bonasa bonasia*), jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*), káně lesní (*Buteo buteo*), káně rousná (*Buteo lagopus*), kopřivka obecná (*Anas strepera*), kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*), koroptev polní (*Perdix perdix*), krahujec obecný (*Accipiter nisus*), krkavec velký (*Corvus corax*), křepelka polní (*Coturnix coturnix*), lžičák pestrý (*Anas clypeata*), moták pochop (*Circus aeruginosus*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), racek chechtavý (*Larus ridibundus*), raroh velký (*Falco cherrug*), sluka lesní (*Scolopax rusticola*), sojka obecná (*Garrulus glandarius*), sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*), tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*), tetřívek obecný (*Lyrurus tetrix*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*), výr velký (*Bubo bubo*)

(upraveno dle **Zákona č. 449/ 2001 Sb.**)

V následující části bude text věnován pouze třem druhům lovné zvěře – jelenu, srnci a praseti, které bývá označováno jako zvěř černá pro jeho tmavé zbarvení. Všechny zmíněné druhy jsou řazeny do skupiny zvěře srstnaté – spárkaté (**Hromas et al., 2008**).

1.1.1 Vývoj odlovů spárkaté zvěře za posledních deset let

Uvádí se, že v České republice (ČR) je odlov srncí zvěře za poslední dekádu poměrně stabilní. Ročně je odloveno přibližně 100 tisíc kusů této zvěře. Oproti tomu počet odlovených kusů černé zvěře má spíše stoupající tendenci s výrazným nárůstem zejména v posledních dvou letech, u kterých statistika Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) uvádí téměř 250 tisíc odlovených kusů černé zvěře ročně. Na tento enormní nárůst může mít vliv mimo jiné nabídka Ministerstva zemědělství ČR (MZe ČR), které přislíbilo finanční motivaci členům honiteb za odlovené kusy černé zvěře nad tříletý průměr. Dále MZe ČR schválilo příspěvky na odchytová zařízení (**Lotocký a Turek, 2020**). Povolen je celoroční lov dospělých kusů ve snaze snižovat počty černé zvěře na území ČR (**Steinhauser, 2016**). Stav zvěře je nezbytné neustále snižovat, hlavně tedy pro sektor zemědělství, kde černá zvěř působí vysoké finanční ztráty na polních kulturách. Snižování je též nezbytné z epidemiologického hlediska, a to hlavně kvůli zamezení šíření afrického moru prasat (**Lotocký a Turek, 2020**). Odlov jelena evropského vykazuje lineární charakter, v posledních letech se pohybuje okolo 20 tisíc kusů za rok. Minulý rok došlo k meziročnímu zvýšení

odlovu jelení zvěře na téměř 30 tisíc kusů, a tím i k dosažení prozatím historicky nejvyššího odlovu jelena evropského (**Tabulka 1.2; Lotocký a Turek, 2020**).

Tabulka 1.2: Počty odlovené srnčí, černé a jelení zvěře na území České republiky v letech 2010–2020 (v kusech)

<i>Rok</i>	<i>Odlov zvěře (ks)</i>		
	Srnčí	Černá	Jelení
2010	120 174	144 184	21 811
2011	113 913	109 383	20 958
2012	108 591	185 176	23 092
2013	105 680	152 250	23 578
2014	97 753	162 150	18 245
2015	96 875	178 306	19 027
2016	97 633	153 212	21 137
2017	99 913	219 277	22 665
2018	98 901	132 369	23 395
2019	99 158	231 014	23 719
2020	103 072	240 511	29 034

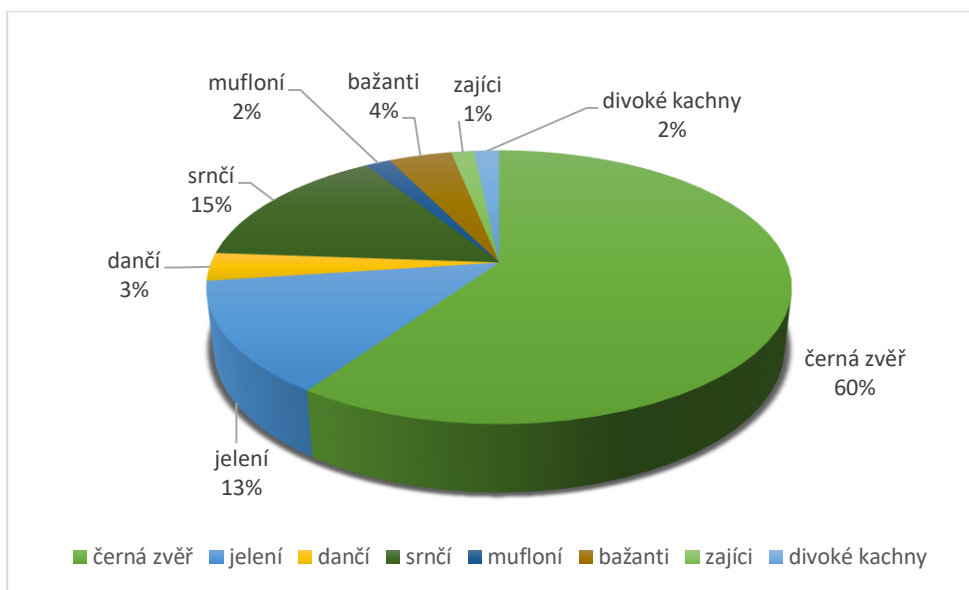
(upraveno dle **Lotocký a Turek, 2020**)

1.2 Charakteristika a produkce zvěřiny

Zvěřina je volně dostupná komodita s rostoucí popularitou, která dodává rozmanitost ve výživě člověka (**Standarová et al., 2012**). Dle Vyhlášky č. **69/2016 Sb.** o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, se zvěřinou rozumí maso volně žijící zvěře. Jako zvěřinu nelze označit maso zvěře z farmového chovu, jelikož vliv rozdílných životních podmínek se promítne do struktury a složení masa, které ztrácí specifické znaky zvěřiny.

V roce 2015 se v ČR vyprodukovalo přibližně 12 tisíc tun zvěřiny. Dominantní podíl představovalo maso divokých prasat, které tvořilo 60 % z celkové roční produkce (**Graf 1.1; Bureš et al., 2018**). Dalším oblíbeným druhem je maso zvěře jelení a srnčí, které dohromady tvoří 28 % z celkové roční produkce. K nejčastěji produkováným masům pernaté zvěře patří maso bažantů (4 %) a divokých kachen (2 %). Nejnižší produkce je zaznamenána v případě masa zajíců, které u spotřebitelů nepatří mezi zcela sensoricky atraktivní druhy masa (**Steinhauser, 2016**).

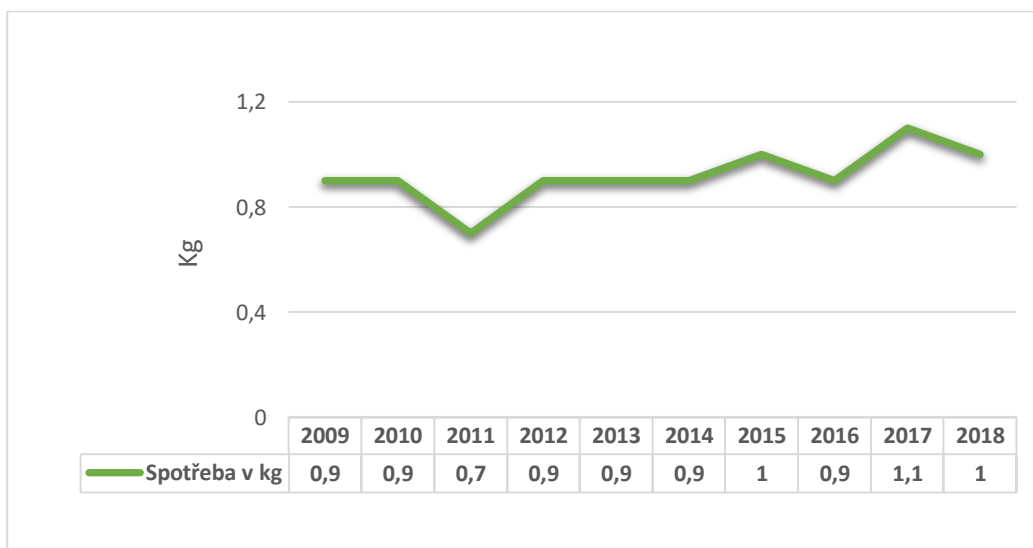
Graf 1.1: Podíl (%) jednotlivých druhů zvěřiny z celkové produkce zvěřiny v České republice za rok 2015 (n = 12 tisíc tun)



(upraveno dle **Bureš et al., 2018**)

Spotřeba zvěřiny v ČR již několik let kolísá okolo jednoho kilogramu na osobu za rok (**Graf 1.2**), což představuje 1,3 % z celkové spotřeby masa (**Bureš et al., 2018**). Uvádí se, že spotřeba zvěřiny u nás je prakticky srovnatelná se spotřebou zvěřiny v ostatních evropských zemích jako je Rakousko, Švýcarsko či Německo (**Borilova et al., 2015**).

Graf 1.2: Vývoj spotřeby zvěřiny (kg/osoba/rok) v České republice v letech 2009–2018



(upraveno dle **AK ČR, Spotřeba potravin – 2018**)

Lze konstatovat, že konzumace zvěřiny je v porovnání s ostatními druhy masa až velmi nízká. Omezení v konzumaci zvěřiny může být pro běžnou veřejnost fakt, že maso je neopracované, tj. kusy jsou stále v kůži či peří, nejsou naporcované a zbavené kostí. Dalším důvodem nižší oblíbenosti zvěřiny může být pak i její dostupnost, neboť se prodává převážně jen ve specializovaných prodejních místech nebo přímo ve výkupu. V klasických supermarketech a obchodech s potravinami je zvěřina téměř nedostupná (**Ekolist.cz, 2020**).

1.2.1 Význam zvěřiny ve výživě člověka

Zvěřina už od pradávna představuje nedílnou součást lidského jídelníčku, hlavně pro oblast střední Evropy, kde je považována za tradiční a cennou komoditu (**Borilova et al., 2015**). Zahrnuje širokou škálu druhů masa od ptactva (např. bažant obecný), přes přežvýkavce (např. srnec obecný, jelen evropský), až po všežravce (např. prase divoké) (**Bureš et al., 2018**). Uvádí se, že zvěřina je díky své rozmanitosti považována za maso s vysokou nutriční hodnotou a specifickými sensorickými vlastnostmi (**Vergara et al., 2003; Soriano et al., 2006**). Obecně ji lze označit jako potravinu, která dokonale doplňuje sortiment masa a je v souladu se současnými zdravotními a dietními doporučeními (**Strazdiņa et al., 2013**).

Mezi hlavní přednosti nutričního složení zvěřiny patří vyšší obsah bílkovin s vysokou biologickou hodnotou a nízký obsah tuku s vhodným zastoupením jednotlivých skupin mastných kyselin (**Vodňanský, 2020**).

Dle práce týmu **Bureš et al. (2018)** bylo zjištěno, že muži konzumují zvěřinu častěji než ženy, přitom je zvěřina vynikajícím zdrojem biogenních prvků a vitaminů, které přispívají ke správné funkci lidského organismu. Mezi nejdůležitější biogenní prvky se řadí železo, jehož zastoupení u zvěřiny je v porovnání s masem hospodářských zvířat téměř dvojnásobné (**Strazdiņa et al., 2013**).

Senzorickou předností zvěřiny je její typická chuť, která je druhově specifická, a jemná struktura svalových vláken (**Vodňanský, 2020**).

1.2.2 Chemické složení zvěřiny

Uvádí se, že obsah bílkovin, které jsou považovány za nejvýznamnější složku zvěřiny, se pohybuje v rozmezí 17 až 26 g/100 g masa a mezidruhově se liší (**Tabulka 1.3; Vodňanský et al., 2009**). Jedná se o bílkoviny s vysokou biologickou hodnotou, tzv. plnohodnotné bílkoviny s obsahem esenciálních aminokyselin, tj. lysin, izoleucin, fenylalanin, tryptofan, leucin, methionin, threonin a valin (**Steinhauser et al., 1995**). Dle práce **Strazdiņa et al. (2013)** byl součet koncentrací esenciálních aminokyselin masa černé zvěře 24,14 g/100 g, v případě vepřového masa byl tento součet 12,35 g/100 g. Bylo tedy prokázáno, že maso černé zvěře má relativně vyšší biologickou hodnotu bílkovin než maso vepřové. Biologická hodnota bílkovin masa jelena (27,65 g/100 g); srnce (30,56 g/100 g) a skotu (27,06 g/100 g) byla téměř totožná.

Tabulka 1.3: Porovnání obsahu vody, bílkovin a tuku u různých druhů zvěřiny s masem hospodářských zvířat (v g/100 g)

Živiny g/100 g	Druh masa				
	<i>Jelení</i>	<i>Srnčí</i>	<i>Kančí</i>	<i>Hovězí</i>	<i>Vepřové</i>
<i>Voda</i>	74,7	72,2	75,0	75,1	71,0
<i>Bílkoviny</i>	20,6	22,4	22,0	19,2	18,6
<i>Tuky</i>	3,0	3,5	2,4 – 5,6	4,4	11,9

(upraveno dle **Vodňanský et al., 2009**)

Obecně platí, že obsah tuku ve zvěřině je nízký a pohybuje se v rozmezí 1 až 3 %, avšak mohou nastat určité odchylky ovlivněné loveckou sezónou, druhem, pohlavím, věkem, fyziologickým stavem, při kterých se obsah tuku může zvýšit (**Ramanzin et al., 2010**). Tuky v masě volně žijící zvěře jsou příznivější pro člověka vzhledem k tomu, že koncentrace nasycených mastných kyselin (SFA), které jsou spojovány s negativním vlivem na kardiovaskulární systém, je nižší. Naopak vyšší koncentrace polynenasycených mastných kyselin (PUFA) obsažených ve zvěřině má blahodárné účinky na lidské zdraví, např. v prevenci arteriosklerózy (**Samples, 2005**). Dle výsledků šetření **Strazdiņa et al. (2013)** mělo maso černé zvěře v porovnání s masem hovězím, vepřovým, jelením a srnčím nejnižší obsah SFA - 34,79 %/100 g (**Tabulka 1.4**). Všechny druhy masa jsou vynikajícími zdroji mononenasycených mastných kyselin (MUFA), které mohou snížit hladinu cholesterolu v lidské krvi. Co se týče obsahu PUFA, je bohatším zdrojem zvěřina, hlavně tedy maso srnčí, které obsahuje až 25,38 %/100 g.

Tabulka 1.4: Porovnání obsahu (% /100 g) mastných kyselin u různých druhů zvěřiny s masem hospodářských zvířat

Skupina mastných kyselin %/100 g	Druh masa				
	<i>Jelení</i>	<i>Srnčí</i>	<i>Kančí</i>	<i>Hovězí</i>	<i>Vepřové</i>
<i>SFA</i>	42,13	37,54	34,79	40,11	37,46
<i>MUFA</i>	26,57	28,96	35,63	34,60	50,87
<i>PUFA</i>	23,47	25,38	17,25	15,36	5,95

Vysvětlivky: SFA – nasycené mastné kyseliny; MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny; PUFA – polynenasycené mastné kyseliny

(upraveno dle **Strazdiņa et al., 2013**)

Obsah vitaminů se může lišit u různých druhů zvěřinového masa. Obecně zvěřina představuje kvalitní zdroj vitaminů ze skupiny B, tj. tiamin, riboflavin, kyselina pantotenová a pyridoxin (**Vodňanský et al., 2009**). Játra a čerstvá krev zvěřiny jsou bohatým zdrojem vitamínu C. Tuková tkáň má vyšší zastoupení lipofilních vitaminů (**Steinhauser et al., 1995**).

Lidský organismus se skládá z široké škály biogenních prvků, které je zapotřebí doplňovat z kvalitních zdrojů, které obecně představují živočišné produkty. Obsah biogenních prvků v masu hospodářských zvířat závisí na mnoha faktorech, tj. druhy masa, složení krmiva, věk, fyziologický stav zvířete aj. (**Kafalova et al., 2003**). Oproti tomu zvěř se pohybuje na neomezeném území, a proto její maso obsahuje všechny biogenní prvky v dostatečném množství. Maso černé zvěře je nejvýznamnějším zdrojem železa, jehož obsah činí 3,44 mg/kg (**Tabulka 1.5**), maso srnčí a jelení má vyšší obsah zinku ve srovnání s masem hospodářských zvířat. Všechna porovnávaná masa jsou výborným zdrojem hořčíku (**Strazdiņa et al., 2013**).

Tabulka 1.5: Porovnání obsahu (mg/kg) biogenních prvků u různých druhů zvěřiny s masem hospodářských zvířat

Biogenní prvky mg/kg	Druh masa				
	<i>Jelení</i>	<i>Srnčí</i>	<i>Kančí</i>	<i>Hovězí</i>	<i>Vepřové</i>
<i>Železo</i>	2,30	2,06	3,44	1,69	1,47
<i>Zinek</i>	2,33	3,1	3,73	2,85	1,66
<i>Hořčík</i>	21,05	20,76	19,96	26,27	24,22
<i>Měď</i>	0,09	0,18	0,07	0,39	0,41

(upraveno dle **Strazdiņa et al., 2013**)

1.3 Hygiena zvěřiny

Procesy získávání zvěřiny a hygieny zvěřiny jsou zcela specifické a liší se zásadně od hygieny a technologických procesů u masa hospodářských zvířat. Maso a masné výrobky získané z hospodářských zvířat jsou konzistentní v mikrobiologické a sensorické kvalitě, zejména pokud se jedná o vzhled masa, bezpečnost a celkovou tržní kvalitu (**Toy a Kerry, 2010**). Toho však není tak snadné dosáhnout u zvěřiny a výrobků z ní (**Kritzinger et al., 2003**), jelikož se jedná o maso volně žijící zvěře, jsou možnosti kontroly podmínek pro život a faktorů ovlivňujících kvalitu zvěřiny velice omezené (**Neethling et al., 2016**).

Terén, druh, období páření aj., to vše může ovlivňovat stresovou zátěž zvěře a s tím spjatou hodnotu pH zvěřiny. **Lawrie (2006)** ve své práci uvádí, že hodnota pH je jeden z nejdůležitějších ukazatelů vlivu předsmrtného stresu na mikrobiologickou i sensorickou kvalitu masa. **Viganò et al. (2019)** navrhuje využití sledování hodnot pH v kombinaci s dalšími ukazateli jakožto užitečný nástroj při určování kvality u zvěřiny a záruku zachování etických norem při lovu volně žijící zvěře.

Neethling et al., (2016) uvádí, že je obtížné zavést komplexní systém kontrolních opatření těsně před odstřelem a v průběhu odstřelu zvěře. Obtížně aplikovatelná jsou také opatření, která jsou běžně uplatňovaná při kontrole zoonotických patogenů v chovech hospodářských zvířat (**Mirčeta et al., 2020**). S ohledem na specifickou způsobu získávání zvěřiny umožňuje legislativa vytvoření jednoduchého systému vyšetření těl ulovené zvěře přímo v honitbách. Osoby lovící volně žijící zvěř musí mít dostatečné znalosti v patologii zvěře a musí znát odpovídající postupy ohledně zpracování a manipulace s již ulovenou zvěří, aby prvotní vyšetření mohlo proběhnout v místě lovu. Postačuje však, aby tyto znalosti měla alespoň jedna osoba mysliveckého týmu, tj. proškolená osoba, která může provést prohlídku těla a vyjmutých orgánů v místě honitby. Pokud proškolená osoba neshledá žádné odchylky u uloveného kusu zvěře, které jsou v nesouladu s hygienickým nebo zdravotním stavem, může být do sběrného a prohlížecího místa zasláno pouze tělo bez hlavy (s výjimkou černé zvěře, která je sledována na výskyt trichinelózy) a orgánů ((**ES**) č. **853/2004**), případně uvedeno maso z této zvěře v malém množství do přímého prodeje konečnému spotřebiteli, či do maloobchodní prodejny v rámci příslušného kraje (**Vyhláška č. 289/2007 Sb.**).

1.3.1 Zdroje mikrobiální kontaminace

Mikrobiální kontaminací zvěřiny se rozumí přítomnost nebo vnášení nebezpečných mikroorganismů, které se za určitých, pro ně příznivých, podmínek velmi rychle pomnožují (Vodňanský, 2008). Kontaminující mikroorganismy mohou mít na zvěřinu negativní vliv. Mohou způsobovat kažení zvěřiny a tím zhoršit její organoleptické vlastnosti a vyvolávat onemocnění, které se projeví až po pomnožení (Winkelmayer et al., 2005). Zvláště nebezpečné jsou mikroorganismy, které tvoří toxiny, ty mohou u člověka vyvolat vážné zdravotní stavy (Vodňanský, 2008).

Většina zvěře lovené na maso je usmrcena na poli, nebo obecně v přírodě, kde probíhá vykrvení a vyvržení orgánů a trávicího traktu před transportem uloveného kusu. Omezené hygienické podmínky v terénu, jako je například dostupnost vody, zvyšují úroveň šíření bakterií z kůže, trávicího traktu a také z okolního prostředí na zvěřinu (Gill, 2007). Broda et al. (2002) uvádí jako hlavní zdroje kontaminace zvěřiny půdu a výkaly zvěře. Limitující může být také vzdálenost vhodného chladicího zařízení od místa lovu. Dle práce Giuggioli et al. (2017) je velice důležitý čas a podmínky prevozu uloveného kusu do chladicího zařízení, aby se zabránilo mikrobiologické kontaminaci a nežádoucímu zkažení, zejména během letních měsíců.

Giuggioli et al. (2017) ve své práci uvádí, že svalovina je považována za prakticky sterilní, samozřejmě s ohledem na přesnost zásahu a s tím spjatou míru kontaminace. Dle práce Atanassova et al. (2008), špatný zásah může mít mnoho nežádoucích důsledků, jako je expozice tkáně zástupci čeledi *Enterobacteriaceae*, což způsobuje zkažení masa. Zvláště negativní vliv na mikrobiální kontaminaci mají rány „na měkko“, zejména takové, při nichž je projektilem střely přímo či jen částečně zasažen trávicí trakt, v jehož obsahu se nachází až několik miliard zárodků, které se při vnitřní teplotě čerstvě uloveného kusu velmi rychle množí. Obecně i při zásahu na kýtu, hřbet a jiné části těla se dostává do svaloviny společně se střelou a následným znečištěním velké množství bakterií, které se v místě střely velmi rychle množí (Vodňanský, 2021).

Zvěřina je také často kontaminována v případě nemocného kusu zvěře, kdy se mikroorganismy z krevního řečiště dostávají do orgánů a svaloviny (např. při septikémii) (Vodňanský et al., 2009). Dalšími způsoby kontaminace zvěřiny mohou být opožděné vývrhy ulovené zvěře, přenos mikroorganismů z nečistých nástrojů či rukou a nečistoty z okolního prostředí (Vodňanský, 2008).

Snížení mikrobiální kontaminace zvěřiny může být dosaženo pouze použitím příslušných kontrolních opatření v celém procesu získávání zvěřiny – od sledování nakažového statusu zvěře v místě lovu až po odpovídající skladování ošetřených těl. Nezbytná pozornost by měla být věnována školení o správné hygienické praxi pro všechny účastníky lovu a kontrole kritických bodů v celém procesu získávání zvěřiny (Mirčeta et al., 2020). Zvláštní hygienická pravidla pro kontrolu mikrobiální kontaminace zvěřiny jsou stanovena Nařízením Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004.

1.3.2 Mikrobiální kažení

Kažení potravin je definováno jako změna jejich kvality, která je činí nežádoucími a nevhodnými ke spotřebě. Ukazatele kažení jsou nepříjemný zápach, změna textury a vzhledu (Lianou et al., 2016). Stejně jako ostatní druhy masa patří zvěřina mezi potraviny, které velice rychle podléhají kažení, což je způsobeno vysokou koncentrací živin, příznivou hodnotou vodní aktivity a také hodnotou pH. Vodní aktivita masa je vyšší než 0,95, patří tedy do kategorie velmi vlhkých (HMF = high moisture foods). Minimální hodnotou pro růst bakterií působící kažení potravin je 0,90 – 0,91, pro kvasinky 0,87 – 0,94 a pro plísně 0,70 – 0,80 (Tapía et al., 2007). Tyto vlastnosti zvěřiny vytvářejí vhodné prostředí pro množení a růst mikroorganismů (Húngaro et al., 2016; Kameník et al., 2014).

Dle práce Atanassova et al. (2008) se u čerstvé zvěřiny nejčastěji vyskytují mezofilní bakterie a další mikroorganismy z čeledi *Enterobacteriaceae* a dále např. rody *Staphylococcus*, *Campylobacter* a *Listeria*. Souvislosti mezi kažením masa černé zvěře a kontaminací zástupci čeledi *Enterobacteriaceae* uvádí Boers et al. (1994). Broda et al. (2002) ve své práci uvádí, že zkažení zvěřiny vyvolala psychrofilní bakterie *Clostridium gasigenes*. Mikrobiální kažení zahrnuje několik souběžných pochodů v krátkodobém i dlouhodobém rázu a může být zapříčiněno jedním či více mikrobiálními původci (Ingr, 2007). Plísně jsou běžnými kontaminanty masa a masných výrobků, často se vyskytuje *Aspergillus flavus* a *Aspergillus niger*. Mohou způsobovat zkažení potravin, nebo produkovat mykotoxiny, což činí kontaminované maso nebezpečným ke spotřebě (Odeyemi et al., 2019). Pokud je zvěřina skladována v nevyhovujících podmínkách (kolísání teplot, vysoká vlhkost), může dojít k nárůstu plísní ve formě bílých, zelených či popelavých povlaků na povrchu masa (Vodňanský

et al., 2009). Výskyt kvasinek schopných způsobit zkažení často snižuje trvanlivost v důsledku produkce plynu a nepříjemného zápachu (**Monu et al., 2016**). Nejčastěji izolovanými zástupci kvasinek u čerstvého masa patří do rodů *Candida*, *Rhodotorula*, *Debaryomyces* a *Trichosporon* (**Nielsen et al., 2008**).

Obecně platí, že největší vliv na rychlost kažení masa má skladovací teplota, pH, aktivita vody, relativní vlhkost, nevhodné skladování, přeprava, manipulace a zpracovatelské operace (**Odeyemi et al., 2019**).

Vysoká okolní teplota, opožděné vyvržení, nedostatečně rychlé zchlazení zvěřiny, to vše může vést k nadměrné činnosti enzymů ve svalovině a nežádoucímu zapaření masa, při kterém dochází hlavně k nepříznivým kvalitativním změnám, které jsou již nevratné. Změna zabarvení masa na měděno–červenou až žlutohnědou, konzistence svaloviny se mění na nepřírodně měkkou a vůně se může změnit na nepřírodně nasládlý zápach (**Vodňanský et al., 2009**). K těmto nežádoucím změnám nemusí dojít, pokud je dodržen technologický a hygienický proces zpracování a dodrženy správné podmínky chlazení (**Ingr, 2003**).

Při hnilobných procesech dochází k rozkladu bílkovin činností hnilobných bakterií, které se dokážou při vhodných podmínkách velmi rychle pomnožovat. Pokud se jedná o vnější zahnívání získává zvěřina lepkavý až mazlavý povlak, postupně se stává bledou až zelenou a zároveň nepříjemně zapáchá. Uvnitř svaloviny může probíhat proteolýza, která se označuje jako vnitřní zahnívání. Při hloubkovém zahnívání se tvoří plynové bubliny, konzistence masa se stává měkkou a mění se její barva. K tomuto nevratnému jevu dochází v případě, že je zvěř špatně zasažena a svalovina je kontaminována bakteriemi z trávicího traktu (**Vodňanský et al., 2009**).

Další formou kažení zvěřiny může být kažení masa od kosti. Jedná se o vzácnou formu, ale nelze ji podceňovat. Hlavní příčinou většinou bývá onemocnění či poranění v období před lovem. Zvyšuje se prostupnost mikroorganismů (např. z trávicího traktu) do svaloviny a ta přestává být sterilní. Tomuto nežádoucímu procesu lze zabránit normalizací zdravotního stavu dostatečnou dobu před porážkou (**Ingr, 2003**). V případě zvěřiny je proces s ozdravením před lovem těžce aplikovatelný.

1.4 Faktory ovlivňující hygienickou kvalitu a bezpečnost zvěřiny

Nejdůležitějšími faktory ovlivňujícími mikrobiologickou kvalitu zvěřiny jsou zdravotní stav volně žijící zvěře, správné postupy při získávání zvěřiny (např. způsob lovu) a manipulace s již usmrcenými a ošetřenými těly. Pokud nejsou dodrženy správné podmínky a postupy, může docházet k negativnímu ovlivnění kvality, příp. ovlivnění bezpečnosti produktu (**Borilova et al., 2015**).

Zdravotní stav zvěře před lovem ovlivňuje celkovou mikrobiologickou kvalitu zvěřiny. Prvním předpokladem je tedy posouzení celkového dojmu z lovené zvěře, zejména jejího výživového stavu a projevu chování. Posouzení stavu zvěře provádí samotný lovec a je to nezbytná součást myslivecká praxe (**Vodňanský et al., 2009**).

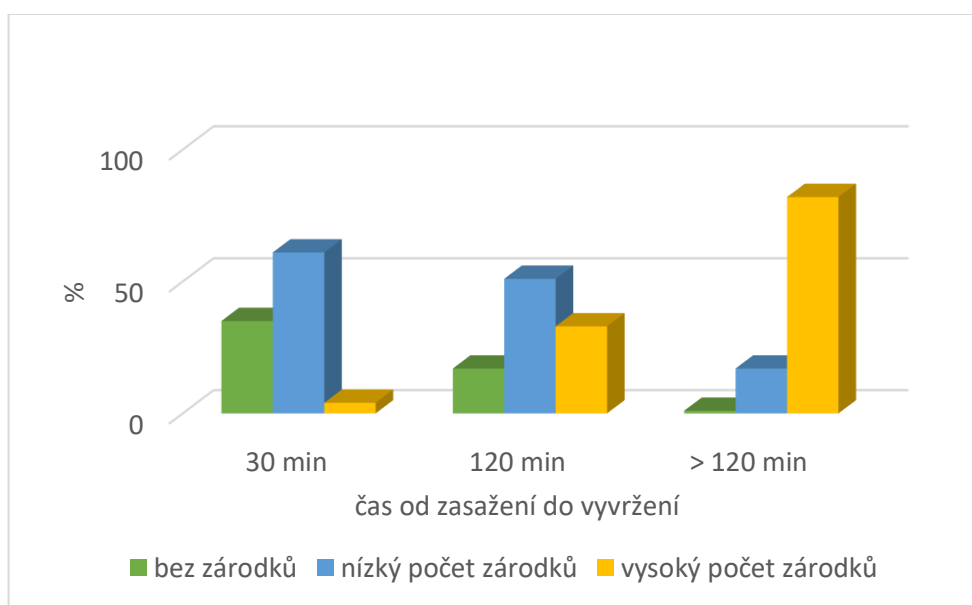
1.4.1 Správné umístění zásahu a ošetření zvěře po ulovení

Místo umístění zásahu lovné zvěře patří k faktorům, které mohou ovlivnit jak mikrobiologickou kvalitu, tak výtěžnost zvěřiny. Kompetence a zkušenosti lovců jsou důležitým faktorem určujícím úspěšnou střelbu, stejně jako výběr zbraní a střeliva (**Atanassova et al., 2008; Mirčeta et al., 2017**). Usmrcení lovené zvěře by dle základních etických požadavků mělo být rychlé, spolehlivé a podle možností bezbolestné. Zvěř bývá vysoce náchylná ke stresu, který může vyvolat mikrobiální invazi z trávicího traktu nebo lymfatických uzlin do svaloviny (**Avagnina et al., 2012**). U stresované zvěře je také riziko vyčerpání svalového glykogenu, což vede ke zvýšení hladiny pH ve svalovině a následnému negativnímu ovlivnění jakosti a mikrobiologického stavu masa (**Ciffuni et al., 2014**). Klíčové je správně umístit střelu a zasáhnout tak životně důležité orgány a tím splnit podmínky pro dobré vykvrvení ulovené zvěře. Jako nejvhodnější se považuje tzv. zásah na komoru, tedy na dutinu hrudní, při kterém jsou vždy zasaženy plíce a rovněž srdce či velké cévy. Počet mikrobiálních zárodků zůstává v tomto případě na nízké úrovni až dvě hodiny od zásahu (**Graf 1.3; Forejtek, 2009**).

Další způsob zásahu, který splňuje požadavky z hlediska hygieny zvěřiny je rána na krk, ovšem z etického pohledu myslivce je to diskutabilní (**Drmot, 2011**). Největším problémem je malá cílová plocha a může se stát, že lovená zvěř bude zasažena pouze do dýchací trubice, nebo dojde k průstřelu svalových částí krku. Lovený kus se stává smrtelně poraněným a uhynie během několika následujících dnů. Rána na hlavu se považuje za neetický a zároveň velmi nebezpečný zásah, kdy může

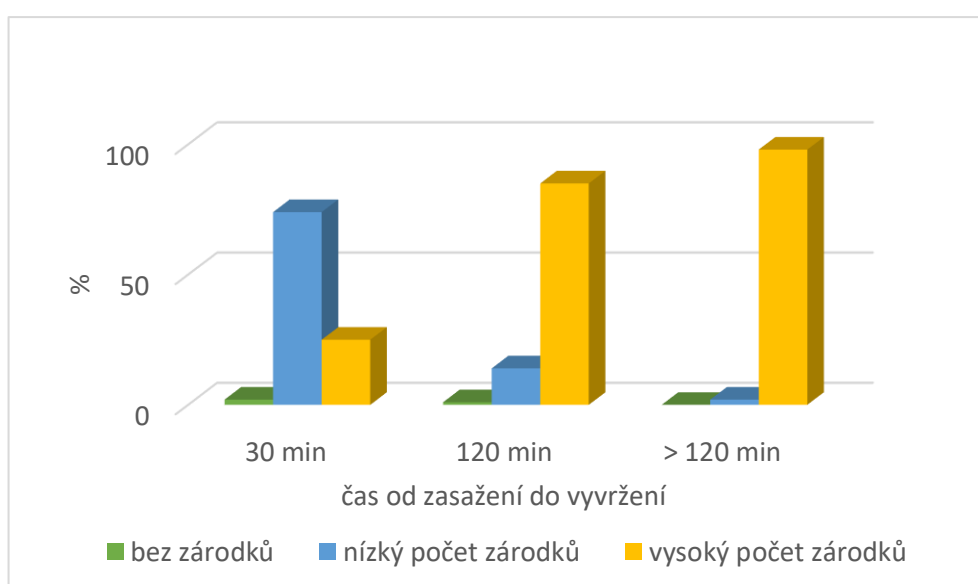
dojít k těžkému poranění u lovené zvěře a nemožnosti následné rychlé dohledávky (Forejtek, 2009). Zásah na hlavu, na dutinu břišní, na kýty, na běhy a na hřbet se označuje jako rána nemyslivecká (Drmota, 2011). Nejrizikovější z hlediska mikrobiální kontaminace je zásah na dutinu břišní neboli „na měkko“ (Vodňanský, 2008). Zásah do břišní oblasti vede k uvolnění trávicího obsahu a závažné kontaminaci svaloviny, je důležité v co nejkratším čase provést vyvržení uloveného kusu (Graf 1.4; Sauvala et al., 2019).

Graf 1.3: Mikrobiální zatížení svaloviny (v %) v případě zásahu na komoru v závislosti na čase



(upraveno dle Forejtek, 2009)

Graf 1.4: Mikrobiální zatížení svaloviny (v %) v případě zásahu na dutinu břišní v závislosti na čase



(upraveno dle Forejtek, 2009)

Pro zajištění mikrobiologické kvality zvěřiny je rozhodující nejen způsob ulovení zvěře, ale především také to, jakým způsobem bylo provedeno její následné ošetření. Platí zásada, že odborně provedené a hygienicky bezchybné ošetření ulovené zvěře v co nejkratší možné době po ulovení je nejdůležitějším hygienickým požadavkem **(Vodňanský, 2021)**. Bezchybné ošetření ulovené zvěře, které zahrnuje vyvržení trávicího traktu, srdce, ledvin, jater, plic a sleziny, zabraňuje migraci střevních bakterií do dutiny břišní a následně do svaloviny. Správná hygienická praxe zahrnuje rychlé vyvržení během 30-60 minut po zásahu **(Avagnina et al., 2012)**. Vyvržení ulovené zvěře by mělo proběhnout nejlépe ihned na místě, pokud to samozřejmě dovolují světelné a povětrnostní podmínky **(Vodňanský et al., 2009)**. K tomuto úkonu je potřeba zručnost a zkušenosti lovce, znalosti anatomie zvěře a vhodný nástroj, v myslivecké praxi to bývá většinou lovecký nůž. Při vyvrhování je vhodné používat jednorázové rukavice, jejichž použití ochrání lovce před přenosem bakterií z kůže a trávicího traktu zvěřiny a zároveň zamezí sekundární kontaminaci zvěřiny bakteriemi, které se vyskytují na povrchu rukou **(Forejtek, 2009)**.

Usmrcená a ošetřená zvěř musí být v nejkratším možném čase prohlédnuta proškolenou osobou, nebo přepravena do zařízení pro nakládání se zvěřinou včetně hlavy a orgánů **(Vodňanský et al., 2009)**. Veterinární prohlídka či prohlídka proškolenou osobou by měla proběhnout nejpozději do 18 hodin od ulovení **(Červenka, 2003)**.

Ulovená zvěř musí být řádně označena lístkem o původu zvěře a plombou, které zajišťují možnost identifikace **(Vodňanský et al., 2009)**. Proškolená osoba musí přiložit k tělu prohlášení, že nebyly nalezeny žádné neobvyklé znaky a zvěřina je beze změn. Prohlášení musí obsahovat datum, čas a místo usmrcení zvěře. Proškolená osoba má povinnost vést záznamy o počtu a druzích ulovené a následně vyšetřené zvěře, o místě a době jejího ulovení, o výsledcích vyšetření a o tom, kam byla tato zvěř dodána. Tyto záznamy musí uchovávat po dobu minimálně dvou let a v případě potřeby je poskytnout osobám vykonávajícím státní veterinární dozor. V případě, že by ulovená zvěř mohla představovat zdravotní riziko, je proškolená osoba povinna předložit tento kus úřednímu veterinárnímu lékaři, který rozhodne o dalším nakládání s tímto konkrétním kusem, aby nebylo ohroženo zdraví konzumenta **((ES) č. 854/2004)**.

1.4.2 Zrání zvěřiny

V průběhu zrání získává svalovina své specifické organoleptické vlastnosti jako je barva, aroma, textura, křehkost a šťavnatost, a stává se z ní maso. Obecně se jedná o složité biochemické a fyzikální změny, na kterých se podílí proteolytické enzymy přítomné ve svalových buňkách (**Kameník et al., 2014**).

Jako i jiné druhy masa má zvěřina po usmrcení zvířete nevýraznou chuť. Zvěřina získává svou jemnou a specifickou chuť právě v průběhu zrání. V procesu zrání klesá hodnota pH a bílkoviny ztrácejí schopnost vázat vodu, volná voda vystupuje na povrch a tím se zvyšuje vlhkost masa (**Vodňanský et al., 2009**).

První fází zrání je posmrtná ztuhlost (rigor mortis), kdy se svalová vlákna stahují vlivem nedostatku energeticky bohatých fosfátů a ve svalové tkáni se zvyšuje obsah kyseliny mléčné (konečný produkt odbourávání zbytků glykogenu). Tato fáze se objevuje přibližně 4–12 hodin po smrti. Ve druhé fázi klesá pH v důsledku zvýšeného obsahu kyseliny mléčné a dostává se na svou konečnou hodnotu. U zvěřiny je to přibližně na hodnotu 5,4. Takto nízké pH je pro většinu bakterií letální, příp. dochází k omezení jejich růstu. V této fázi vzniká typické aroma zvěřiny a maso získává šťavnatý dojem v důsledku nabobtnání svalových vláken (**Vodňanský et al., 2009**; **Kameník et al., 2014**).

Ve třetí fázi ztrácí maso tuhou konzistenci, a naopak postupně křehne (**Kameník et al., 2014**). Typickou chuť získává maso postupným hromaděním produktů odbourávání bílkovin. Zvěřina by měla viset v chladném prostředí (max do +7 °C) po dobu několika dní, aby získala jemnost a plnou chuť. U starších kusů je uváděno 5 až 7 dní (**Vodňanský et al., 2009**).

Po vrcholu zrání dochází k postupné autolýze, kdy má zvěřina velice výraznou chuť, je lehce mazlavá na povrchu, někdy může mít nazelenalý nádech. Toto maso, které je již přezrálé – s označením „haut gout“, se běžně vyřazuje z prodeje. Někteří gurmáni jej ovšem považují za kulinářskou specialitu. S pokračující autolýzou již dochází k nežádoucím změnám, jako je zapaření, osliznutí až plesnivění (**Červenka, 2003**).

1.4.3 Skladování a chlazení zvěřiny

S pomalu rostoucí popularitou zvěřiny mezi spotřebiteli rostou i nároky na její mikrobiologickou kvalitu, proto je nezbytné podchytit všechny kritické body

kontaminace v průběhu jejího skladování. Důležité je rozlišovat mezi zvěřinou, která byla čerstvě zastřelena a zpracována, a mezi zvěřinou, která byla několik dní skladována v zařízení pro uchovávání těl volně žijící zvěře, protože to může být jedním z faktorů ovlivňujících mikrobiologickou kvalitu masa (**Atanassova et al., 2008**).

Ulovená a ošetřená zvěř musí být v přiměřeném čase přepravena do skladovacího zařízení a musí být zahájen proces chlazení. Teplota ve všech částech masa by neměla překročit 7 °C. Během přepravy nesmí být těla zvěře navrstvena na sobě (**ES č. 854/2004**). Podmínky pro uskladnění ulovené zvěře záleží na předpokládané době uskladnění, způsobu ulovení a ošetření a také na druhu zvěře. Mezi nejdůležitější parametry při skladování masa zvěřiny patří zejména stálá skladovací teplota, relativní vlhkost vzduchu a přístup kyslíku či světla (**Červenka, 2003**). Teploty a počet dnů skladování se mezi druhy zvěře liší. Spárkatá zvěř se může skladovat při teplotě 0 °C až +7 °C po dobu jednoho týdne, při teplotě 0 °C až +1 °C až 15 dnů. Drobná zvěř se skladuje jeden týden při teplotách 0 °C až 4 °C (**Vodňanský et al., 2009**). Ideální relativní vlhkost, která se v chladírenských skladech udržuje, je 70 až 80 %, aby nedocházelo k plesnivění a kažení masa (**Červenka, 2003**). Při skladování zvěřiny se na těle většinou nechává kůže nebo peří, aby nedocházelo k nadměrnému vysychání masa (**Vodňanský et al., 2009**).

V případě skladování zvěřiny při mrazírenských teplotách platí stejné podmínky jako u masa hospodářských zvířat. Minimální teploty, které musí být při skladování hluboce zmrazeného masa zajištěny se pohybují mezi -12 °C až -18 °C (**Paulsen a Winkelmayr, 2004**). Délka skladování je závislá na skladovací teplotě. Maso černé zvěře, bažantů a zajíců je možné skladovat při teplotě -16 °C až -18 °C šest měsíců, maso srnčí nebo jelení při stejných teplotách lze skladovat jen tři měsíce (**Červenka, 2003**). Mražení zvěřiny v kůži a peří je neobvyklé a pro tržní síť nepřijatelné. Výjimkou je, pokud si lovec neopracovanou zvěř ponechá pro své účely ve vlastním mrazícím zařízení (**Forejtek, 2009**).

Dle Vyhlášky **č. 289/2007 Sb.**, o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, zařízení pro uchování těl volně žijící zvěře, které prodává anebo dodává těla ulovené volně žijící zvěře do podniku zpracovávající zvěřinu, musí být registrováno a musí splňovat požadavky **ES č. 852/2004**.

2 Cíle

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit mikrobiologickou kvalitu u vybraných druhů zvěřiny v závislosti na vybraných faktorech.

3 Materiál a metodika

3.1 Odběry vzorků

Celkem proběhlo šest odběrů vzorků v těchto termínech: 1. (25. 10. 2020), 2. (8. 11. 2020), 3. (15. 11. 2020), 4. (29. 11. 2020), 5. (24. 1. 2021) a 6. (14. 2. 2021). Vzorky zvěřiny byly získány v zařízení pro uchovávání těl volně žijící zvěře zemědělského podniku ZEMSPOL Dešná, s.r.o.

Odběry vzorků zvěřiny

Ke zhodnocení mikrobiologické kvality zvěřiny byly použity vzorky od spárkaté zvěře (jelen evropský, srnec obecný a prase divoké) odebrané ze stehenní svaloviny a svaloviny bránice v množství 10 g/vzorek (**Obrázek 3.1**). Vzorky byly získány destruktivní metodou a způsobem, který zamezil jejich sekundární kontaminaci. Odběry byly prováděny v jednorázových rukavicích pomocí sterilního náčiní. Následně byly vzorky umístěny do odběrových sáčků s rychlouzávěrem, které byly označeny číslem vzorku, popisem druhu zvěře, druhu odebíraného materiálu a datem odběru. Po každém odebraném vzorku bylo veškeré náčiní ošetřeno 70% ethanolem. Odběr materiálu začínal výběrem vhodného místa stehenní svaloviny a bránice, které nebylo znečištěné. Svrchní vrstva (0,5 cm) byla odstraněna seříznutím z důvodu předpokládané vysoké kontaminace. Teprve poté následoval vlastní odběr vzorku.

Obrázek 3.1: Místa odběru vzorků z prasete divokého (A – svalovina bránice, B – stehenní svalovina)



Odběr vzorků prostředí chladicího zařízení

1) Stěry z ploch

Vzorky z prostředí chladicího boxu byly odebírány pomocí sterilní hliníkové šablony (rozměr 10 x 10 cm) a sterilních odběrových tampónů. Stěr byl proveden několika různými tahy v celé ploše šablony a odběrový tampón následně uložen do zkumavky se sterilním fyziologickým roztokem.

2) Stěr z předmětu

Vzorky stěrů z předmětu (hák na zavěšení ulovené zvěře) byly provedeny pomocí sterilních odběrových tampónů. Hák byl setřen několika různými tahy ve spodní zahnuté části a odběrový tampón byl následně uložen do zkumavky se sterilním fyziologickým roztokem.

3) Spady z ovzduší

Pro posouzení mikrobiální kvality ovzduší byla provedena spadová technika, kdy byly v chladicím boxu rozmístěny kultivační plotny s příslušným kultivačním médiem, tj. masopeptonový agar (MPA) pro celkový počet mikroorganismů, Endův agar (EA) pro koliformní bakterie a Sabouraud agar (SA) pro kvasinky a plísně. Doba expozice byla jednu minutu.

3.2 Mikrobiologická analýza vzorků

Vzorky byly zpracovány v laboratoři Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů. Mikrobiologická analýza vzorků svaloviny (bránice, stehenní) zahrnovala následující indikátorové skupiny: celkový počet aerobních mikroorganismů (CPM), počet psychrotrofních mikroorganismů (PTM), počet koliformních bakterií (KB) a počet kvasinek a plísní (KP). Příprava a zpracování vzorků zvěřiny bylo provedeno podle ČSN EN ISO 7218. Kultivace probíhala za normami stanovených podmínek (**Tabulka 3.1**).

Mikrobiologická analýza vzorků odebraných z prostředí zahrnovala stanovení CPM, PTM a KB, a v případě spadu z ovzduší navíc KP. Příprava a zpracování vzorků z prostředí a spadů ovzduší byla provedeno podle ČSN EN ISO 7218.

Tabulka 3.1: Sledované indikátorové skupiny mikroorganismů, včetně použité kultivační půdy a kultivačních podmínek

Indikátorové skupiny	Kultivační půda (zkratka)	Kultivační podmínky		Technická norma
		Teplota (°C)	Počet dní	
CPM	Plate Count Agar (PCA)	30	3	ČSN ISO 4833
PTM	Plate Count Agar (PCA)	6,5	10	ČSN ISO 17410
KB	Violet Red Bile Agar with Lactose (VČŽL)	30	1–2	ČSN ISO 4832
KP	Sabouraud Dextrose Agar (SA)	20–25	5–7	ČSN ISO 21527

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísně

Vyhodnocení

Pro výpočet byla použita následující rovnice:

$$\frac{\sum C}{V (n_1 + 0,1n_2 + 0,01n_3) \cdot d}$$

- $\sum C$ = součet všech kolonií ze všech počítaných misek
- V = objem inokula v ml očkovaného na každou z ploten
- n_1, n_2, n_3 = počet misek vybraných k výpočtu z (prvního, druhého a třetího) zvoleného ředění

-
- d = ředící faktor, který odpovídá prvnímu ředění použitému pro výpočet

Výsledky byly zaokrouhleny a uvedeny v intervalu 1,0 – 9,9. Měrnou jednotkou je KTJ (počet kolonií tvořících jednotky) v 1 g vzorku. Dále byly výsledky zpracovány v programu Microsoft Excel a pomocí funkce LOG převedeny na logaritmy, jednotkou tedy jsou log KTJ/g.

Po uplynutí doby kultivace vzorků spadů z ovzduší byly spočítány vyrostlé kolonie mikroorganismů a byl vypočten jejich aritmetický průměr. Výsledky byly přepočítány na plochu 100 cm² a dobu expozice 10 minut dle rovnice:

$$\frac{K \cdot 10}{P \cdot T} \cdot 100$$

- K = aritmetický průměr počtu kolonií na miskách
- P = plocha misky (cm²)
- T = délka expozice (min)

Po uplynutí doby inkubace vzorků stěrů z prostředí a předmětu byly spočítány všechny vyrostlé kolonie a byl vypočten jejich aritmetický průměr. Výsledky byly uvedeny jako počet mikroorganismů na 100 cm².

3.3 Vybrané faktory

Sledováno bylo šest faktorů, které mohou ovlivňovat mikrobiologickou kvalitu zvěřiny – tři vnitřní (druh, věk, pohlaví) a tři vnější (místo zásahu, místo odběru, délka skladování) (Tabulka 3.2).

Tabulka 3.2: Rozdělení četností vzorků (n = 76) do jednotlivých kategorií sledovaných faktorů

	Kategorie	n	%
Vnitřní faktory			
Druh	Jelen evropský	4	5
	Srnec obecný	4	5
	Prase divoké	68	90
Věk	≤ 0,5 roku věku	20	26
	≤ 1 roku věku	48	63
	≥ 1 rok věku	8	11
Pohlaví	Samec	40	53
	Samice	36	47
Vnější faktory			
Místo zásahu	Odborný zásah	52	68
	Neodborný zásah	24	32
Místo odběru	Stehenní svalovina	38	50
	Svalovina bránice	38	50
Délka skladování	Délka skladování 1–3 dny	64	84
	Délka skladování 4–6 dní	12	16

Vysvětlivky: odborný zásah (komora, páteř, hlava či krk) vs. neodborný zásah (dutina břišní)

Statistické hodnocení

Statisticky byly výsledky zpracovány v programu TIBCO Statistica 13.5. Pomocí programu byly vypočítány základní statistické charakteristiky, tj. průměr, směrodatná odchylka. Ke zjištění statistické odlišnosti vzorků byl použit Studentův dvouvýběrový t – test.

4 Výsledky a diskuse

Aktuální zahraniční studie uvádí, že mikrobiologickou kvalitu zvěřiny ovlivňují hlavně faktory před a v průběhu jejího získávání, často je zmiňován zdravotní stav volně žijící zvěře, místo zásahu zvěře při lovu, způsob a čas mezi výstřelem a provedením prvotního ošetření, skladování a následná manipulace s již ulovenými kusy (Cifuni et al., 2014; Borilova et al., 2016; Russo et al., 2016; Mirčeta et al., 2017; Branciarri et al., 2020; Orsoni et al., 2020).

Výsledky této diplomové práce hodnotí vliv vnějších i vnitřních faktorů na výslednou mikrobiologickou kvalitu zvěřiny. Posuzována byla také mikrobiologická čistota zařízení pro uskladňování ulovených kusů zvěře.

4.1 Zhodnocení mikrobiologické kvality zvěřiny

Celkový počet mikroorganismů (CPM) zahrnuje mezofilní aerobní a fakultativně anaerobní mikroorganismy (bakterie, kvasinky a plísně) a nejlépe vystihuje stupeň mikrobiální kontaminace v dané poživatině (Burdychová a Sládková, 2007). Hodnoty CPM se ve vyšetřovaných vzorcích zvěřiny pohybovaly v rozpětí od 0,00 log KTJ/g do 8,11 log KTJ/g s průměrnou hodnotou 6,08 log KTJ/g (Tabulka 4.1). Variační koeficient je 17,93 %, to znamená, že variabilita mezi vzorky je vyšší a aritmetický průměr v tomto případě slouží pouze jako orientační údaj. Stejně tomu bylo i u hodnot psychrotrofních mikroorganismů (PTM) a kvasinek a plísní (KP), kde je variační koeficient vyšší než 10 %.

Psychrotrofní mikroorganismy patří mezi mezofilní bakterie, které mají schopnost růst i při chladničkových teplotách (1–7 °C) a jsou označovány jako indikátory mikrobiálního kažení potravin, které jsou skladovány při nízkých teplotách (Vlková et al., 2009). Hodnoty PTM se pohybovaly v rozpětí od 0,00 KTJ/g do 8,48 KTJ/g s průměrnou hodnotou 6,07 log KTJ/g.

Přítomnost koliformních bakterií v potravinách vypovídá o správné hygienické praxi v celém procesu získávání, tj. od postupů zpracování, chlazení až po správnost sanitace náradí a zařízení (Görner et al., 2004). Jedná se o gramnegativní, fakultativně anaerobní nebo aerobní tyčinky z čeledi *Enterobacteriaceae* (Burdychová a Sládková, 2007). Hodnoty KB se ve vzorcích pohybovaly v rozpětí od 0,00 KTJ/g do 7,28 KTJ/g s průměrnou hodnotou 3,30 log KTJ/g. Hodnota variačního koeficientu je 85,23 %, což je vysoká míra variability a průměrná hodnota KB nemá v tomto

případě nijak důležitý význam, jelikož se nemusí jednat o typickou hodnotu v souboru analyzovaných vzorků.

Kvasinky a plísně jsou častými původci kažení potravin a mohou produkovat nebezpečné mykotoxiny. Rostou i při velmi nepříznivých podmínkách a jsou relativně nenáročné na živiny (Görner et al., 2004; Vlková et al., 2009). Hodnoty KP se pohybovaly v rozpětí od 0,00 KTJ/g do 7,46 KTJ/g s průměrnou hodnotou 5,18 log KTJ/g.

Tabulka 4.1: Statistické ukazatele (log KTJ/g) mikrobiálního zatížení zvěřiny

	CPM	PTM	KB	KP
<i>n</i>	74	67	68	56
$\bar{x} \pm s_x$	6,08 ± 1,1	6,07 ± 1,4	3,30 ± 2,8	5,18 ± 1,8
<i>Min</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Max</i>	8,11	8,48	7,28	7,46
v_x (%)	17,93	23,55	85,23	34,97

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísně; $\bar{x} \pm s_x$ – průměr ± směrodatná odchylka; v_x – variační koeficient

Hygienické podmínky lovu, a především následné zacházení se zvěří jsou zcela odlišné od podmínek provozu na jatkách. S tím je spojena možnost větší mikrobiální zátěže zvěřiny, protože riziko sekundární kontaminace během vyvržení a jakékoli manipulace ve volné přírodě je neporovnatelně vyšší než při kontrolovatelných podmínkách na jatkách (Borilova et al., 2016).

Legislativa neuvádí přesná mikrobiologická kritéria pro zvěřinu, která je konzumována v domácnosti lovce či slouží pro lokální maloobchodní prodej. Definována jsou pouze mikrobiologická kritéria pro zvěřinu pocházející ze zvěřinového závodu. Tato kritéria jsou určena nařízením (ES) č. 1441/2007, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny, a jsou stejná jako pro jatečně upravená těla skotu, ovcí, koz a koňovitých. Limity pro CPM se pohybují od 3,5 log do 5,0 log KTJ/cm², pro KB od 1,5 log do 2,5 log KTJ/cm². V případě divokých prasat platí stejné limity jako pro domácí prasata: CPM se pohybují od 4,0 log do 5,0 log KTJ/cm²; limity pro KB od 2,0 log do 3,0 log KTJ/cm². Hodnoty uvedené v legislativě slouží pro tuto práci jako orientační údaj, jelikož vzorky byly získány destruktivní metodou odběru 10 g zvěřiny a výsledky jsou uváděny jako počet KTJ v 1 g zvěřiny.

Paulsen a Winkelmayer (2004) uvádí, že se počty mikroorganismů mohou lišit v závislosti na době lovu. Ve své práci zaznamenali nižší průměrné hodnoty CPM

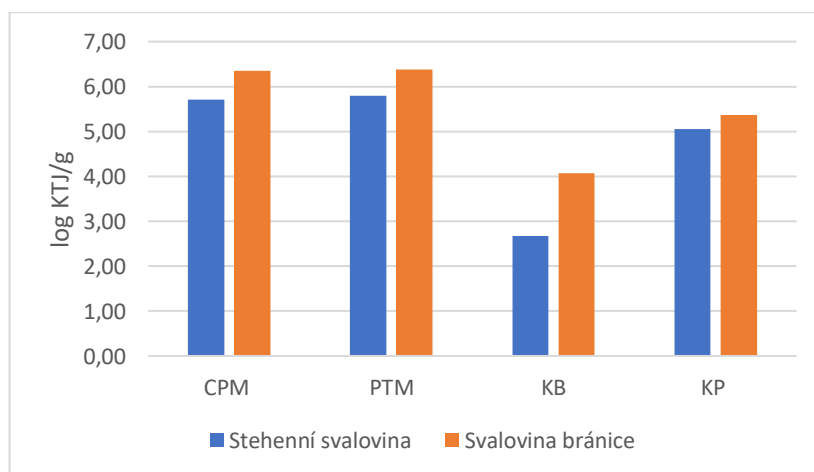
u zvěře ulovené v podzimních a zimních měsících (CPM 4,12 log KTJ/ cm²) oproti zvěři zastřelené v letních měsících (CPM 5,65 log KTJ/ cm²). Naše práce analyzovala vzorky od kusů ulovených v rozmezí října až února. **Russo et al. (2016)**, kteří posuzovali 22 vzorků divokých prasat ulovených v lednu, říjnu a listopadu, zjistili průměrné hodnoty CPM 5,36 log KTJ/g, PTM 4,80 log KTJ/g a průměrná hodnota KB byla 4,32 log KTJ/g.

4.1.1 Vliv místa odběru na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny

Obecně se předpokládá, že svalovina od zdravých zvířat bude sterilní s ohledem na přesnost zásahu, zdravotní stav zvěře a environmentální znečištění (**Gill, 2007; Giuggioli et al., 2017**). Rizikovější z hlediska kontaminace mikroorganismy je dutina břišní. Narušení trávicího traktu (např. při neodborném zasažení, kuchání a vyvržení) vede k uvolnění jeho obsahu do dutiny břišní, kde se mikroorganismy pomnoží a dále migrují do svaloviny (**Vodňanský et al., 2009**). Ve studii **Paulsen a Winkelmayr (2004)** byl detekován vyšší počet bakterií u vzorků svaloviny odebraných z dutiny břišní (CPM 4,54 log KTJ/cm² a KB 3,53 log KTJ/cm²) s viditelnou fekální či environmentální kontaminací v porovnání se vzorky, které byly odebrány z vizuálně čisté dutiny břišní (CPM 3,95 log KTJ/cm², KB 2,36 log KTJ/cm²).

Dle předpokladu byla svalovina bránice více kontaminována (CPM 6,35 log KTJ/g a KB 4,07 KTJ/g) než stehenní svalovina (CPM 5,71 log KTJ/g a KB 2,67 log KTJ/g) (**Graf 4.1**). Výsledky byly statisticky významné ($p < 0,05$; **Tabulka 4.2**).

Graf 4.1: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na místě odběru



Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísně

Tabulka 4.2: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na místě odběru vzorku

	Stehenní svalovina		Svalovina bránice		p
	n	$\bar{x} \pm s_x$	n	$\bar{x} \pm s_x$	
CPM	32	5,71 ± 1,28	34	6,35 ± 0,87	0,0186
PTM	34	5,79 ± 1,65	29	6,38 ± 1,19	0,1143
KB	32	2,67 ± 3,14	32	4,07 ± 2,33	0,0476
KP	28	5,05 ± 1,96	24	5,36 ± 1,79	0,5464

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe; $\bar{x} \pm s_x$ – průměr ± směrodatná odchylka; hladina významnosti ($p < 0,05$)

Ve studii **Atanassova et al. (2008)** autoři ke zhodnocení mikrobiologické kvality zvěřiny odebírali destruktivní metodou vzorky masa v oblasti břicha/boku, prsou, ramene a hrdla u každého kusu zvěře. Zjištěné hodnoty CPM se pohybovaly v rozpětí od 1,0 do 5,7 log KTJ/cm², KB se pohybovaly v rozpětí od 1,7 do 3,5 log KTJ/cm². Pomocí multifaktorové analýzy zhodnotili **Orsoni et al. (2020)** mikrobiální zatížení zvěřiny z divokých prasat. Ke stanovení použili vzorky z hřbetní a stehenní svaloviny odebrané nedestruktivní metodou v období mezi stažením a zráním zvěřiny. Autoři uvádějí, že hodnoty CPM hřbetní svaloviny se pohybovaly v rozpětí od 5,07 do 6,09 log KTJ/cm² s průměrnou hodnotou 5,58 log KTJ/cm²; KB se pohybovaly v rozpětí od 3,00 do 4,00 log KTJ/cm² s průměrnou hodnotou 3,50 log KTJ/cm². Tyto hodnoty byly vyšší než hodnoty stehenní svaloviny, CPM se pohybovaly v rozpětí od 3,25 do 4,28 log KTJ/cm² s průměrnou hodnotou 3,76 log KTJ/cm² a hodnoty KB se pohybovaly v rozpětí od 1,34 do 2,05 log KTJ/cm² s průměrnou hodnotou 1,69 log KTJ/cm². Nedestruktivní metoda odběru byla využita také ve studii **Mirčeta et al. (2017)**, kteří posuzovali mikrobiální kontaminaci masa divokých prasat ze stěrů z kýty, boku a dvou oblastí hrudníku. Uvádějí hodnoty CPM v rozpětí od 2,0 do 8,4 log KTJ/cm² s průměrnou hodnotou 5,2 log KTJ/cm²; hodnoty KB v rozpětí od 0,3 do 6,8 log KTJ/cm² s průměrnou hodnotou 3,6 log KTJ/cm². Tým **Branciara et al. (2020)**, který hodnotil mikrobiologickou kvalitu srnčího masa, odebíral vzorky o velikosti 5 cm² destruktivní metodou ze čtyř různých částí, tj. z kýty, přední nohy, hrudníku a z boku a uvádí průměrnou hodnotu CPM 3,5 log KTJ/cm²; KB 2,5 log KTJ/cm².

Dle srovnání několika zahraničních studií jsou nejběžnějšími místy odběru vzorků oblast hřbetní svaloviny a svalovina zadní a přední nohy. Ve většině prací byla využita až čtyři místa pro odběr vzorků, aby bylo dosaženo reprezentativních výsledků.

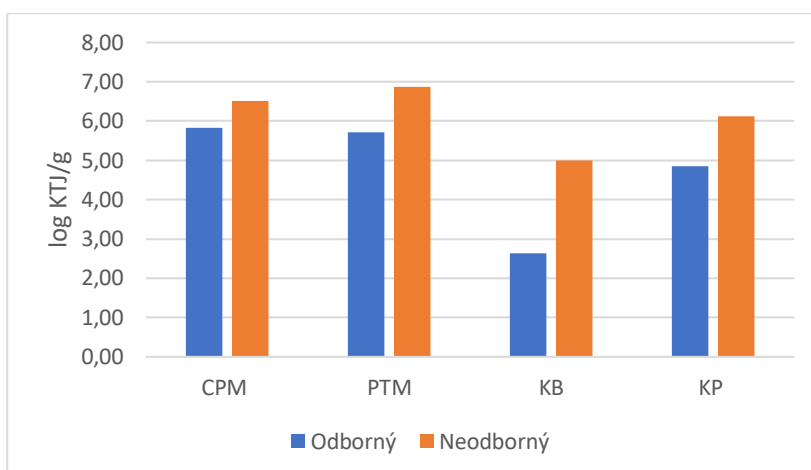
4.1.2 Vliv místa zásahu na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny

Obecně se uvádí, že zásah na jakémkoliv místě za bránicí (zásah na dutinu břišní) přináší vyšší riziko mikrobiální kontaminace než zásah na srdce, hlavu, krk, páteř (**Giuggioli et al., 2017; Vodňanský, 2021**). Podle lovecké praxe se za odborný zásah považuje zásah na komoru, páteř, hlavu, krk a za neodborný zásah na dutinu břišní. V naší studii byly tudíž vytvořeny dvě kategorie. Hodnota CPM u vzorků od zvěře neodborně zasažené (30,3 %) byla 6,52 log KTJ/g, tedy o 0,69 log KTJ/g vyšší než u vzorků odborně zasažené zvěře (**Graf 4.2**). Vyšší nárůsty sledovaných mikroorganismů byly zaznamenány u všech vzorků v kategorii s neodborným zásahem. Rozdíly mezi odborným a neodborným zásahem byly statisticky významné ($p < 0,05$; **Tabulka 4.3**).

Předpoklad o vyšší mikrobiální zátěži v případě neodborně zasažené zvěře potvrzuje i práce **Atanassova et al. (2008)**, která uvádí, že z 289 vzorků vysoké srstnaté zvěře bylo 17 % neodborně zasaženo a jejich hodnoty CPM se zvýšily o 0,6 až 1,5 log KTJ/cm² oproti vzorkům získaným z odborně zasažené zvěře. Nárůst hodnot KB se pohyboval v rozpětí od 0,6 až 0,7 log KTJ/cm². Ve studii **Mirčeta et al. (2017)** porovnávali vliv místa zásahu na hodnoty CPM a KB u 210 vzorků divokých prasat, z nichž 34,8 % bylo zasaženo neodborně. Nárůst hodnot byl pouze o 0,2 log KTJ/cm² u CPM a o 0,3 log KTJ/cm² u KB a nebyl tedy považován za statisticky významný. Autoři k výsledkům dodávají, že nevyhovující ošetření zvěře (např. špatná hygienická praxe během vyvržení nebo mytí kůže a vnitřku dutiny vyvrženého kusu) mohlo zastiňovat neblahý dopad neodborného zásahu na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny.

Sales a Kotrba (2013) uvádí, že při zásahu dutiny břišní dochází ke znečištění masa obsahem trávicího traktu, který je považován za zdroj fekální kontaminace. Dle práce **Gill (2007)** zásah na dutinu břišní má přímý vliv na vyšší nárůst mikroorganismů, hlavně tedy na hodnoty KB. **Avagnina et al. (2012)** ve své práci nezaznamenali žádný statisticky významný rozdíl pro hodnoty KB mezi odborně a neodborně zasaženou zvěří a uvádí tedy, že vyšší hodnoty KB pravděpodobněji souvisí s nesprávnými postupy vyvržení zvěře.

Graf 4.2: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na místě zásahu



Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe

Tabulka 4.3: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na místě zásahu (odborný zásah – komora, hlava, krk; neodborný zásah – dutina břišní)

	Odborný zásah		Neodborný zásah		p
	n	$\bar{x} \pm s_x$	n	$\bar{x} \pm s_x$	
CPM	46	5,83 ± 1,13	20	6,52 ± 0,98	0,0213
PTM	44	5,72 ± 1,42	19	6,87 ± 1,30	0,0038
KB	44	2,63 ± 2,90	20	5,00 ± 1,87	0,0014
KP	38	4,85 ± 2,01	14	6,12 ± 0,96	0,0278

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe; $\bar{x} \pm s_x$ – průměr ± směrodatná odchylka; hladina významnosti ($p < 0,05$)

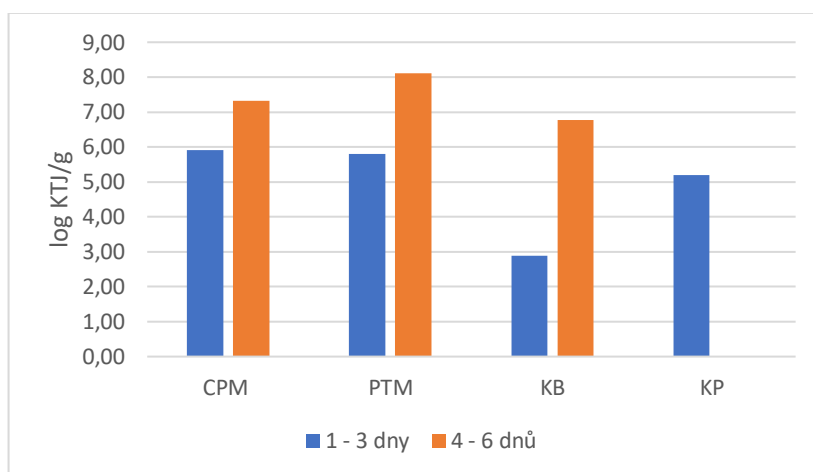
4.1.3 Vliv délky skladování na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny

Branciarri et al. (2020) uvádí, že délka a podmínky skladování výrazně ovlivňují výslednou mikrobiologickou kvalitu zvěřiny. Analýzy zvěřiny pocházející z vysoké srstnaté zvěře s délkou skladování kratší než 24 hodin potvrdily velmi nízkou přítomnost mikroorganismů, splňující mikrobiologická kritéria (**Atanassova et al., 2008; Avagnina et al., 2012**). Dle **Gill (2007)** se mikrobiologická skladba na povrchu a vně masa během skladování vyvíjí a závisí na podmínkách skladování a na vnitřních biochemických vlastnostech masa.

Podmínky skladování ulovených kusů zvěře v naší studii odpovídaly Vyhlášce č. **289/2007 Sb.**, konkrétně teplota skladování nepřekročila 7 °C a ulovené kusy nebyly skladovány déle než jeden týden.

Odebrané vzorky zvěřiny byly rozděleny na vzorky s délkou skladování 1–3 dny a 4–6 dní. Průměrné hodnoty pro jednotlivé indikátorové skupiny mikroorganismů se zvyšovaly s prodlužující se dobou skladování. Průměrná hodnota CPM byla po 4–6 dnech skladování o 1,41 log KTJ/g vyšší než u vzorků skladovaných 1–3 dny. Průměrné hodnoty PTM se zvýšily o 2,3 log KTJ/g a v případě KB byl zaznamenán nejvyšší nárůst ze všech indikátorových mikroorganismů, a to o 3,89 log KTJ/g (Graf 4.3). Byl prokázán statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi délkou skladování a jejím vlivem na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny (Tabulka 4.4).

Graf 4.3: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na délce skladování



Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísně

Tabulka 4.4: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na délce skladování

	Jeden až tři dny		Čtyři až šest dnů		p
	n	$\bar{x} \pm s_x$	n	$\bar{x} \pm s_x$	
CPM	60	5,91 ± 1,10	6	7,32 ± 0,15	0,0029
PTM	56	5,81 ± 1,36	7	8,11 ± 0,22	0,0000
KB	56	2,88 ± 2,69	8	6,77 ± 0,29	0,0001
KP	52	5,19 ± 1,87	-*	-*	-*

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísně; $\bar{x} \pm s_x$ (průměr ± směrodatná odchylka); hladina významnosti ($p < 0,05$)

* Některé hodnoty nebylo možné statisticky zpracovat.

Ve studii **Borilova et al. (2016)** sledovali vliv teploty (0 °C; 7 °C; 15 °C) a délky skladování (21 dní) na mikrobiologickou kvalitu masa divokých prasat. Autoři uvádí, že statisticky významný rozdíl zaznamenali poslední den experimentu u zvěřiny skladované při 15 °C (5 log KTJ/g) v porovnání s nižšími teplotami (2 log KTJ/g).

Hodnoty PTM zůstávaly po celou dobu experimentu při všech skladovacích teplotách na nízké úrovni. Nejvyšší hodnotu PTM (3,5 log KTJ/g) zaznamenali poslední den experimentu při skladovací teplotě 15 °C. Autoři získané výsledky porovnávali s doporučenými hodnotami v ČSN 56 9609 pro čerstvé porcované maso a zjistili, že maso divokých prasat lze považovat za mikrobiologicky uspokojivé i po 3 týdnech skladování při teplotě do 15 °C.

Vysoká míra mikrobiálního zatížení zvěřiny v naší studii mohla být ovlivněna tím, že zvěř byla po celou dobu skladována v kůži. Zvěřina bývá často kontaminována mikroorganismy z kůže při procesu získávání, skladování i stahování (Casoli et al., 2005; Gill, 2007; Hutařová et al., 2014, Orsoni et al., 2020). Dle práce Branciarri et al. (2020) byla nejvyšší průměrná hodnota CPM u srnčího masa v kůži po šesti dnech skladování – 4,0 log KTJ/cm² a KB 2,9 log KTJ/cm². Dále uvádí, že statisticky nejvýznamnější vliv na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny měla právě délka skladování nestažené zvěře v chladicím boxu sběrného místa. Některé studie uvádějí vyšší průměrné hodnoty CPM a KB, pokud je prodloužena doba mezi skladováním a stažením kůže ulovené zvěře, navzdory tomu, že ulovená zvěř je skladována v chladicím zařízení (Casoli et al., 2005; Orsoni et al., 2020). Skladování ulovené zvěře v kůži je v myslivecké praxi zcela běžné, důvodem je přesvědčení o tom, že zvěřina zraje lépe v kůži a vhodnější jsou i podmínky pro manipulaci a transport zvěřiny do zvěřinového závodu. Soriano et al. (2016) uvádí, že zvěřina zrající v kůži po dobu nejméně 24 hodin při 10 °C má intenzivnější sensorické vlastnosti, zmiňuje zejména chuť, která se stává specifickou v průběhu zrání. Zrání po dobu 72 hodin vyvolá ztmavnutí zvěřiny a změny v textuře.

4.1.4 Vliv pohlaví na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny

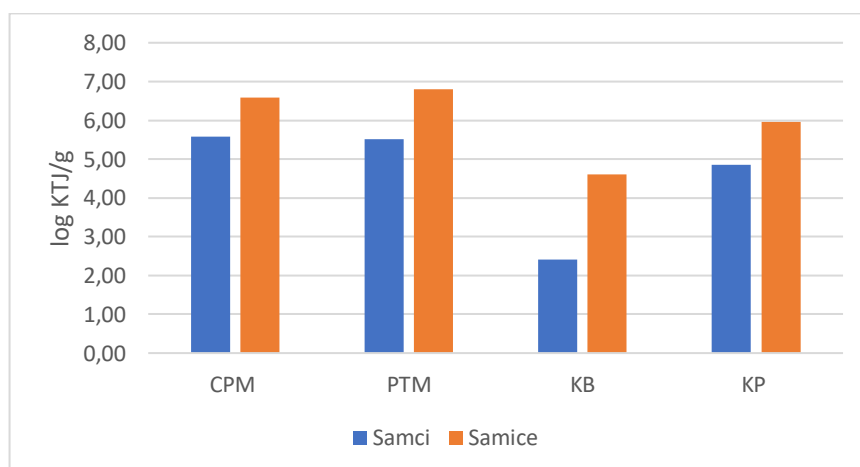
Stella et al. (2018) uvádí, že u zvěře s vysokým pohlavním dimorfismem, jako jsou divoká prasata, může dojít s přibývajícím věkem k vyššímu mikrobiálnímu zatížení zvěřiny samců, protože jejich váha je vyšší než u samic. Obecně je s těžšími kusy zvěřiny náročnější manipulace a ta může komplikovat prvotní ošetření.

V naší studii byly vyšší průměrné hodnoty všech indikátorových skupin mikroorganismů zaznamenány u samic (Graf 4.4). Průměrná hodnota CPM byla u samic vyšší o 1,01 log KTJ/g než u samců, hodnota PTM byla vyšší o 1,27 log KTJ/g. Průměrná hodnota KB u samic vzrostla o 2,2 log KTJ/g a byla v porovnání

s hodnotou samců téměř dvojnásobná a rozdíl průměrných hodnot KP byl u samic o 1,11 log KTJ/g vyšší než u samců. Hladina významnosti ($p < 0,05$) poukazuje na to, že v naší práci je statisticky významný rozdíl v mikrobiologické kvalitě mezi samci a samicemi (Tabulka 4.5).

Russo et al. (2016), kteří porovnávali mikrobiologickou kvalitu zvěřiny z prasete divokého v závislosti na pohlaví, nezjistili žádné statisticky významné rozdíly. **Sauvala et al. (2019)** zjistili, že samci byli častěji kontaminováni *Escherichia coli* než samice. Uvedené vysvětlují tím, že samci bývají těžší a je tedy i vyšší riziko kontaminace. Z výsledků prací uvedených autorů vyplývá, že věk, pohlaví a váha zvěře se navzájem ovlivňují a tím ovlivňují i celkovou mikrobiologickou kvalitu. V naší práci nebyl sledován faktor váhy ulovené zvěře, což by mohlo být vhodným podnětem k další mikrobiologické analýze vnitřních faktorů zvěřiny. V naší studii mohou být hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů u samic ovlivněny dalšími posuzovanými faktory.

Graf 4.4: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na pohlaví



Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe

Tabulka 4.5: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na pohlaví zvěře

	Samec		Samice		P
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_x$	
CPM	36	5,58 ± 1,10	30	6,59 ± 0,90	0,0002
PTM	36	5,52 ± 1,33	27	6,79 ± 1,36	0,0004
KB	36	2,41 ± 2,67	28	4,61 ± 2,58	0,0015
KP	36	4,85 ± 2,10	16	5,96 ± 0,87	0,0483

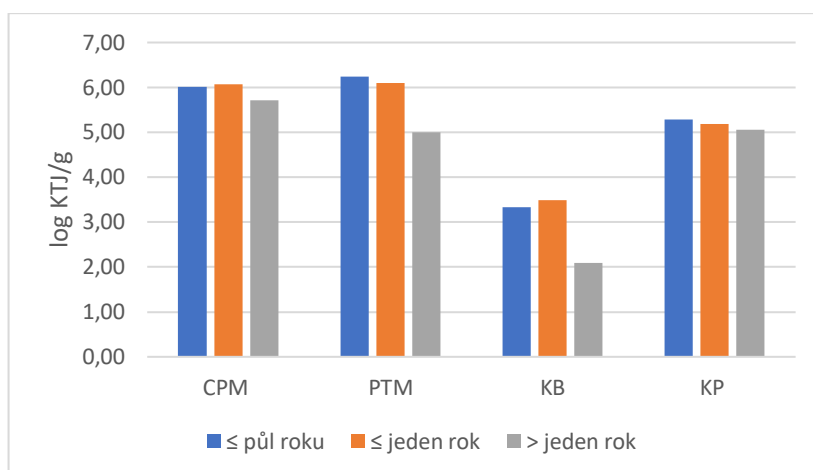
Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe; $\bar{x} \pm s_x$ – průměr ± směrodatná odchylka; hladina významnosti ($p < 0,05$)

4.1.5 Vliv věku na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny

Optimální věk hospodářských zvířat pro porážku je předem stanoven a dodržen, toho však nelze docílit u volně žijící zvěře, u níž doba odlovu je limitována loveckou sezónou a legislativou (Bykowska, 2018). Volpelli et al. (2003) uvádí, že nebyl zaznamenán žádný významný vliv věku zvěře na hodnoty pH, které by mohly poukazovat na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny.

Vzorky zvěřiny v naší studii byly rozděleny dle věku zvěře do tří kategorií. Hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů u zvěře do 0,5 roku života a do 1 roku života byly téměř srovnatelné. Průměrná hodnota CPM byla o 0,05 log KTJ/g vyšší u zvěře do 1 roku života než u zvěře do 0,5 roku života, KB byla vyšší o 0,15 log KTJ/g (Graf 4.5). Nejnižší průměrné hodnoty byly zaznamenány u kusů starších než 1 rok, CPM 5,72 log KTJ/g a KB 2,10 log KTJ/g. Nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$) mezi věkovými kategoriemi zvěře (Tabulka 4.6).

Graf 4.5: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na věku



Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe

Tabulka 4.6: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na věku zvěře

	≤ půl roku		≤ jeden rok		> jeden rok		p
	n	$\bar{x} \pm s_x$	n	$\bar{x} \pm s_x$	n	$\bar{x} \pm s_x$	
CPM	14	6,02 ± 0,66	48	6,07 ± 1,27	4	5,72 ± 0,39	0,8382
PTM	14	6,25 ± 1,33	45	6,10 ± 1,53	4	5,00 ± 1,2	0,3157
KB	12	3,34 ± 3,13	48	3,49 ± 2,81	4	2,10 ± 2,43	0,6483
KP	8	5,29 ± 0,24	40	5,19 ± 2,13	4	5,05 ± 0,75	0,9781

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe; $\bar{x} \pm s_x$ – průměr ± směrodatná odchylka; hladina významnosti ($p < 0,05$)

Podobné závěry vyvozuje ze své práce i **Russo et al. (2016)**, který hodnotil mikrobiologický profil u 13 mladých kusů prasete divokého a 9 dospělých jedinců prasete divokého. Autoři nezjistili statisticky významný vliv věku na mikrobiologickou kvalitu masa divokých prasat. Dle práce **Orsoni et al. (2020)** se počet CPM zvýšil s narůstající hmotností divokých prasat, a to mělo vliv na výslednou mikrobiologickou kvalitu. Vzhledem k tomu, že hmotnost se s věkem zvyšuje, lze předpokládat, že starší zvěř bude více kontaminována než zvěř mladší. Tento předpoklad ve své práci vyvrací **Branciari et al. (2020)**, který nezjistil žádný statisticky významný rozdíl ve věkových a hmotnostních skupinách divokých prasat. **Stella et al. (2018)** uvádí, že věk i hmotnost mohly ovlivnit celkovou mikrobiologickou kvalitu zvěřiny, protože hmotnost divokých prasat je obecně spojena s jejich věkem a procesy prováděné na těžších kusech jsou obecně pracnější.

4.1.6 Vliv druhu na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny

Mikrobiální zatížení bylo sledováno u třech druhů spárkaté zvěře, tj. prase divoké, srnec obecný a jelen evropský. Vzhledem k tomu, že nebylo možné zajistit dostatečný počet vzorků pro každý uvedený druh za účelem statistického zpracování, vliv druhu byl hodnocen pouze orientačně.

Vzorky byly shromažďovány v podzimních a zimních měsících, kdy je hlavní sezóna pro lov vysoké srstnaté zvěře. Vznely jsme tedy dotaz na členy příslušného mysliveckého spolku, co by mohlo být hlavním důvodem absence dostatečného počtu zvěře pro odebrání vzorků. Členové spolku uvedli, že vliv mohla mít karanténní opatření, která zakazovala konání společných nahánek a tím celkově utlumila frekvenci lovu.

Průměrné hodnoty CPM byly u prasete divokého 6,04 log KTJ/g, u srnce 6,75 log KTJ/g a u jelena 6,17 log KTJ/g (**Tabulka 4.7**).

Tabulka 4.7: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na druhu zvěře

	Prase divoké		Srnec obecný		Jelen evropský		
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>p</i>
CPM	66	6,04 ± 1,13	4	6,75 ± 0,85	4	6,17 ± 0,12	0,4460
PTM	63	6,07 ± 1,48	-*	-*	4	6,21 ± 0,11	0,8434
KB	64	3,37 ± 2,83	-*	-*	4	2,13 ± 2,46	0,3948
KP	52	5,19 ± 1,87	-*	-*	4	4,98 ± 0,70	0,8204

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe; $\bar{x} \pm s_x$ – průměr ± směrodatná odchylka; hladina významnosti ($p < 0,05$)

* Některé hodnoty nebylo možné statisticky zpracovat.

Dle studie **Atanassova et al. (2008)** byly pozorovány významné rozdíly v hodnotách CPM a KB mezi přežvýkavci a divokými prasaty. Hodnoty CPM srnce a jelena se pohybovaly v rozpětí od 1,0 do 5,7 KTJ/cm² s průměrem 2,6 až 2,9 KTJ/cm²; hodnoty KB se pohybovaly v rozpětí od 1,7 do 2,8 KTJ/cm² s průměrem 2,1 KTJ/cm². Hodnoty CPM divokých prasat se pohybovaly v rozpětí od 1,0 do 5,6 log KTJ/cm² s průměrem 3,2 KTJ/cm²; hodnoty KB se pohybovaly v rozpětí od 1,7 do 3,5 KTJ/cm² s průměrem 2,1 KTJ/cm². Tým **Avagnina et al. (2012)** provedl podobnou mezidruhovou studii a uvádí, že vyšší hodnoty CPM a KB u divokých prasat pravděpodobně souvisí s lovem a/nebo způsoby manipulace, které se u jednotlivých druhů liší. Vzhledem k tomu, že kůže divokých prasat je kvůli etologickým rozdílům silněji kontaminována

než kůže přežvýkavců, může docházet ke křížové kontaminaci masa mikroorganismy přítomnými v kůži (Atanassova et al., 2008).

Zhodnocením mikrobiologické kvality masa divokých prasat se zabýval také tým Russo et al. (2016), který ji hodnotí jako dobrou a maso divokých prasat jako bezpečné, ale přesto upozorňuje na důležitost vhodného zacházení se zvěřinou ve všech fázích řetězce zpracování.

4.2 Monitoring čistoty prostředí zařízení pro uchovávání ulovených těl volně žijící zvěře

Monitoring byl proveden za účelem zhodnocení mikrobiální čistoty prostředí a vyřazení možnosti křížové kontaminace zvěřiny ze vzduchu, předmětů a stěn chladicího boxu. Příznivě nebyla detekována přítomnost KB u vzorků stěrů z háku. Mikrobiální čistota v chladicím boxu byla též uspokojivá, ve vzorcích stěrů nebyla zachycena přítomnost KB, přítomnost PTM byla 1 KTJ/100 cm² a CPM byla 7 KTJ/100 cm² (Tabulka 4.8). Vzorky spadů ovzduší prokázaly intenzitu spadů KP 32 KTJ/100 cm²/10 minut a CPM 138 KTJ/100 cm²/10 minut. Přítomnost KB ve spadech z ovzduší nebyla detekována.

Tabulka 4.8: Výsledky stěrů z chladicího boxu a spadů ovzduší v zařízení pro uchovávání ulovených těl volně žijící zvěře

Stěr v chladicím boxu (KTJ/100 cm ²)		Spady ovzduší (KTJ/ 100 cm ² / 10 minut)	
CPM	7	CPM	138
PTM	1	KP	32
KB	0	KB	0

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísňe

Griffith (2005) uvádí, že úroveň znečištění menší než 2,5 KTJ/cm² po pravidelném čištění a dezinfekci je ve většině případů dosažitelná a že je tato úroveň v souladu s většinou navrhovaných standardů. V současné době nejsou legislativními předpisy stanovené limity přijatelnosti pro vzorky hygieny povrchů. Monitoring je založen na analýze rizik a kritických kontrolních bodů a také na zavedení správné výrobní praxe pro každý produkt a proces (Møretro a Langsrud, 2017). Obecně se uvádí, že mikrobiální zatížení povrchů a zařízení se v různých potravinářských provozech liší

v závislosti na mikrobiální kvalitě suroviny a plánu zpracovatelského závodu (**Evans et al. 2004**).

Ve výrobním procesu je často opomíjeným kritickým bodem atmosférický vzduch výrobního zařízení, přitom potenciální přenos mikroorganismů vzduchem může ovlivnit výslednou jakost a bezpečnost potravin. Kontaminovaný vzduch se často podílí na snižování doby trvanlivosti a může sloužit jako prostředek k přenosu patogenních mikroorganismů (**Kang a Frank, 1989; Evans et al. 2004**). Tým **Vinayananda et al. (2018)**, který hodnotil mikrobiální kvalitu vzduchu pomocí aeroskopu v zařízení pro zpracování masa, uvádí hodnoty CPM 16 KTJ/m³, PTM 1,67 KTJ/m³ a KP 13,33 KTJ/m³. Jednalo se o vzorky zajištěné v chladičím boxu, kde se skladuje již zpracované maso. Vzorky z jatek vykazovaly vyšší hodnoty – CPM 56,67 KTJ/m³, PTM 2,67 KTJ/m³, KP 32,00 KTJ/m³. Dle práce **Nottingham et al. (1974)** kůže a vnitřní orgány poražených zvířat jsou častým zdrojem bakterií přenášených vzduchem na jatkách.

Závěr

Zvěřina je potravina, která v lidském jídelníčku dokonale doplňuje sortiment masa a je v souladu se současnými nutričními a dietními doporučeními. Zhodnocením vlivu vnitřních (druh, věk, pohlaví) a vnějších (místo zásahu, místo odběru, délka skladování) faktorů na výslednou mikrobiologickou kvalitu zvěřiny bylo zjištěno, že:

- ze všech sledovaných faktorů měla statisticky nejvýznamnější vliv ($p < 0,05$) délka skladování. S délkou skladování se zvyšoval počet mikroorganismů, konkrétně při skladování 1 – 3 dny byl počet koliformních bakterií 2,88 log KTJ/g a počet psychrotrofních mikroorganismů 5,81 log KTJ/g, při délce skladování 1 – 4 dní byly zjištěny hodnoty 6,77 log KTJ/g, resp. 8,11 log KTJ/g.
- počty koliformních bakterií byly silně ovlivněny místem zásahu (odborné vs. neodborné). Bylo zjištěno, že počet koliformních bakterií byl u odborně provedeného zásahu (tj. bez narušení trávicího traktu) 2,63 log KTJ/g, u neodborného zásahu byl téměř dvojnásobný – 5,00 log KTJ/g. Vliv místa zásahu na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny byl statisticky významný ($p < 0,05$).
- místo odběru vzorků, které bylo blíže k dutině břišní (svalovina bránice) bylo více kontaminováno koliformními bakteriemi (4,07 log KTJ/g) než stehenní svalovina (2,67 log KTJ/g).
- překvapivým výsledkem bylo, že celkový počet mikroorganismů ve zvěřině pocházející od samic byl vyšší (6,59 log KTJ/g) v porovnání se zvěřinou samců (5,58 log KTJ/g).

Z výsledků naší práce vyplývá, že nejvýznamnější vliv na mikrobiologickou kvalitu zvěřiny měly vnější faktory. Příznivé je, že se jedná o faktory, které lze v procesu získávání zvěřiny ovlivnit. Dodržováním správné lovecké praxe a hygieny při manipulaci se zvěřinou tak lze získat vysoce kvalitní a zdravotně nezávadnou potravinu.

Seznam použité literatury

- ATANASSOVA, V. et al. (2008). Microbiological Quality of Freshly Shot Game in Germany. *Meat Science*, 78 (4): 414–419.
- AVAGNINA, A. et al. (2012). The Microbiological Conditions of Carcasses from Large Game Animals in Italy. *Meat Science*, 91 (3): 266-271.
- BOERS, R. H. et al. (1994). Shelf-life of Vacuum-packaged Wild Boar Meat in Relation to that of Vacuum – Packaged Pork: Relevance of Intrinsic Factors. *Meat Science*, 37 (1): 91–102.
- BORILOVA, G. et al. (2015). Sensory and Microbiological Parameters of Stored Wild Boar Meat. *Procedia Food Science*, 5: 10-13.
- BORILOVA, G. et al. (2016). The Effect of Storage Conditions on the Hygiene and Sensory Status of Wild Boar Meat. *Meat Science*, 118: 71–77.
- BRANCIARI, R. et al. (2020). Effects of Animal, Climatic, Hunting and Handling Conditions on the Hygienic Characteristics of Hunted Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.). *Foods*, 9 (1076): 1–11.
- BRODA, D. M., et al. (2002). The Abattoir Source of Culturable Psychrophilic Clostridium spp. Causing ‘blown pack’ Spoilage of Vacuum-packed Chilled Venison. *Journal of Applied Microbiology*, 93 (5): 817–824.
- BURDYCHOVÁ, R. a SLÁDKOVÁ, P. (2007). Mikrobiologická analýza potravin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7375-116-6.
- BUREŠ, D. et al. (2018) Maso divokých zvířat a jeho role v lidské výživě. *Výživa a potraviny*, 1: 9-13.
- BYKOWSKA, M. (2018). Influence of Selected Factors on Meat Quality from Farm-raised and Wild Fallow Deer (*Dama dama*): A Review. *Canadian Journal of Animal Science*, 98 (3): 405–415.
- CASOLI, C. et al. (2005). Wild Ungulate Slaughtering and Meat Inspection. *Veterinary Research Communications*, 29(2): 89–95.
- CIFUNI, G. F. et al. (2014). Effects of the Hunting Method on Meat Quality from Fallow Deer and Wild Boar and Preliminary Studies for Predicting Lipid Oxidation Using Visible Reflectance Spektra. *European Journal of Wildlife Research*, 60: 519–526.
- ČERVENKA, J. a SAMEK, M. (2003). *Skladování a konzervace zemědělských produktů*. 2. vydání. Credit, Praha. ISBN 80-213-0995-4.

-
- DASZKIEWICZ, T. et al. (2012). The Effect of Gender on the Quality of Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.) Meat. *Small Ruminant Research*, 103: 169–175.
- DRMOTA, J. (2011) *Lov zvěře v našich honitbách*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3644-0.
- EVANS, J.A. et al. (2004). Microbiological Contamination of Food Refrigeration Equipment. *Journal of Food Engineering*, 62: 225-232.
- FOREJTEK, P. (2009). *Správné ošetření a zdravotní posouzení ulovené zvěře: příručka pro mysliveckou praxi*. Středoevropský institut ekologie zvěře, Brno. ISBN 978-80-7305-055-9.
- GILL, C.O. (2007). Microbiological Conditions of Meats from Large Game Animals and Birds. *Meat Science*, 77: 149–160.
- GIUGGIOLI, G. et al. (2017). The Hygiene – Sanitary Control in the Wild Game Meats. *Italian Journal of Food Safety*, 6: 222–224.
- GÖRNER, F. a VALÍK, L. (2004). *Aplikovaná mikrobiologie potravin*. 1. vydání. Malé centrum, Bratislava. ISBN: 8096706497
- GRIFFITH, C. (2005). Improving Surface Sampling and Detection of Contamination. In: Lelieveld, HLM., Mostert, MA., Holah, J., (Eds.). *Handbook of Hygiene*
- HROMAS, J. et al. (2008). *Myslivost*. Matice lesnická s.r.o., Písek. ISBN 978–80–86271–00–2.
- HÚNGARO, H. M., et al. (2016). Blown Pack Spoilage in Vacuum – Packaged Meat: A Review on Clostridia as Causative Agents, Sources, Detection Methods, Contributing Factors and Mitigation Strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 52: 123–138.
- HUTAŘOVÁ, Z. et al. (2014). Effect of Storage Conditions on the Biogenic Amine Content in Wild Boar Meat. *Acta Veterinaria Brno*, 83(1): 61–65.
- INGR, I. (2007) *Základy konzervace potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-110-4.
- KAFALOVA, A. et al. (2003): Mineral Profile of Rabbits after Experimental Addition of Ni a Zn VII. In: *Celoslovensky seminar z fyziologie živočichov*. pp. 124–128.
- KAMENÍK, J. (2014). *Maso jako potravina. Produkce, složení a vlastnosti masa*. VFU, Brno. ISBN 978-80-7305-672-5.
- KANG, Y.I A FRANK, F.J. (1989) Biological Aerosols: A Review of Airborne Contamination and its Measurement in Dairy Processing Plants. *Journal of Food Protection*, 52: 512-524.

-
- KRITZINGER, B., et al. (2003). A Comparison between the Effects of Two Cropping Methods on the Meat Quality of Impala (*Aepyceros melampus*). *South African Journal of Animal Science*, 33: 233–241.
- LAWRIE, R. A. a LEDWARD, D. A. (2006). *Lawrie's Meat Science*. 7. vydání. Woodhead Publishing Limited, Cambridge. ISBN 978-1-84569-159-2.
- LIANOU, A. et al. (2016): Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. In: SUBRAMANIAM, P. (Eds.), *The Stability and Shelf Life of Food*. Druhé vydání, Duxford, UK: Woodhead Publishing. pp. 3–42. ISBN 978-1-84569-495-1.
- LOTOCKÝ, M. a TUREK, K. (2020) Myslivecká statistika 2019/2020. *Myslivost*. 10: 8.
- MEMBRÉ, J. M. et al. (2011). Assessment of Levels of Bacterial Contamination of Large Wild Game Meat in Europe. *Food Microbiology*, 28: 072–1079.
- MIRČETA, J. (2017). Assessment of Microbial Carcass Contamination of Hunted Wild Boars. *European Journal of Wildlife Research*. 8.
- MIRČETA, J. a PETROVIĆ, J. (2020). The Control of Microbial Contamination of Wild Boar Meat. *Balkan Journal of Wildlife Research*, 5 (1): 36-39.
- MONU, E. A. et al. (2016). Plant Essential Oils and Components on Growth of Spoilage Yeasts in Microbiological Media and a Model Salad Dressing. *Food Control*, 65: 73–77.
- MØRETRØ, T. A LANGSRUD, S. (2017). Residential Bacteria on Surfaces in the Food Industry and their Implications for Food Safety and Quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16: 1022–1041.
- NAYA, Y. et al. (2003). Bacteriological and Genetic Assessment of Game Meat from Japanese Wild Boars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 345–349.
- NEETHLING, J. et al. (2016). Factors Influencing the Flavour of Game Meat: A Review. *Meat Science*, 113: 139-153.
- NIELSEN, D. S. et al. (2008). Occurrence and Growth of Yeasts in Processed meat Products— Implications for Potential Spoilage. *Meat Science*, 80 (3): 919–926.
- NOTTINGHAM, P.M. et al. (1974). Microbiology of Beef Processing, I. Beef Dressing Hygiene. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 17 (1): 79-83.
- ODEYEMI, O. A., et al. (2019). Understanding Spoilage Microbial Community and Spoilage Mechanisms in Foods of Animal Origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19: 311-331.

-
- ORSONI, F. et al. (2020). Factors Affecting the Microbiological Load of Italian Hunted Wild Boar Meat (*Sus scrofa*). *Meat Science*, 160: 1–5.
- RAMANZIN, M. et al. (2010). Meat from Wild Ungulates: Ensuring Quality and Hygiene of an Increasing Resource. *Italian Journal of Animal Science*, 9:318-31.
- RUSSO, C. et al. (2016). Fatty Acid and Microbiological Profile of the Meat (*Longissimus dorsi muscle*) of Wild Boar (*Sus scropha scropha*) Hunted in Tuscany. *Italian Journal of Animal Science*, 16 (1): 1–8.
- SALES, J. a KOTRBA, R. (2013). Meat from Wild Boar (*Sus scrofa L.*): A Review. *Meat Science*, 94: 187-201.
- SAMPLES, S. (2005). *Fatty Acids and Antioxidants of Reindeer and Red Deer – Emphasis on Animal Nutrition and Consequent Meat Quality*. Disertační práce, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- SAUVALA, M. et al. (2019). Microbial Contamination of Moose (*Alces alces*) and White-tailed Deer (*Odocoileus virginianus*) Carcasses Harvested by Hunters. *Food Microbiology*, 78: 82-88.
- SORIANO, A. et al. (2006). Proteolysis, Physicochemical Characteristics and Free Fatty Acid Composition of Dry Sausages Made with Deer (*Cervus elaphus*) or Wild Boar (*Sus scrofa*) Meat: A Preliminary Study. *Food Chemistry*, 96 (2): 173–184.
- STANDAROVÁ, E., et al. (2012). The Distribution of Biogenic Amines and Polyamines in Pheasant Meat. *Maso International – Journal of Food Science and Technology*, 1: 63–67.
- STEINHAUSER, L. (2016). Chov zvěře a produkce zvěřiny v ČR. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků*, 6: 8–11.
- STEINHAUSER, L. et al. (1995). *Hygiena a technologie masa*. Last, Brno. ISBN 80- 900260-4-4.
- STEINHAUSER, L. et al. (2000). *Produkce masa*. Last, Tišnov. ISBN 80900260-7-9.
- STELLA, S. et al. (2018). Microbiological Evaluation of Carcasses of Wild Boar Hunted in a Hill Area of Northern Italy. *Journal of Food Protection*, 81: 1519–1525.
- STRAZDIŅA, V. (2013). Nutrition Value of Wild Animal Meat. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 67 (4- 5): 373-377.
- ŠŤASTNÝ, K. et al. (2010). *Zvěř: lovná i chráněná*. Aventinum, Praha. ISBN 978-80-7442-013-9.

-
- TAPIA, M.S., et al. (2007). Effects of Water Activity (a_w) on Microbial Stability: As Hurdle in Food Preservation. In: Barbosa-Cánovas, G. V., Fontana, A. J., Schmidt, S.J., Labuza, T. P. (Eds.), *Water Activity in Foods*. Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists. ISBN:978-0-47037-645-4.
- TROY, D. J. a KERRY, J. P. (2010). Consumer Perception and the Role of Science in the Meat Industry. *Meat Science*, 86: 214–226.
- VERGARA, H., et al. (2003). Conservation of *Cervus elaphus* Meat in Modified Atmospheres. *Meat Science*, 65 (2): 779–783.
- VIGANÒ, R., et al. (2019). Quality Parameters of Hunted Game Meat: Sensory Analysis and pH Monitoring. *Italian Journal of Food Safety*, 8:7724: 55–59.
- VINAYANANDA, C. O. et al. (2018) Analysis of Microbial Quality of the Air in Meat and Dairy Plants by Impaction Technique. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 7 (11): 7–13.
- VLKOVÁ, E., et al. (2009). *Potravinářská mikrobiologie*. 2. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN 978-80-213-1988-2.
- VODŇANSKÝ, M. (2008). Základní faktory ovlivňující kvalitu zvěřiny. *Myslivost*, 6: 18.
- VODŇANSKÝ, M. (2020). Co dělá zvěřinu tak výjimečnou potravinou? *Myslivost*, 9: 58.
- VODŇANSKÝ, M. (2021). Naháňky z pohledu kvality a hygieny zvěřiny. *Myslivost*, 1: 38.
- VODŇANSKÝ, M. et al. (2009). *Hygiena zvěřiny – příručka pro mysliveckou praxi*, 2. vydání. Institut ekologie zvěře VFU, Brno. ISBN 978-80-7305-073-3.
- VOLPELLI, L.A. et al. (2003). Meat Quality in Male Fallow Deer (*Dama dama*): Effects of Age and Supplementary Feeding. *Meat Science*, 65: 555–562.
- WINKELMAYER, R. (2005). *Hygiena zvěřiny – příručka pro mysliveckou praxi*. Institut ekologie zvěře VFU, Brno. ISBN 80-7305-523-6.

Seznam internetových zdrojů

Agrární komora České republiky.cz (2019). Spotřeba potravin – 2018. [online] [cit. 4. 12. 2020]. Dostupné z: <http://www.akcr.cz>

INGR, I. (2003). Atypické zrání a kažení masa. [online] Český svaz zpracovatelů masa [cit. 17. 2. 2021]. Dostupné z: <http://www.cszm.cz>

Ekolist.cz (2020). Myslivci i státní lesnické podniky spustily webové stránky na podporu odbytu zvěřiny. [online] [cit. 21. 1. 2021]. Dostupné z: <https://ekolist.cz>

Seznam legislativních předpisů

ČSN EN ISO 7218. Mikrobiologie potravin a krmiv – Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení.

ČSN ISO 17410. Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda stanovení počtu psychrotrofních mikroorganismů.

ČSN ISO 21527-1. Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísní – Část 1: Technika počítání kolonií u výrobků s aktivitou vody vyšší než 0,95.

ČSN ISO 4832. Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda stanovení počtu koliformních bakterií – Technika počítání kolonií.

ČSN ISO 4833. Mikrobiologie potravin a krmiv – Všeobecné pokyny pro stanovení celkového počtu mikroorganismů. Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004, o hygieně potravin.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví specifické hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 854/ 2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní pravidla pro organizaci úředních kontrol produktů živočišného původu určených k lidské spotřebě.

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1441/2007 ze dne 5. prosince 2007, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny.

VYHLÁŠKA č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství.

VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.

ZÁKON č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon).

ZÁKON č. 449/2001 Sb. o myslivosti v platném znění.

Seznam obrázků

Obrázek 3.1: Místa odběru vzorků z prasete divokého (A – svalovina bránice, B – stehenní svalovina).....	25
---	-----------

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Zástupci srstnaté a pernaté zvěře	8
Tabulka 1.2: Počty odlovené srnčí, černé a jelení zvěře na území České republiky v letech 2010–2020 (v kusech).....	10
Tabulka 1.3: Porovnání obsahu vody, bílkovin a tuku u různých druhů zvěřiny s masem hospodářských zvířat (v g/100 g)	13
Tabulka 1.4: Porovnání obsahu (% /100 g) mastných kyselin u různých druhů zvěřiny s masem hospodářských zvířat.....	14
Tabulka 1.5: Porovnání obsahu (mg/kg) biogenních prvků u různých druhů zvěřiny s masem hospodářských zvířat.....	14
Tabulka 3.1: Sledované indikátorové skupiny mikroorganismů, včetně použité kultivační půdy a kultivačních podmínek.....	26
Tabulka 3.2: Rozdělení četností vzorků (n = 76) do jednotlivých kategorií sledovaných faktorů.....	28
Tabulka 4.1: Statistické ukazatele (log KTJ/g) mikrobiálního zatížení zvěřiny.....	30
Tabulka 4.2: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na místě odběru vzorku.....	32
Tabulka 4.3: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na místě zásahu (odborný zásah – komora, hlava, krk; neodborný zásah – dutina břišní).....	34
Tabulka 4.4: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na délce skladování.....	35
Tabulka 4.5: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na pohlaví zvěře.....	38
Tabulka 4.6: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na věku zvěře	39
Tabulka 4.7: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (log KTJ/g) v závislosti na druhu zvěře.....	40
Tabulka 4.8: Výsledky stěrů z chladicího boxu a spadů ovzduší v zařízení pro uchovávání ulovených těl volně žijící zvěře	41

Seznam grafů

Graf 1.1: Podíl (%) jednotlivých druhů zvěřiny z celkové produkce zvěřiny v České republice za rok 2015 (n = 12 tisíc tun)	11
Graf 1.2: Vývoj spotřeby zvěřiny (kg/osoba/rok) v České republice v letech 2009–2018.....	11
Graf 1.3: Mikrobiální zatížení svaloviny (v %) v případě zásahu na komoru v závislosti na čase	20
Graf 1.4: Mikrobiální zatížení svaloviny (v %) v případě zásahu na dutinu břišní v závislosti na čase.....	20
Graf 4.1: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na místě odběru	31
Graf 4.2: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na místě zásahu	34
Graf 4.3: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na délce skladování.....	35
Graf 4.4: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na pohlaví.....	37
Graf 4.5: Rozdíly v průměrných hodnotách (log KTJ/g) indikátorových skupin mikroorganismů v závislosti na věku	39

Seznam použitých zkratk

CPM – celkový počet mikroorganismů

ČR – Česká republika

EA – Endův agar

HMF – High Moisture Foods

KB – počet koliformních bakterií

KP – počet kvasinek a plísní

KTJ – kolonie tvořící jednotku

MO – mikroorganismy

MPA – masopeptonový agar

MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny

Mze – Ministerstvo zemědělství

PCA – Plate Count Agar

PTM – počet psychrotrofních mikroorganismů

PUFA – polynenasycené mastné kyseliny

SA – Sabouraud Dextrose Agar

SFA – nasycené mastné kyseliny

ÚHÚL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

VČŽL – Violet Red Bile Agar with Lactose