

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv různých typů porážecích linek na výskyt vad vepřového masa (PSE)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: MVDr. Ivan Holko, Ph.D.

Autor: Bc. Lenka Černá

České Budějovice, duben 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Lenka ČERNÁ
Osobní číslo: Z11559
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agropodnikání
Název tématu: Vliv různých typů porážecích linek na výskyt vad vepřového masa (PSE)
Zadávající katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je posoudit vliv různých typů porážecích linek na kvalitativní vady vepřového masa - omračování pomocí elektrického proudu resp. pomocí oxidu uhličitého.

Hypotéza: Šetrnější způsoby omračování prasat vedou k nižšímu výskytu kvalitativních vad masa (PSE).

Výsledky: Tabulkové a grafické zpracování zjištěných údajů a jejich vyhodnocení.

Diskuse: Porovnání dosažených výsledků se zjištěnými literárními údaji.

Závěr: Přehledné shrnutí nejdůležitějších výsledků a doporučení vyplývajících z řešené problematiky.

Seznam použité literatury: V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

Obsah: Uvedení stran jednotlivých kapitol práce.

Rozsah grafických prací: 10-20 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Steinhauser, L. et al.: Produkce masa. LAST, 2000, 464 s.
- Valchař, P.: Kvalita surovin v masné výrobě. Praha: FPBT - VŠCHT, 2003
184 s.
- <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Agromagazín, Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Fleischwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb,

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Konzultant diplomové práce:

MVDr. Ivan Holko, Ph.D.

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, FT

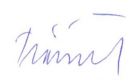
Datum zadání diplomové práce: 12. března 2012

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013


Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
státní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU), elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum

Podpis studenta

Anotace

Hlavním úkolem diplomové práce bylo porovnání různých typů porážecích linek a jejich vliv na výskyt vad vepřového masa se zaměřením na PSE vadu masa. Výzkum byl zaměřen především na porážecí linky, které využívají technologii omračování prasat elektrickým proudem a koncentrovaným plynem CO₂. Při výzkumu byl sledován stupeň zasažení vepřového masa jakostní odchylkou PSE od porážení jatečného zvířete až do rozbourání (cca 48 hodin). Pro posouzení jakostní odchylky masa byly určeny základní identifikační ukazatele pH₁ a ztráta masné šťávy odkapem. Mimo těchto ukazatelů jsme ještě sledovali pH₂₄ a pH₄₈.

Po vyhodnocení sledovaných ukazatelů bylo zjištěno, že vhodnějších hodnot pro jakost masa bylo dosaženo při omračování koncentrovaným plynem CO₂. Průměrná hodnota pH₁ byla u omračování plynem CO₂ vyšší o 0,3 (p < 0,001), hodnota pH₂₄ vyšší o 0,243 (p < 0,001) a průměrné množství odkapu masné šťávy bylo o 2,16% nižší (p < 0,001).

Při vyhodnocení výskytu jakostní odchylky PSE_i a PSE na základě hodnot pH₁ u omračování koncentrovaným plynem CO₂ byl zjištěn nižší výskyt PSE_i o 7,843% a PSE o 1,961% nižší. Na základě ztráty masné šťávy odkapem byl výskyt PSE_i nižší o 23,810 % a PSE vada se vyskytovala o 4,762 % méně.

Klíčová slova: vepřové maso, PSE, CO₂ omračování, pH masa, prase, odkap masné šťávy

Abstrakt

The main aim of the present thesis was to compare different types of slaughter lines and their influence on the occurrence of meat defects with emphasis on PSE defect. The research has been concentrated mainly on the slaughter lines which use the technology of stunning the animals with electricity and concentrated CO₂. The research monitors the rate of PSE defect from the slaughter to the cutting of the pig (approximately 48 hours). For considering the difference in quality of the meat the basic identification indicators of both pH₁ and the draining of meat were created. Furthermore, we monitored pH₂₄ and pH₄₈, too.

Analyzing of the above mentioned indicators shows that stunning with concentrated CO₂ is more suitable with regard to the quality of the meat. The average pH₁ value was 0,3 (p < 0,001) higher, pH₂₄ value was 0,243 (p < 0,001) higher and the average value of meat juice drainage was 2,16% lower (p < 0,001).

The analysis of the PSEi and PSE quality difference based on pH₁ when stunning with the use of concentrated CO₂ shows lower frequency of PSEi (7,843% lower) and PSE (1,961% lower). Based on meat juice drainage, PSEi frequency was 23,810% lower and PSE 4,762 % lower.

Key words: pork, PSE, CO₂, pH meat, pig, dripping meat juices

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování diplomové práce.

Obsah

1.	ÚVOD	9
2.	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
2. 1.	Předporážkové období.....	10
2. 2.	Porážka a následné operace.....	19
2. 3.	Vliv porážky na kvalitu masa.....	24
2. 4.	Stres	25
2. 5.	Charakteristika PSE masa.....	25
2. 6.	Příčiny a mechanismus vzniku PSE masa.....	26
2. 7.	Metody zjišťování PSE masa	27
2. 8.	Přítomnost vody	28
2. 9.	Genotypové vybavení jatečných zvířat	29
2. 10.	Postmortální změny masa.....	29
2. 11.	Abnormální průběh postmortálních změn a jeho stanovení	31
3.	CÍL PRÁCE	33
4.	MATERIÁL A METODIKA.....	34
5.	VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE	37
6.	ZÁVĚR	52
7.	CONCUSION	53
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54

1. ÚVOD

Chov prasat je nedílnou součástí chovu hospodářských zvířat. Obliba tohoto masa je v přímé návaznosti na tradiční českou kuchyni a je v současné době na našem území nejkonzumovanějším masem. Chov prasat je jedno z mála odvětvích živočišné výroby, které není ovlivněno přímou dotační politikou, a proto je řazené mezi odvětví, které je ovlivněno tržním hospodářstvím.

Celková roční světová produkce vepřového masa se pohybuje okolo 88 mil. tun masa a to představuje asi 1,2 miliardy zvířat. Největším chovatelem prasat na světě je v současné době Čína, která chová přes 50 % celosvětových stavů. Z evropských zemí je největším chovatelem Německo, Španělsko, Polsko, Rusko a Francie (*Anonimus*, 2012).

Stejně jako v chovatelsky vyspělých zemích se i v České republice přesouvá šlechtitelský význam kritéria kvality nad kritérium kvantity. Do kvalitativních kritérií spadají složení jatečného těla, nutriční hodnota a chuťové vlastnosti masa. Z tohoto důvodu se šlechtí zejména masná plemena prasat, která disponují vysokou růstovou schopností libové svalové tkáně při zachování vysoké nutriční hodnoty masa. A nedochází u nich ke snížení odolnosti vůči stresovým faktorům. Které by mohly stejně jako typ porážecí linky ovlivnit senzorycké vlastnosti výsledného produktu.

Porážecí linky dosáhly v posledních letech značného vývoje, zejména z pohledu welfare zvířat, automatizace a z toho vyplývající i zlepšení kvality masa.

Již od 11. století je datováno humánní hledisko omračování zvířat při porážce. Nařízení k povinnému omračování bylo vydáno roku 1899, od roku 1902 byla hojně využívaná omračovací pistole (Schermer) využívána dodnes především při domácí porážce. V současné době nejvíce využívané elektrické omračování bylo vyvinuto už v roce 1908, ale prakticky se začalo využívat až v roce 1930 (*Steinhauser et al.*, 2000). Nejnovější technologií omračování a také nejhumánnější je omračování koncentrovaným plynem, ale tento způsob je ekonomicky velice náročný a vzhledem k hospodářské situaci v Evropě se téměř nerozšiřuje.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2. 1. Předporážkové období

Předporážkové období jatečných zvířat je významnou částí produkční vertikály „maso“. Podílí se na ekonomice produkce, na zpracování jatečně upravených těl (JUT) a na jakosti masa. Na tuto oblast je zaměřena pozornost i z hlediska etického, jelikož jatečná zvířata se dostávají do zcela nových situací, které v extrémních případech mohou být posuzovány i jako týrání zvířat (Steinhauser *et al.*, 2000).

- **Lačnost**

Ve většině evropských zemí je běžnou praxí, že se zvířatům 12 – 15 hodin před porážkou nepředkládá krmivo. Z důvodu snížení rizika mikrobiální křížové kontaminace během porážky. Kromě toho je známo, že prasata, která jsou před přepravou na jatky nakrmena, vykazují vyšší úmrtnost během přepravy (Warriss, 1995).

- **Předporážková manipulace**

Předporážková manipulace zahrnuje nakládku, vlastní přepravu, vykládku, míchání neznámých zvířat, ustájení před porážkou a přiháněcí cesta k omračování. Všechny tyto kroky mohou u prasat vyvolávat stres a to buď psychický, nebo fyzický. A jak je známo, jakýkoliv stres před porážkou může negativně ovlivnit kvalitu vepřového masa. Z toho důvodu je zapotřebí používat kvalitní přepravní prostředky, které splňují podmínky welfare a to především větratelnost a hustotu osazení. Dále také přepravní vzdálenost má významný vliv na úroveň stresu (Rosenvold a Andersen, 2003).

- **Předporážkové ustájení na jatkách**

Po vyložení na přijímací rampě jatek a po veterinární prohlídce se zvířata umisťují do přijímacích ohrad nebo přímo do stájí. Obvykle se zvířata nechají a různě dlouhou dobu ustájena na jatkách, aby měla dostatek času na odpočinek a uklidnění a aby se mohla obnovit zásoba glykogenu ve svalovině (Pipek, 1991).

V 70. letech se požadoval dvanáctihodinový odpočinek mezi příjmem a poražením zvířat. Postupně se začalo zjišťovat (z důvodu nauky o etologii zvířat), že zejména u nově vzniklých skupin zvířat dochází k jejich zneklidňování a tím pádem k fyzickému vyčerpání. Čekání zvířat na porážku není v takovémto

případě odpočinkem, ale fyzickou a psychickou zátěží, která se negativně odráží na jakosti masa. Od 90. let až do současnosti převládly názory i praxe, že doba ustájení, u zvířat jejichž přeprava trvala do 2 hodin, postačuje 2 – 3 hodiny (Steinhauser *et al.*, 1995). To potvrzují i Rosenvold a Andersen (2003), kteří uvádějí, že optimální čas se zdá být kolem 2 – 3 hodin. Kdy po cca 2 hodinách dochází u ustájených zvířat k uklidnění. Pipek a Jirotková (2001) rozšiřují interval předporážkového ustájení na 1- 4 hodiny. A dodávají, že zvířata při okamžité porážce po přepravě, tak i zvířata na jatkách dlouhodobě ustájená mohou podléhat zvýšenému vzniku myopatií PSE (světlé, měkké, vodnaté) a DFD (tmavé, tuhé, suché) masa. Při delším pobytu zvířat na jatkách nedochází jen ke vzniku DFD svaloviny, ale i ke ztrátě hmotnosti a poklesu výtěžnosti.

Přiháněcí cesta

Dousek a Malena (2008b) uvádějí, že do prostoru porážky může být jatečné zvíře přivedeno jen v případě, že následuje neprodleně jeho porážka. Pipek a Jirotková (2001) upozorňují ve své publikaci na to, že přihánění na porážku je velmi problematickou částí porážecích linek. Vzhledem k tomu, že zvířata přivedená k omráčení již nemají příležitost se uklidnit a odpočinout si, má stres působící v tomto období vážné důsledky na kvalitu masa. Z tohoto důvodu je nutné zamezit v této části porážecích linek námaze a zneklidňování zvířat. Vhodné je vyhánění zvířat z kotců pomocí posuvných stěn, které postupně zmenšují prostor a zvířata pomalu vytlačují. Dalším možným způsobem, jak nenásilně přinutit prasata k pohybu vpřed, je využití pohyblivé vodní clony, která má zároveň příznivý vliv na zvlhčení vzduchu a vytvoření příznivého klima. Z rozhoru s panem Dvořákem (2010) jsem se dozvěděla, že k pobízení zvířat k pohybu vpřed nesmí být použito násilí. Proto je zastáncem použití dětského kluzáku v červené barvě, který při pohybu vydává zvuk, a prasata z něj mají respekt.

V přiháněcí uličce může docházet také k osprchování zvířat vlažnou vodou. Tímto osprchováním se povrch zvířat zbaví mechanických a mikrobiálních nečistot, což přispívá k zdokonalení hygienické úrovně jatečného zpracování. Dalším pozitivem je i uklidnění zvířat a zlepšení elektrické vodivosti při omračování.

- **Přiháněcí cesta po noze**

Tyto přiháněcí uličky mají být rovné a co možná nejkratší. Jestliže je nutné mít přiháněcí uličku delší, doporučuje se uličku několikrát mírně vychýlit z osy. Jelikož zvířata nemají rády dlouhé rovné úseky obehnané vysokými stěnami. Uličky musí být dostatečně široké pro volný průchod, ale nesmí umožnit zvířeti se otočit do protisměru (Steinhauser *et al.*, 2000).

Tyto přiháněcí cesty jsou využívány na starých jatkách nebo na provezech s malou kapacitou. V moderních podnicích se nejčastěji využívají přiháněcí uličky členěné na boxy, jejichž zadní stěna je pohyblivá, pohyb této stěny je velmi pomalý. Přední stěna boxu je tvořena brankami. Tento systém je ke zvířatům maximálně ohleduplný, zvířata jsou v klidu a pohodě přesunuta až k místu omračování a jsou vystavena jen minimálnímu stresu (Ingr, 1996).

- **Přiháněcí cesta po páse**

Moderní jatečné provozy nahrazují přihon zvířat po noze použitím dopravníků, na nichž jsou zvířata dopravena až k omračovacímu místu. V závěrečné části jsou zvířata na dopravníku fixována dvěma šikmými destičkovými dopravníky tzv. V-dopravník neboli „restrainer“ (Pipek a Jirotková, 2001). Tento dopravník zvířata uspořádá do řady s příslušnými odstupy. Pro přemístění zvířat k omračovacímu boxu se využívají také pásové dopravníky, na kterých prasata sedí obkročmo (Ingr, 1996). Průzkumy ukazují, že při použití V-dopravníku se vyskytují často krevní výrony v pleci zapříčiněné nefyziologickou polohou prasat. Oproti tomu na pásovém dopravníku zvířata v klidu sedí nebo leží a nedochází k žádným vadám masa (Steinhauser *et al.*, 1995).

Omračování

Dle Douska a Maleny (2008a) se omračení prasat může provést jen v případě, že bezprostředně na omračení navazuje vykrvení zvířete. K tomu dodávají Terlouw *et al.* (2008), že omračování se provádí z toho důvodu, aby vykrvování prasatům nezpůsobilo bolest ani stres.

Při omračování by nemělo dojít k usmrcení, naopak je nutné, aby zvíře zůstalo při životě, především zachována činnost srdce, z důvodu kvalitního vykrvení, jelikož srdce působí jako přirozená pumpa. Smrt by měla nastat až v okamžiku ztráty

krve vykrvením (Pipek, 1991). Tuto myšlenku vyvrací Steinhauser *et al.* (2000), kteří uvádějí, že výzkumy ukázaly, že srdeční zástava nemá u prasat vliv na kvalitu vykrvení. Proto se zástava srdce doporučuje, neboť při ní dochází k menšímu počtu krvácenin (krevních podlitin v mase) a zmenšuje se též riziko poranění pracovníků jatek. Podmínkou však je těsná návaznost vykrvení po zástavě srdce. To potvrzuje i (Anonimus, 2003). Přípustná doba pro provedení vykrvení dle Nápravníkové (2001) je při mechanickém omračování do 60 sekund, při elektrickém omračování do 20 sekund a při omračování chemickým do 30 sekund.

Ingr (2003) uvádí, že omračování zvířat při jejich následné porážce je přikázáno zákonem a je tedy povinné. Omračování jatečných zvířat umožňuje splnění zejména následujících efektů:

- znemožňuje vnímat bolest, kterou by zvíře trpělo při zabíjení (vykrvování) při plném vědomí;
- jde o humánní hledisko, které je dodržováno v civilizovaném světě;
- ztrátou vědomí se velmi usnadňuje manipulace se zvířetem;
- předchází se rizikům, které by pracovníkům mohlo hrozit při zabíjení zvířete v plném vědomí;
- u omráčeného a posléze zabitého zvířete dochází k dokonalému vykrvení, což má pozitivní vliv na údržnost masa;
- omráčením zvířat se předchází stresu, jedná se tedy o prevenci vzniku PSE nebo DFD masa (Pipek, 1995).

- **Omračovací past**

Do omračovací pasti zvířata přichází nebo jsou dopravena příslušnou přiháněcí cestou. V omračovací pasti se mohou uskutečňovat všechny tři způsoby omračování, tj. mechanické, elektrické i chemické. Pasti mají dle způsobu omračování různou kapacitu a konstrukci. Z průzkumů je dokázáno, že první třetina poražených zvířat má výrazně lepší kvalitu masa než poslední porážená zvířata (Steinhauseret *et al.*, 1995).

Mechanické omráčení

Mechanické omračování je z důvodu malé efektivity práce omezeno jen na domácí porážky nebo na velmi malé provozy. Dosahuje se při něm hlubokého bezvědomí zvířete při otřesu mozku, překrvením a krvácením v části mozku, které se vyvolá tupým úderem do čelní kosti nebo poškozením mozku při proražení čelní kosti přístrojem s upoutaným projektilem. Místo pro vedení omračovacího úderu je přesně definované a to z důvodu správného provedení. Po omráčení musí obsluha počítat s tím, že zpravidla za 10 – 15 sekund dochází ke křečovitým pohybům končetin, což musí obsluha očekávat a co nejrychleji jatečné tělo upoutat a vyzvednout na vykrvovací dráhu (Lát *et al.*, 1984).

- **Tupý úder do čelní kosti**

Pro omráčení tupým úderem se využívá palice, již se vede úder do průsečíku spojnic levého oka s pravým uchem a pravého oka s levým uchem. Tímto způsobem se nejčastěji omračují prasata při domácí porážce. Při tomto způsobu omračování nedochází k proražení čelní kosti a tím pádem ani ke kontaminaci mozkové tkáně (Steinhauser *et al.*, 1995).

- **Proražení čelní kosti**

Častěji při omračování zvířat se používá proražení čelní kosti, při které dochází k okamžité ztrátě vědomí rozrušením předního mozku. Pomocí střílečního přístroje (porážecí pistole). Při tomto způsobu zůstávají v činnosti motorické části mozku a vyvolávají silné svalové kontrakce. Současně se zvyšuje koncentrace adrenalinu, což je důvodem vzniku velkého podílu PSE svaloviny. Nevýhodou je i proniknutí úlomků čelní kosti do mozku, kde mohou způsobit kontaminaci (Pipek a Pour, 1998). Nejrozšířenější je použití pistole s vázaným projektilem, kterým je čep spojen s pístem uvnitř pistole (typ Schermer). Používají se také pneumatické pistole, kde se pohyb projektilu nevyvolává výstřelem, ale pomocí stlačeného vzduchu (Steinhauser *et al.*, 2000).

Elektrické omráčení

Elektrické omračování je pro prasata typické. Z hlediska jakosti masa i automatizace výroby nejvýhodnější způsob, i když některé názory se různí. Nejčastěji se uvádí, nižší výskyt PSE a DFD svaloviny ve srovnání s jinými způsoby omračování (Steinhauser *et al.*, 2000). Princip spočívá v tom, že dojde k průchodu elektrického proudu přes zvířecí mozek v tak vysoké intenzitě, že dochází k nadprahovému vzrušení mozku, tím se prudce zvýší jeho aktivita a také spotřeba kyslíku. Vzniká epileptický záchvat, který trvá 30 – 50 sekund. Epileptický záchvat je charakterizován dvěma fázemi - tonickou a konickou. První fáze je tonická, která trvá 10 – 15 sekund, poté následuje konická fáze od 15 – 45 sekund. Po ukončení konické fáze následuje návrat rytmického dýchání, pohybů a vědomí (Martinez – Rodriguez *et. al.*, 2011). Při chybném přiložení elektrod (kleští) nebo při nedostatečném proudu dochází často k nedostatečnému omráčení a k návratu dýchání dříve. Může dojít k vykrvení zvířete, které je částečně při vědomí a tím je vystaveno bolesti, stresu a s tím související snížené kvalitě masa (Steinhauser *et al.*, 2000). Jednou z hlavních nevýhod, při používání elektrického omračování je vznik silných svalových kontrakcí, při kterých dochází ke zvýšené spotřebě energie a v některých případech působením vyššího napětí i vzniku zlomenin a malých krevních bodů tzv. extravasátů (Pipek, 1991). To potvrzují i Steinhauser *et al.* (2000).

Pro omračování prasat se využívá střídavý proud o kmitočtu 50 Hz a hodnotě napětí 1,25 A. Nebo se mohou zvolit jiné hodnoty napětí, při nichž se dosáhne stejného omračovacího účinku při změně elektrického odporu a proudu (Dosek a Malena, 2008b).

Využívají se tři základní typy elektrického omračování dle výše napětí (vždy s využitím střídavého proudu) a to:

1. elektrokóma,
2. elektrošok,
3. vysokovoltové omráčení (Steinhauser *et al.*, 2000).

1. Elektokóma – se vyvolává napětím 70 – 100 V (volt) po dobu působení 15 – 20 sekund při malém rozsahu epileptického záchvatu. K omráčení zvířete dochází až po několika sekundách. Tento způsob se nepoužívá, jelikož má negativní vliv na kvalitu masa a především nectí etické zásady.

2. **Elektrošok** – k tomuto omračování se používá napětí 180 – 220 V po dobu 4 – 6 sekund. Při tomto způsobu se doba omračení výrazně zkracuje. V důsledku silných konických křečí jsou ztíženy následné operace, a to navěšování a vykrvování. Chceme-li dosáhnout bezvědomí během 1 sekundy, musíme použít proud nejméně 1,5 A. Při odporu těla prasat kolem 300 – 350 Ω není možné při napětí do 250 V tohoto proudu dosáhnout. O použití napětí 250 V je možné uvažovat jen tehdy, zajistíme-li přesné umístění elektrod.
3. **Vysokovoltové** – využívá napětí podstatně vyšší a to 500 – 1000 V, působící po dobu 2 – 3 sekund. Při tomto způsobu může dojít k silným konickým křečím, ale jen v případě jestliže napětí působilo kratší dobu. Vysokonapěťové omračování se může využívat jen velice omezeně z důvodu bezpečnosti a to především na V-dopravnících kde se využívá automatizovaného omračení (Steinhauser *et al.*, 2000; Pipek, 1991).

- **Nástroje na elektrické omračování**

Pro elektrické omračování prasat se využívají omračovací kleště, omračovací vidličky a ve větších provozech sklopné omračovací pasti tzv. skluzavky (Ingr, 1996).

Omračovací kleště – elektrický proud se aplikuje pomocí omračovacích kleští. Tyto kleště se přikládají tak, aby proud procházel nejkratší cestou mozkiem, nejčastěji na lalok a vrch hlavy, anebo z boku hlavy. Velkou nevýhodou je, že ne vždy se podaří správné umístění, a proto může být proudová dávka nestandardní (Steinhauser *et al.*, 2000).

Omračovací vidlička – také jde o jednoduchou aplikaci, která se využívá při ručním nebo automatickém omračování prasat ve V-dopravníku. Při automatickém omračování můžeme využít vysoké napětí. Ale i v tomto případě může u menších zvířat dojít k nedostatečnému omračení (Steinhauser *et al.*, 2000).

Sklopné omračovací pasti neboli skluzavky – toto zařízení se využívá v moderních podnicích. Prase se po sklouznutí nebo překlopení zaklíní hlavou do sklopné stříšky, ve které jsou umístěné elektrody. V tomto okamžiku dojde k omračení a prase vypadne na pracovní stůl, z kterého je zavěšeno na dráhu

k vykrvení. Novější technologie využívá obrácení zvířat na skluzavce na záda a hlavou najedou do elektrod. Takto omráčené zvíře vyjede na pracovní stůl v poloze nohama vzhůru a usnadní se tím navěšování na vykrvovací dráhu. Napětí používáno při tomto způsobu omračování je do 200 V (Pipek, 1991). K tomu dodávají Steinhauser *et al.* (2000), že tento způsob není tak ideální, jelikož zvířata mají často strach ze vstupu do pasti z „pádu do tmy“. Dle Ingra (2003) je elektrická omračovací past spojena jak se snížením, tak ale i se zvýšením výskytu vady masa PSE.

Kontaktní elektrody – před přiložením kontaktních elektrod se musí zlepšit elektrická vodivost zvířete, nejčastěji navlhčením pokožky. Poté se elektrody přiloží na hlavu zvířete tak, aby mohlo dojít k průchodu elektrického proudu mozkem. Osoba oprávněná k provádění omračování musí v průběhu kontrolovat ukazatel napětí a intenzity proudu a udržovat dotykové plochy elektrod v čistotě tak, aby byla zajištěna maximální vodivost (Ingr, 2003).

Chemické omráčení

Největším pozitivem chemického omračování je, že ve svalovině nedochází ke křečím, zvířata zůstávají v uvolněném stavu, srdeční činnost zůstává zachována, sníží se frekvence dýchání a dochází k menšímu výskytu zlomenin a podlitin ve svalovině. Podle autorů této publikace se jako nejlépe narkotizující plyn osvědčil oxid uhličitý (CO₂) ve směsi se vzduchem, kde dochází jednak k již zmíněné narkotizaci, ale také k hypoxii (Pipek a Jirotková, 2001). Anestetické vlastnosti CO₂ jsou známy už více než 150 let. Tento plyn je bezbarvý, bez zápachu s mírně kyselou chutí. Přítomnost CO₂ v krvi stimuluje dýchání, srdeční frekvenci a krevní tlak. Spojené účinky těchto tří faktorů usnadňují pozdější vykrvení zvířat (Alvarez - Alvarez, 2010).

Při použití 60 – 65 % CO₂ ve směsi dochází jen k narkotizaci, vyšší koncentrace a to 75 - 80 % CO₂ vede k hypoxii. Jde o anestezii, kdy se v určitém okamžiku objevuje excitace (zvířata pohybují končetinami, avšak již s vyřazeným vědomím). Po excitaci se pohyby uklidní a zvířata zůstávají uvolněná (Steinhauser *et al.* 2000). Alvarez (2010) považuje za optimální koncentraci CO₂ 70 – 90 %, kdy dochází k omráčení do 30 – 39 sekund a zvíře ponechá ve stavu omráčení po dobu necelé 1 minuty. Mota – Rojas *et al.* (2012) uvádějí, že minimální všeobecně

doporučená koncentrace CO₂ je 80 %, ale nejnovější výzkumy ukazují, že použití 90 % koncentrace CO₂ způsobuje menší stres než nižší koncentrace.

Žádoucí vliv na průběh excitace má také předporážkové zacházení se zvířaty. A to především přiháněcí cesta (Vrba *et al.*, 2010). To rozšiřují Dousek a Malena (2008b), kteří uvádějí, že excitaci může také ovlivnit koncipování, vybudování a udržování samotné omračovací pasti. Velice důležitým vybavením omračovacího boxu je zařízení na měření koncentrace plynu v bodě maximální expozice.

Prasata jsou před omráčením připravena v čekacích boxech, odkud jsou zatlačena do místa omráčení. Tyto boxy mohou mít různou konstrukci a to: Dánské uspořádání tzv. pařížské či ruské kolo, kdy prasata jsou spouštěna v uzavřených boxech, tzv. gondolách, po kruhové dráze do prostoru s omračujícím plynem. Rychlost pohybu kola je nastavena dle koncentrace plynu, která ovlivňuje rychlost omráčení všech zvířat v boxu. Po vynesení gondoly z omračovacího prostoru se otevřou boční dveře a zvířata vypadnou na jateční linky, kde dochází k jejich zavěšení na vykrvovací dráhu. Jinou variantou je tzv. padací zařízení „výtah“ kdy se gondoly spouští do nádrže s omračovacím plynem po svislé dráze (Ingr, 2003).

Chemické omračování se často negativně odráží na kvalitě masa, protože prasata jsou od okamžiku prvního vdechnutí CO₂, až do úplného bezvědomí vystavena stresové situaci způsobující vznik PSE a DFD svaloviny. Negativně působí nasycení svaloviny CO₂, které svalovou tkáň okyseluje (Steinhauseret *et al.*, 2000). Někteří autoři uvádí i horší vykrvení než při využití elektrického omráčení. Oproti tomu Mota - Rojas *et al.* (2012) uvádějí, že jakmile, CO₂ vnikne do organismu, způsobí znečistlivění, ale nezanechává žádné nežádoucí chemické zbytky v mase. Tento způsob je pozitivní v tom, že zvířata nepřistupují do omračovacího boxu jednotlivě, ale ve skupinách, což snižuje stres. U prasat můžeme kvalitu omráčení zjistit snadným testováním různých reflexů nebo podnětů způsobující bolest – píchnutí do čenichu, rohovkový reflex, frekvence a rytmus dýchání.

Tento způsob omračování je brán za velice šetrný, ale má i svá úskalí. Při inhalaci CO₂ dochází k podráždění nosní sliznice a plic, ale také navození respirační tísně způsobené hypoventilací a pocit dušnosti. Z toho důvodu, při experimentu prasata opakovaně do omračovacího boxu dobrovolně už vstoupit nechtěla. Proto se zkouší různé směsi omračovacích plynů, kde jsou zatím nejlepší výsledky při použití vysoké koncentrace argonu, i když je zapotřebí delší doba

v omračovacím prostoru a způsobí kratší dobu omráčení. Prasata při použití tohoto plynu nevykazovala žádný odpor pro opakovaný vstup do omračovacího boxu. Nicméně vzhledem k vysoké ceně argonu se tento způsob omračování nevyužívá průmyslově. Některé studie ale naznačují, že podobných výsledků lze dosáhnout inhalací vysoce koncentrovaného dusíku (Llonch *et al.*, 2012).

I přes pozitiva, která chemické omračování přináší, se v současné době mluví, o doporučení postupného zrušení omračování CO₂ z důvodu špatné hospodářské situace v Evropské unii (Voslářová, 2013).

Porážka bez omráčení

Tento způsob porážky lze využít jen ve velice ojedinělých případech. A to, jestliže zvíře unikne z ohrady, naháněcí uličky nebo omračovací pasti i přes všechna bezpečnostní opatření. Takovéto zvíře je povoleno zastřelit. Živočišné produkty získané z takto poražených zvířat se mohou dále zpracovávat podle rozhodnutí veterinárního lékaře (Pipek, 1991).

Specializovaná jatka – automatizovaná

Roboty a automatické stroje byly zavedeny do jateční technologie v posledních 20 letech. Specifické uspořádání zajišťuje, že roboty vyhovují nejpřísnějším hygienickým požadavkům a jsou vhodné pro extrémní podmínky. Srovnávací hodnocení manuální aktivity a práce robota ukázalo zřetelné hygienické výhody. Vedle této výhody se projevuje i ekonomická přednost využití jelikož robot pracuje s větší přesností než pracovník zaměstnaný na tomto místě (Moje, 2009).

2. 2. Porážka a následné operace

Vykrvení

Evropská legislativa o optimální péči o zvířata nařizuje, že vykrvení omráčených zvířat musí být zahájeno co nejrychleji po omráčení, a musí být prováděno tak, aby přineslo rychlé, vydatné a úplné vykrvení (Anonimus, 2003). K tomu dodávají Lát *et al.* (1984), že jde o přerušování krevního oběhu, při kterém by mělo dojít k usmrcení zvířete a získání masa s co nejmenším obsahem krevních zbytků, tím pádem odstranění živné půdy pro mikroorganismy a zajištění nejdelší

údržnosti získané svaloviny. Jak uvádí *Anonimus* (2003), v každém případě musí být vykrvení provedeno dřív, než se zvířeti vrátí vědomí. Vykrvení u omráčených zvířat musí být provedeno tak, že dojde k prořiznutí alespoň jedné krční tepny, anebo přetnutím příslušných cév, z nichž krev vyteče. Dle Ingra (1996) dosáhneme nejlepší kvality vykrvení přetnutím hlavového kmene aorty, z kterého krev vytéká proudem, a tak je vykrvení rychlé a dokonalé.

Při získávání krve pro potravinářské účely, jsou využívány dva způsoby, a to tradiční vykrvení do malých pánví nebo žlabů a druhý, moderní způsob, je využití dutého nože. Dutý nůž je širší, má dvojí ostří a krev proudí rukojetí (sterilním potrubím) do sběrné nádoby, kde je přidáváno stabilizační činidlo (*Anonimus*, 2003). Lát *et al.* (1983) ve své publikaci uvádějí, že nejrychlejšího a také nejkvalitnějšího vykrvení dosáhneme, zasáhneme-li pravou srdeční předsíň. Všeobecně platí pravidlo, že provádíme-li vykrvení blíže k srdci tím je rychlejší a kvalitnější, ale toto vykrvení je možné jen za pomoci dutého nože. Pipek a Pour (1998) doplňují, že vykrvení trvá cca 3 – 4 minuty. Bezprostředně po vykrvovacím řezu vytéká krev pod tlakem tzv. pulzující krev, přičemž do 10 s vyteče přibližně polovina získané krve. Další podíl krve tzv. odkapávací krev již vytéká či odkapává pomalu a je znečištěna o mikroorganismy z toho důvodu se nehodí pro potravní účely.

Při vykrvování zvířete se na těle nesmí provádět žádné úkony až do doby, než vykrvování skončí (*Anonimus*, 2003).

- **Vykrvení ve visu**

Nejpoužívanější způsob vykrvování je ve visu, kdy je omráčené zvíře zavěšené za zadní nohu nebo nohy pomocí závěsných háků a vytaženo na plecháčovou nebo trubkovou dráhu, po níž jsou JUT posouvány. Tento způsob je pro vykrvení kosterní svaloviny nepatrně horší oproti vykrvení vleže. Ale z hlediska technického lze označit jako jednodušší a hygienickým požadavkům lépe vyhovující (Lát *et al.*, 1984).

- **Vykrvení vleže**

Tento způsob vykrvení se dnes používá především na jatkách s malou kapacitou nebo při domácí porážce. Při tomto způsobu vykrvení můžeme dosáhnout přijatelnějších hodnot pH oproti vykrvení ve visu, a to u pH₄₅ až o 0,5 jednotky vyšší, za předpokladu, že dojde k omračování ve V - dopravníku, můžeme docílit

vyššího pH až o 0,75 jednotky (tj. až pH 6,3). Což má pozitivní vliv na kvalitu masa, především na výskyt PSE masa. Příčinou výše zmiňovaných lepších hodnot pH je zkrácená doba od omráčení do vykvrvení, a to z důvodu nenavěšování zvířat před vykvrvením na dráhu (Steinhauser *et al.*, 2000).

Opracování povrchu těla

Po vykvrvení jatečných zvířat je velice důležité, aby další jateční operace následovaly co nejrychleji. A to z důvodu, co nejrychlejšího vyjmutí vnitřních orgánů z tělní dutiny. Především celý trávicí trakt, z kterého by při časovém prodlení hrozilo proniknutí mikroorganismů do svaloviny a ty by způsobily nebezpečné kažení masa (Ingr, 1996).

Povrch těla, který je znečištěn, se musí buď odstranit, nebo nějakým způsobem ošetřit. U prasat můžeme využít tři způsoby stahování kůže. Stažení celého povrchu (téměř se nepoužívá), stažení kruponu (obdélníková část ze hřbetu) anebo vepřovice (nestažena bývá pouze část kůže na nohou a břišní části). V současné době se prasata převážně nestahují vůbec z důvodu potrhání svaloviny, což snižuje cenu vepřových půlek. Kůže, která zůstává na JUT, se paří a odštětinuje (Steinhauser *et al.*, 2000).

Dřívější metoda, používaná dnes jen v některých provozech, spočívá v částečném napaření těla prasat a stažení zádové nenapařené části. A to buď krupon, nebo celá vepřovice. Může se používat také šetrné paření celého povrchu těla s následným stahováním kruponu (Pipek a Jirotková, 2001).

- **Paření**

Před vlastním pařením se prasata nejprve osprchují vodou a očistí kartáči. Paření se provádí z důvodu uvolnění štětín. Nejběžnějšími způsoby je paření horkou vodou, parou nebo horkým vzduchem. Méně časté je opalování plamenem, ponořování do pryskyřičných směsí nebo využití infračerveného záření (Pipek a Pour, 1998). Jatečná těla se ponoří do horké vody o teplotě 60 – 65 °C po dobu 6 minut (Mörlein *et al.*, 2007). Doba působení je přímo úměrná teplotě pařící lázně.

- **Odštětínování**

K odstranění uvolněných štětín po napaření se v průmyslových podmínkách využívá různých typů odštětínovacích strojů. Jejich podstatou jsou vertikální nebo horizontální válce s gumovými škrabkami, které seškrabují z povrchu těla štětiny s pokožkou, a ty jsou ze stroje odváděny postřikem teplou vodou. Malé jateční

provozy využívají zařízení, ve kterých je paření i odštětinování zakomponováno do jednoho zařízení. Jejich velkým nedostatkem je snížená hygiena. Oproti tomu moderní odštětinovací zařízení dbají na vysokou hygienickou úroveň (Ingr, 1996).

- **Opalování**

Dokonalé odstranění všech štětín nedokáže prakticky žádný systém paření a odštětinování. Proto se na velkých jatkách využívá opalování jatečných těl, které zajišťuje pevnější texturu kůže, snižuje významně množství mikroorganismů a odstraňuje zbytky štětín, které na těle zůstaly po průchodu odštětinovačem. Teplota, která se využívá pro opalování, je až 1200 °C (Morlein *et al.*, 2012).

Po této technologické operaci může následovat ještě stahování kůže v případě, kdy se těžší vepřová kůže pro kožedělné zpracování.

Touto technologickou operací končí „špinavá“ část porážecí linky a přechází se na „čistou“ část s mnohem přísnějšími hygienickými požadavky.

Vykolení

Vyjímání vnitřních orgánů dutiny břišní se označuje jako vykolení neboli eviscerace. Z hlediska docílení co nejlepší kvality budoucího masa se musí tato operace provést bez zbytečných odkladů po vykrvení. Jelikož z trávicího traktu se mohou do svaloviny rozšířit mikroorganismy a enzymy, díky kterým mohou ve svalovině vzniknout nežádoucí proteolytické změny. Naše veterinární předpisy požadují provést vykolení do 45 min po vykrvení (Steinhauser *et. al.*, 2000). Včasné vyjmutí vnitřních orgánů, má pozitivní vliv také na výskyt PSE vady masa, a z toho vyplívající, zlepšení tržnosti. Principem vykolení je oddělení vnitřních orgánů a trávicího traktu od zbytku jatečného těla. Vykolené orgány a jatečně upravené tělo musí mít zajištěnou identitu až k veterinární prohlídce, a proto se nejčastěji využívá synchronizovaný miskový dopravník označený kódem nebo mikročipem (Pipek, 2009).

Půlení

Po vykolení jsou prasata rozpůlena podél páteře pomocí pily. Mohou se využít sekáče, diskové nebo pásové pily. Nevýhoda sekáčů je nepřesnost, záseky, velké úlomky kostí a namáhavost. Při využití diskové pily vzniká směs kosterních pilin, krve, tuku a dalších tkáňových tekutin, které znečišťují maso i prostředí. Negativně působí i vznikající teplo třením při řezání. Proto se jako nejvhodnější považuje pásová pila, kde se na list stříká pitná voda, aby se odstranily všechny vzniklé kosterní piliny (Ingr, 1996).

Veterinární hygienická prohlídka

Podstatou veterinární prohlídky je zjištění, zda poražené zvíře nemá v mase nebo v orgánech anatomicko-patologické změny, které by svědčily o výskytu parazitů nebo nemocí. Steinhauser *et al.* (2000) uvádějí, že o požitelnosti potravin živočišného původu rozhodne veterinární lékař na základě prohlídky *ante mortem* a *post mortem* (na základě vyhlášky č. 639/2004 Sb., o veterinárních požadavcích na živočišné produkty).

Při veterinární prohlídce je pozornost zaměřena na nejčastěji se vyskytující patologicko-anatomické změny na plicích a játrech. U jater se jedná především o výskyt tzv. mléčných skvrn. Na plicích jsou nacházeny zpravidla chronické bronchopneumonie či pneumonie (Zolmanová, 2007).

Poté dojde k označení půlky příslušným razítkem nebo vypálením cejchu. Maso se zařazuje dle požitelnosti do několika skupin. Požitelné maso se označuje kolečkem. Maso podmíněně požitelné se označuje čtverečkem nebo kombinací čtverečků a koleček a maso nepožitelné musí být označeno trojúhelníkem (Pipek a Jirotková, 2001).

Konečná úprava jatečně opracovaného těla

Konečná úprava JUT, tzv. toaleta, se provádí okamžitě po ukončení veterinární prohlídky. Spočívá v odřezání nežádoucích, zejména znečištěných částí, úpravou vzhledu a důkladným osprchováním pitnou vodou. V některých provozech se může využívat postřik půlek po osprchování roztokem alginátu (vody a škrobu) a vzápětí potom roztokem chloridu vápenatého a karboxymethylcelulózy, které udržují lesk masa, brání oxidaci tuku a svaloviny a tím zlepšují tržnost (Ingr, 2003).

Jatečně upravená těla, která opouští tento sektor, jdou k chlazení a následnému zpeněžování (Simeonovová, 2003).

Zchlazování masa

Maso se zařazuje mezi nejméně udržitelné potraviny, a proto je velice důležité zchladit JUT co nejdříve. Hlavním důvodem chlazení jatečných trupů (půlek) je snížení fyzikálních, chemických a mikrobiálních pochodů. JUT má po porážce teplotu + 38 °C až + 40 °C. Tato teplota musí být do 12 hodin snížena na + 5 °C v jádře (Ružbanský *et al.*, 2005). *Anonimus* (2003) uvádí, že JUT prasat se může chladit typicky v chladárnách po dobu 12 – 24 hodin, anebo se může využít rychlé chlazení v tunelu po dobu cca 70 minut při teplotě - 20 °C po kterém následuje 16 hodinová temperance při + 5 °C. Poté jsou trupy uloženy do chlazeného skladu, aby došlo k dalšímu kondicionování masa před jeho expedicí k bourání.

2. 3. Vliv porážky na kvalitu masa

Je zřejmé, že kvalitu masa ovlivňuje mnoho faktorů, a to jak před porážkou, tak i po ní. Pipek (1995) uvádí, že kvalitu masa významně ovlivňuje stres. Vnímavost ke stresu předurčuje především genetická dispozice. Dle Stupky *et al.* (2009) ke snížení odolnosti vůči stresovým faktorům a k menší přizpůsobivosti k životním podmínkám vede především extrémní šlechtění prasat na masnou užitkovost. Vzhledem k existenci antagonismu mezi množstvím a kvalitou masa zapůsobila ostrá selekce na vysoký podíl masa částečně zhoršením jeho kvality.

Kvalita masa je ovlivněna také délkou předporážkového ustájení, kde podle Rosenvolda a Andersena (2003) jsou optimální 2 – 3 hodiny. Dále ovlivňuje kvalitu i velikost skupiny zvířat, doporučená je cca 15 členná skupina z důvodu snížení agresivity. I za podmínky že se musí skupina rozdělit a vytvořit nové sociálně stabilní hierarchie.

Nemalý vliv na kvalitu masa má i způsob omračování a opožděné vykrvování, nepřiměřeně dlouhá doba mezi omráčením a vykrvením., ale i vysoká teplota pařící lázně má vliv na výskyt myopatií (Pipek, 1995).

Obecně platí, že při elektrickém omračování dochází k silným svalovým kontrakcím, při kterých mohou vznikat zlomeniny, nebo extravasáty ve svalovině a vnitřních orgánech. Při elektrickém omračování také dochází k rychlejšímu poklesu pH brzy po porážce ve srovnání s CO₂ omračováním (Pipek a Pour, 1998). Určení

nejlepší metody omračování z hlediska etiky je stále předmětem sporu. Ukázalo se, že omračování CO₂ i elektrickým proudem je spojeno se vznikem stresu na různých úrovních (Rosenvold a Andersen, 2003).

2. 4. **Stres**

Snížení reakce na stres můžeme dosáhnout podáváním správných krmných komponentů, které mohou působení stresu ovlivnit přímo nebo nepřímo. K okamžité reakci na stresové faktory dochází uvolnění neurotransmiterů v mozku, které stimulují nervový systém a uvolňují stresové hormony do krve, tyto hormony stimulují negativně svalový metabolismus a dochází, k vadám masa (Rosenvold a Andersen, 2003).

Stres můžeme rozdělit na dlouhodobý, do kterého spadá manipulace na farmě, míchání zvířat a doprava. Krátkodobý stres představuje ustájení před porážkou, přiháněcí cesta a samotný způsob omračování. Dlouhodobý stres vede většinou k DFD vadě masa, zatímco krátkodobý, často způsobuje PSE a RSE (červené, měkké, vodnaté) maso (Rosenvold a Andersen, 2003).

K největšímu ovlivnění kvality masa stresem dochází v období před porážkou. Úroveň stresu je závislá na genotypu prasat (Aziz, 2004). To potvrzují Fisher *et al.* (2000) ve svém článku, kde uvádějí, že genetické založení a životní podmínky prasat při manipulaci před a během porážky z velké míry ovlivňuje kvalitu masa a především výskyt PSE masa. Stresové podmínky mohou aktivovat maligní hypertermie u prasat homozygotních pro PSS (prasečí stresový syndrom), které může způsobit dokonce i smrt. Vzhledem k náchylnosti k PSS genu, dochází při přepravě zvířat k vyšší pravděpodobnosti vzniku vad masa (Santana *et al.*, 1998), z toho důvodu je trvalý zájem o dodržování dobrých životních podmínek prasat při manipulaci a přepravě před porážkou (Geers *et al.*, 1994).

2. 5. **Charakteristika PSE masa**

Zcela primární příčina výskytu jakostní odchylky se uvádí výrazné biologické změny v organismu prasat (výrazná změna v poměru svalové a tukové tkáně). Změny ve velikosti srdce, a jeho poměru k ostatním orgánů a jejich míra fyziologického zatížení. Ale také změna v zastoupení červených (slabších) a bílých (silnějších) svalových vláken ve prospěch bílých (Steihauser *et al.* 2000). To potvrzují Lahučký a Uhrín (1995), kteří ve své publikaci uvádějí, že prasata, u kterých při *post mortem*

vníkne PSE vada, mají asi o 10 % větší svalová vlákna v porovnání se svalovinou bez jakostní odchylky PSE. Zvětšování svalových vláken se dává do souvislosti s výskytem vyššího podílu prasat citlivých na stres, o čem vypovídají výrazné rozdíly mezi průměrem červených, intermediálních a bílých svalových vláken u strespozitivních prasat v porovnání se stresnegativními. Z čehož vyplývá, že silnější svalová vlákna mají prasata, která jsou citlivější na stres (Salomon *et al.*, 1986, Essén – Gustavson *et al.*, 1992, Fewson *et al.* 1993). Klosowska a Klosowski (1985) potvrzují, že tzv. obří svalová vlákna se vyskytují, ve svalech postižených PSE.

Valenta (1995) uvádí, že šlechtěním prasat na vysokou zmasilost dochází ke zvýraznění citlivosti na stres a sklon k tvorbě zátěžových myopatií. Toto se objevuje především u masných plemen a to Landrace a Pietrain, to doplňují Moletteat *et al.* (2003), kteří uvádějí, že v menší míře byla zjištěna i u jiných druhů zvířat, a to především u krutího masa anebo jak uvádí Ingr (2003), u hovězího masa z plemen s mimořádnou svalovou užitkovostí jako je např. Belgické modré. Nejedná se však o PSE maso v pravém slova smyslu.

Pulkrábek *et al.* (2005) uvádějí skutečnost, že se nejedná o maso nemocných zvířat, ale o změny v průběhu zrání masa, které nastává teprve po porážení zvířat v důsledku biochemických změn ve svalovině.

2. 6. Příčiny a mechanismus vzniku PSE masa

Předporážková manipulace, může ovlivnit výskyt PSE vady o 10 – 25 %, genetické založení jedince o 10 – 30 %, ale v některých ojedinělých případech až o 60 %. Samozřejmě i efektivní metoda omračování, paření a rychlého chlazení kosterní svaloviny, může výrazně snížit výskyt PSE vady u vepřového masa (Lee a Choi, 1999). Jak uvádějí Stupka *et al.* (2009) ve své publikaci, u prasat s dispozicí k tvorbě PSE masa je rozhodující situace těsně před porážkou a bezprostředně po ní. To potvrzuje i Valenta (1995) a dodává, že bezprostřední příčinou vady masa je mimořádně rychlá anaerobní glykolýza v postižených svalech, která je spouštěna stresem před a při porážce zvířete. Urychlení látkové výměny po smrti zvířete, především rychlou degradací glykogenu a adenosintrifosfátu (ATP) na kyselinu inosinovou a mléčnou, přičemž dochází k poklesnutí pH do 45 minut *post mortem* na hodnotu 5,6 a nižší již za jednu hodinu po usmrcení zvířete a k vzestupu tělesné teploty z důvodu chybějícího krevního oběhu a intenzivních metabolických dějů na 40 – 43 °C. Vzájemné působení zvýšené teploty a kyselosti

svaloviny způsobuje částečnou denaturaci svalových bílkovin, tkáň se stává měkkou, maso má výrazně světlejší (šedozelenou) barvu, struktura svalové tkáně se otevírá a z masa samovolně vytéká značné množství masové šťávy, což je nežádoucí z technologického i ekonomického hlediska. To potvrzuje Savell (2005) který uvádí, že vepřové maso je vhodné rychle po porážce chladit, aby nedocházelo ke vzniku PSE a to o 10 °C za 12 hodin.

2. 7. Metody zjišťování PSE masa

Pro rozlišení normálního masa a PSE masa se nepoužívají přímé metody např. stanovení barvy, vaznosti vody a organoleptické vlastnosti, které jsou nákladné a časově náročné, ale nepřímá nebo pomocná kritéria, která lze získat snadněji, rychleji a bez poškození těla zvířat. Jedná se o stanovení pH pomocí přístrojů s vpichovými elektrodami, dále pasivních elektrických vlastností – vodivost, impulzní impedance a parametrů barvy (Fischer, 2000).

Stanovení pH

Hodnota pH je uznávaná za velice důležitou veličinu ve zrácích procesech masa. Tato hodnota nám vyjadřuje koncentraci vodíkových iontů. Zatímco pH svaloviny v živém organismu se pohybuje okolo 7,0. Po porážce díky odbourávání energetické rezervy ve formě glykogenu, dochází k poklesu pH díky tvorbě laktátu. Tento proces je u prasat ukončen asi po 24 hodinách od porážky, kdy je dosaženo tzv. konečné hodnoty (Burýšková, 1997).

Důležitost hodnoty pH tkví v tom, že tato hodnota významně ovlivňuje některé jakostní ukazatele masa a to: vaznost vody, tržnost, křehkost, chuť a barvu. Pro určení vad masa PSE se, více než 20 let, používá měření pH 45 minut (pH_{45}) a pH 24 (pH_{24}) hodin po porážce. Předností tohoto sledování, je poměrně nenáročné měření pH pomocí patřičné aparatury přímo v mase (Wenzlawowicz *et al.*, 1996).

V literatuře se však náhled na využívání této aparativní metody měření odlišuje. Svetina *et al.* (1995) publikují, že pH nemůže být důvěryhodným indikátorem PSE a DFD. Obdobného názoru jsou Garrido *et al.* (1994), kteří uvádějí, že ani pH_{45} (45 min *post mortem*) nemůže být důvěryhodná a tudíž i konečným indikátorem kvality masa, jelikož i postmortální chlazení masa působí na kvalitu masa. Brzké zchlazení zajišťuje zlepšení kvality masa, z důvodu snížení denaturace

bílkovin, a tudíž se zlepšuje i vaznost vody. Měření pH pro stanovení výskytu vad masa uvádějí mimo jiné autory i Steinhauser *et al.* (1995), Pipek (1995) a Ingr (1996).

- **Indikátorovým papírkem**

Pro zjištění pH jsou v současné době už jen omezeně využívány lakmusy, což jsou indikátorové papírky s barevnou škálou. Tento indikátorový papírek se vloží do zářezu ve svalovině, kde dojde k provlhčení masovou šťávou a zbarvení papírku. Hodnota pH se zjistí porovnáním indikátorového papírku s barevnou stupnicí. Tento způsob měření je poměrně nepřesný a proto se pro přesnější měření používají pH metry (Gärtner, 2007).

- **Elektrochemické**

Nejběžnější metoda měření pH masa v jatečně upraveném těle je elektrochemicky, a to skleněnými elektrodami (Wenzlawowicz *et al.*, 1996).

- **Indikovanou glykolýzou**

Při měření indukovanou glykolýzou můžeme zjistit již jednu hodinu po porážce hodnotu pH.

2. 8. Přítomnost vody

Voda je hlavní složkou masa, tvoří až 75 % libové svaloviny. Schopnost vázat vodu, tzv. vaznost, je nejdůležitější technologická vlastnost masa. Z technického hlediska se rozděluje voda na volnou a vázanou, a to podle toho, zda z masa volně vytéká či nikoliv (Šánek, 2009). Ve svalovině prasat se běžně stanovuje 300 až 350 g vody na 100 g bílkoviny. Většina této vody je volně vázaná. A při její vazbě se uplatňují kapilární síly (Grau, 1960). Tato voda je dělena na dva typy, a to imobilizovaná voda, která z naříznutého masa vytéká jen při působení zvýšeného tlaku, a voda která vytéká samovolně po naříznutí (Šánek, 2009).

Stupka *et al.* (2009) ve své publikaci uvádějí, že se zvyšující se hodnotou pH masa se zvyšuje i vyšší schopnost masa imobilizovat větší množství vody a naopak. K měření vaznosti se uplatňuje metoda bez použití síly tzv. ztráta odkapem. Dalším způsobem je zjištění samovolného uvolněné šťávy tzv. ztráta výparem za podmínek skladování. Ale můžeme využít i metodu za použití síly nejčastěji lisovací Grauovu – Hammovu metodu. Kim *et al.* (2008) docházejí

ve své publikaci k závěru, že prasata, která disponují vyšším počtem svalových vláken se charakterizují i vyšším procentem ztráty odkapem a dvakrát tak vyšší přítomností PSE vady masa v porovnání s prasaty s menším počtem svalových vláken.

2. 9. Genotypové vybavení jatečných zvířat

Citlivost prasat na stresové podněty je jako jiné složité vlastnosti, určován větším počtem genů z čehož vyplývá, že se jedná o polygenní vlastnost. Přesto se ukázalo, že jeden z těchto genů má větší náchylnost ke stresu. Je jím gen ryanodinového receptoru – RYR (Halotanový gen HAL) vyskytující se ve formě dvou různých alel a to: dominantní (odolnost ke stresu) a recesivní náchylnost ke stresu. (Dvořák, 1996).

2. 10. Postmortální změny masa

Postmortální procesy, které začínají probíhat v těle zvířat v okamžiku vykrvení, vedou k přeměně nativní svalové tkáně na maso. Maso je výsledkem složitých biochemických změn, které se odehrávají v příčně pruhované svalovině a tkáních úzce souvisejících (Polati *et al.*, 2012). Tento proces zahrnuje komplex dějů, kterými se svalovina přeměňuje na maso a ovlivňuje jeho výslednou kvalitu (Gál, 2004). Ingr (1996) uvádí, že tyto změny jsou nevratné a označují se jako samovolný rozklad (autolýza). K tomu dodávají Šimek *et al.* (2004), že správný průběh postmortálních změn v mase má vliv na tržnost a kvalitu masa. Během procesu zrání masa dochází k významným změnám barvy, šťavnatosti, křehkosti, vůni, ale i chuti masa. Dále jsou ovlivněny některé technologické vlastnosti a to vaznost vody a ztráty při vaření.

Jak uvádějí Kadlec *et al.* (2009), Pipek a Pour (1998) a Steinhauser *et al.* (2000) posmrtné, neboli postmortální změny probíhají ve čtyřech stádiích:

- období před rigorem – *prae rigor* (teplé maso);
- *rigor mortis*;
- zrání masa;
- hluboká autolýza (nežádoucí).

Prae rigor

Toto období se odvíjí od přerušení krevního oběhu a změnou metabolismu z aerobního na anaerobní. Tato fáze trvá zpravidla do 2 hodin po porážce. Při anaerobním metabolismu vzniká ve svalech kyselina mléčná, která tkán okyseluje a následně dochází ke snížení pH svaloviny (Polati *et al.*, 2012). Období *prae rigor* je charakterizováno přítomností dostatečného množství ATP. Hodnota pH se nachází v tomto okamžiku v neutrální oblasti a maso má vysokou vaznost, neboť ještě nedošlo k postupnému odbourávání ATP a poklesu pH (Pipek a Pour, 1998).

Rigor mortis

Příčinou ztuhnutí svalové tkáně ve fázi *rigor mortis* je změna stavu aktinu a myosinu. Tyto změny jsou dány přítomností ATP. K rozkladu ATP dochází přibližně 2 hodiny po usmrcení zvířete. Tento rozklad probíhá za přítomnosti enzymu ATPázy na adensintrifosfát (ADP) a anorganický fosfát při současném uvolňování energie. Svalovina se zpevňuje a ztrácí svoji pružnost. Působením kyseliny mléčné dojde k poklesu pH. Tento pokles je velice důležitý pro hodnocení průběhu postmortálních změn masa a jeho výslednou jakost (Šimek *et al.*, 2004).

Zrání masa

V této třetí fázi dochází ke zlepšení sensorických vjemů, křehkosti a vaznosti. Při zrání dochází k uvolňování *rigor mortis*, které je provázeno postupnou degradací kyseliny mléčné a postupným zvyšováním pH masa. Vytváří se typická chuťnost a aroma zralého masa, na čemž se podílejí degradační produkty nukleotidů a bílkovin (Ingr, 2003). Burýšková (1997) uvádí, že zrání by mělo probíhat bez přístupu kyslíku, aby se zabránilo nežádoucím oxidačním procesům v mase. A jako ideální teplotu pro zrání masa uvádí 1 – 4 °C. Doba zrání u vepřového masa je dle Kadlece *et al.* (2009) 2 – 3 dny. Podle Ingra (2003) je potřebná doba pro vyžrání vepřového masa v půlkách 5 – 7 dnů. Ale musí se brát na zřetel, že s vyšší teplotou se doba zrání snižuje.

Hluboká autolýza

Dochází k hlubokému rozkladu bílkovin na peptidy a aminokyseliny. V konečné fázi může dojít k rozkladu až na amoniak, sirovodík, merkaptany aj., které vedou k nepříjemnému zápachu. Tento děj je samozřejmě u masa nežádoucí (Ingr, 2003).

2. 11. **Abnormální průběh postmortálních změn a jeho stanovení**

Za určitých okolností existují odchylky od normálního průběhu postmortálních procesů. Tento průběh ovlivňuje genetické vybavení jatečných prasat, předporážkové zacházení, ale i způsob jatečného opracování. U zvířat citlivějších ke stresu působí významně vlivy prostředí. Jakmile se překročí míra přípustného stresu, dochází k řadě hormonálních změn, které urychlují odbourávání glykogenu na kyselinu mléčnou. Jestliže tato tvorba nastane až po vykvrvení a kyselina mléčná zůstává ve svalovině, vznikne PSE vada masa, ale jestliže odbourávání glykogenu nastane dříve a kyselina mléčná je pak vyplavena krví ze svalů, tak vzniká DFD vada masa (Kadlec *et al.*, 2009). Jakostní vady vzniklé abnormálním průběhem zrání jsou tyto:

PSE maso – blíže vysvětleno v kapitolách 2.5, 2.6 a 2.7.

DFD maso

DFD maso je většinou spojováno s masem hovězím, ale v ojedinělých případech se může vyskytovat u vepřového masa. Oproti PSE je možné DFD vadu jednoduše a levně eliminovat. Vyskytuje se u prasat, u kterých došlo před porážkou k přílišnému fyzickému vyčerpání (Stupka *et al.*, 2009). DFD maso má opačné vlastnosti než PSE maso, kdy vysoké pH způsobuje nedostatečný průběh zrání a to ovlivňuje negativně sensorické vlastnosti (Kadlec *et al.*, 2009).

Chladové zkrácení

Tato vada se začala objevovat v okamžiku zavedení ultrarychlého nebo šokového zchlazování jatečně zpracovaných těl (Stupka *et al.*, 2009). Steinhauser *et al.* (2000) vysvětlují tento problém tak, že rychlým zchlazením dojde ke snížení teploty pod + 10 °C dříve, než proběhne glykogenolýza a s tím spojené vyvrcholení fáze *rigor mortis*. Stupka *et al.* (2009) uvádějí, že maso s touto jakostní vadou je příliš tuhé a nelze to změnit ani delším průběhem zrání, ani tepelnou kulinární úpravou.

Hampshire efekt

Jeho výskyt je spojen se šlechtěním prasat na vysokou zmasilost stejně jako u PSE vady. U některých masných plemen, konkrétně u plemene Hampshire, se ukládá ve svalech větší množství glykogenu (Stupka *et al.*, 2009). Průběh

postmortálních změn u „hampshire“ masa je normální, ale v důsledku vysoké počáteční hodnoty glykolytického potenciálu dojde k hlubokému okyselení masa a $\text{pH}_{24} < 5,4$. Takže maso má zhoršenou vaznost a světlejší barvu, ještě výraznější než u PSE vady (Kadlec *et al.*, 2009; Stupka *et al.*, 2009).

3. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv různých typů porážecích linek na kvalitativní vady vepřového masa – omračování pomocí elektrického proudu resp. pomocí oxidu uhličitého. A ze zjištěných výsledků vyhodnotit zda šetrnější způsob omračování prasat vede k nižšímu výskytu kvalitativních vad masa (PSE).

4. MATERIÁL A METODIKA

Experimentální část mé diplomové práce byla realizována ve dvou masokombinátech s odlišnou technologií omračování. Jednalo se o masokombinát využívající omračovací technologii elektrickým proudem, kdy používané omračovací napětí je 230 V a aplikace je provedena omračovací vidličkou. Druhý masokombinát s technologií omračování plynem CO₂ o koncentraci 90 %. V těchto masokombinátech bylo provedeno měření pH₁ u 102 kusů JUT. Po rozbourání, druhý den, bylo odebráno celkem 42 vzorků (21 vzorků v každém masokombinátu) pečeně s kostí o hmotnosti cca 2 kg. Z těchto vzorků bylo dále měřeno pH₂₄ po porážce, pH₄₈ po porážce a ztrátu masové šťávy odkapem.

Doba odpočinku prasat po přepravě do masokombinátů byla u obou provozů shodná a to cca 1 hodina.

Hodnota pH byla měřena v zádovém svalu – *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) v pravé půlce jatečně upraveného těla (JUT) vepřů za posledním žebrem a to 45 minut po porážce, 24 a 48 hodin po porážce. Měření bylo provedeno přenosným digitálním kombinovaným pH – metr Greisinger GMH 3530 (obrázek č. 1) se skleněnou elektrodou a teplotním snímačem.

Měření pH

Nejprve jsme provedli kalibraci měřící elektrody pomocí pufrů o pH 7,00 a pH 4,00. Elektrodu jsme zapíchli do určeného místa ve svalu (MLLT). Princip měření pH – metru spočívá v převedení měrného napětí mezi elektrodami přímo na hodnotu pH, která je následně zobrazena digitálně, přímo na displeji pH – metru a po ustálení hodnoty pH na ukazateli přístroje jsme provedli její odečet.

Měření teploty

Měřící sondu s teplotním snímačem jsme zapíchli do JUT co nejbližší elektrody pro měření pH. Po ustálení hodnoty teploty na ukazateli přístroje jsme tuto hodnotu odečetli. Měření bylo realizováno také přenosným digitálním kombinovaným pH – metr Greisinger GMH 3530 (obrázek č. 1) se skleněnou elektrodou a teplotním snímačem.

Obrázek č.1 Digitální kombinovaný pH - metr Greisinger GMH 3530



Zdroj: <http://www.ebay.de/itm/Greisinger-GMH-3530-pH-Redox-Temperatur-Messgerat-Zubehor-/170979775174>

Stanovení ztráty masné šťávy odkapáním

Stanovení ztráty masové šťávy odkapáním bylo provedeno dle Ingra (1993a). Ze svalu MLLT jsme odebrali po 24 hodinách od porážky zvířete vzorek (kostka) o hmotnosti přibližně 150 g, tento vzorek jsme zvážili s přesností na 0,01 g a vložili do polyethylenového sáčku a uložili na 24 hodin do chladničky o teplotě cca 5 °C. Po 24 hodinách jsme vzorek z obalu vyjmuli, po celé ploše opatrně osušili filtračním papírem a opět zvážili. Od původně zjištěné hmotnosti jsme odečetli nově zjištěnou hmotnost vzorku po vyndání z chladničky. A vzniklý rozdíl nám udává hmotnost masné šťávy, která se samovolně z masa uvolnila. Toto množství uvolněné masové šťávy se vyjadřuje v procentech hmotnosti.

Metody zpracování dat

Výsledky byly statisticky zpracovány pomocí programu STATISTICA 10 od firmy StatSoft CZ (2010) a v programu Microsoft Excel 2007 od firmy Microsoft.

Tabulkové a grafické znázornění naměřených hodnot bylo zpracováno v programu Microsoft Word a Microsoft Excel 2007.

Níže uvedené symboly a zkratky, které jsou obsaženy v tabulkách, slouží k vyhodnocení základních statistických charakteristik.

N - počet jedinců

\bar{x} - aritmetický průměr

S_x – směrodatná odchylka

X_{\min} – minimální hodnota u sledovaného znaku

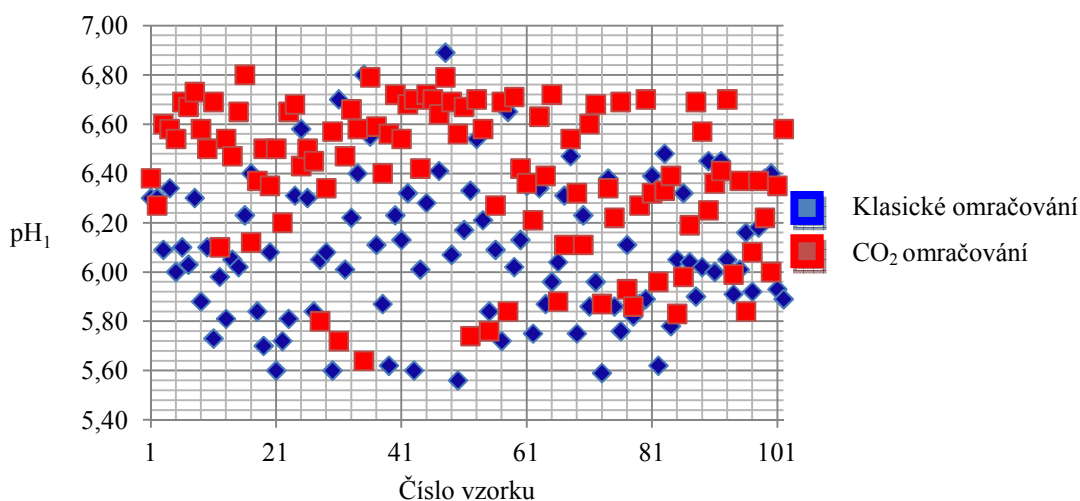
X_{\max} – maximální hodnota u sledovaného znaku

5. VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE

Hodnoty pH 45 minut po poražení neboli pH₁

Níže uvedený graf č. 1 prezentuje naměřené hodnoty pH₁. Při omračování klasickém (elektrickým proudem) činila průměrná hodnota pH₁ $6,097 \pm 0,291$ (aritmetický průměr \pm směrodatná odchylka). V masokombinátu s omračováním CO₂ byla průměrná hodnota pH zjištěna ve výši $6,396 \pm 0,296$. Z toho vyplývá, že při omračování CO₂ byla naměřena průměrná hodnota pH₁ o 0,30 vyšší. Toto tvrzení bylo prokázáno na základě statistického vyhodnocení. Rozdíl v hodnotě pH₁ se prezentuje jako statisticky velmi vysoce průkazný ($p < 0,001$).

Graf č. 1 Porovnání hodnoty pH₁ (vzorky č. 1 – 102) při různém způsobu omračování



Při klasickém omračování byla zjištěna nejnižší hodnota pH₁ 5,56. Oproti tomu při CO₂ omračování byla naměřena hodnota pH₁ o 0,08 vyšší a to 5,64. Při vyhodnocování průměrné hodnoty byla stanovena nižší hodnota u klasického omračování ($6,097 \pm 0,291$), při využití technologie omračování plynem CO₂ byla naměřena průměrná hodnota $6,386 \pm 0,331$. Nejvyšší dosažená hodnota pH₁ při měření v masokombinátu s elektrickým omračováním se rovnala 6,89; v masokombinátu s CO₂ omračováním byla zjištěna hodnota 6,80. Tato skutečnost vypovídá o relativně nižší směrodatné odchylce při omračování CO₂, což svědčí

o nižším výskytu extrémně odchylených hodnot od průměru. Pro srovnání lze uvést výsledky měření Van Oeckela a Warnantse (2003), kteří zkoumali pH_1 ve svalu MLLT a došli k průměrné hodnotě $5,76 \pm 0,32$; nejnižší naměřenou hodnotu uvádějí 5,30 a maximální 8,84. Mörlein *et al.* (2007) uvádějí průměrnou hodnotu pH_1 $6,41 \pm 0,22$; minimální hodnotu 5,70 a maximální 7,00. Zelechowska *et al.* (2012), kteří měřili vyšší pH_1 také ve svalu MLLT a uvádějí průměrnou naměřenou hodnotu $6,307 \pm 0,143$.

Na základě naměřených hodnot pH 45 minut *post mortem* ve dvou provezech s různým způsobem omračování lze minit, že omračování koncentrovaným plynem, které využívá CO_2 , vykazuje příznivější hodnoty pH_1 .

Teplota 45 minut po porážení

Při měření teploty jatečně upravených těl 45 minut *post mortem* a následném statistickém vyhodnocení jsme došli k výsledku, že výsledná hodnota je statisticky neprůkazná ($P = 0,305$). Průměrná teplota naměřena při klasickém omračování byla $+ 35,479^\circ C \pm 1,093$. V masokombinátu s omračováním CO_2 byla zjištěna průměrná teplota jen o $0,245^\circ C$ vyšší, a to $+ 35,725^\circ C \pm 2,143$.

Nejnižší naměřená hodnota v masokombinátu s klasickou metodou omračování byla $+ 33,5^\circ C$. Při omračování CO_2 byla naměřena nejnižší teplota $+ 30^\circ C$.

Oproti tomu nejvyšší teplota v jatečně upravených tělech byla při omračování CO_2 $+ 40,0^\circ C$ což je o $0,80^\circ C$ vyšší než při klasickém omračování ($+ 39,2^\circ C$).

Z těchto naměřených výsledků lze usoudit, že způsob omračování nemá vliv na teplotu jatečně upravených těl prasat 45 minut *post mortem*.

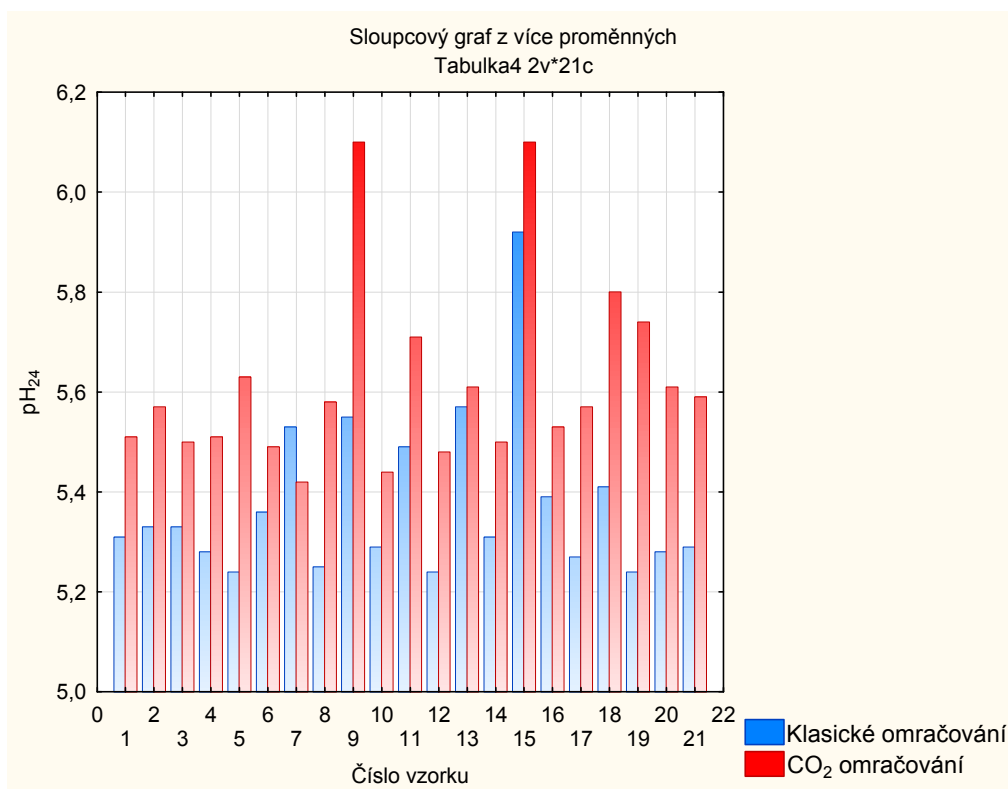
Hodnota pH 24 a 48 hodin po porážení

Měření hodnoty pH bylo provedeno vyjma 45 minut *post mortem* i za 24 a 48 hodin po porážce. Pro identifikaci jakostní odchylky PSE, nejsou dle většiny autorů (Ingra, 2003, Pulkrábka *et al.*, 2005; Stupky *et al.*, 2009) tyto hodnoty rozhodující.

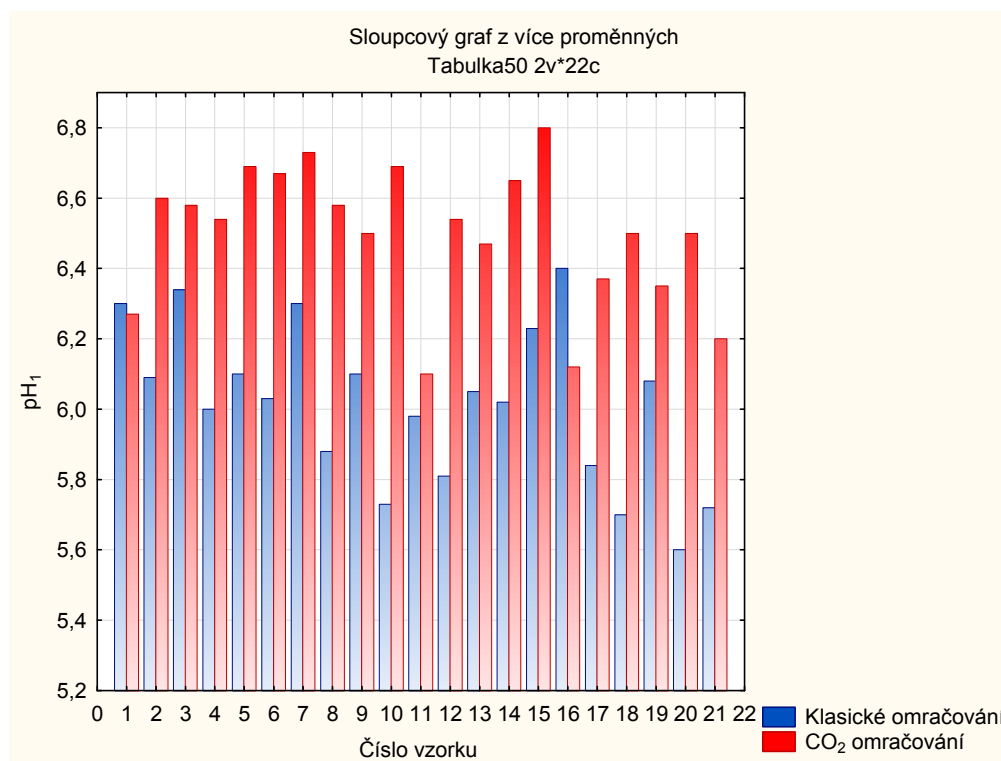
V masokombinátu s klasickým omračováním byla naměřena průměrná hodnota pH_{24} $5,375 \pm 0,163$. V masokombinátu s omračováním CO_2 činila průměrná hodnota $5,619 \pm 0,186$. Rozdíl průměrných hodnot pH_{24} činil 0,243 ve prospěch omračování CO_2 , tento rozdíl byl statisticky vyhodnocen jako velmi vysoce průkazný ($p < 0,001$). Tento výsledek průměrné hodnoty potvrzují i Zelechowska *et al.* (2012),

kteří při měření průměrné hodnoty pH_{24} *post moterm* ve svalu MLLT došli k podobnému výsledku, a to $5,403 \pm 0,050$ při omračování elektrickým proudem.

Graf č. 2 Porovnání hodnoty pH_{24} (vzorky č. 1 – 21) při různém způsobu omračování.



Graf č. 3 Porovnání hodnoty pH_1 (vzorky č. 1 – 21) při různém způsobu omračování.



Přestože výsledky vykazují zřejmý rozdíl v hodnotě pH_{24} a totožně, jako v případě pH_1 , byly vyšší hodnoty naměřené u vzorků z masokombinátu s technologií CO₂ omračování. Nebyla ale zjištěna potřebná kontinuita mezi hodnotou pH_1 a pH_{24} . U vybraných čtyř vzorků, které vykazovaly PSE vadu na základě hodnoty pH_1 (5,73; 5,70; 5,60; 5,72) bylo provedeno měření hodnoty pH_{24} . Při tomto měření dosahovaly hodnoty pH_{24} průměru. Např. u vzorku, u kterého byla naměřena nejnižší hodnota pH_{24} , a to 5,24 při měření pH 45 minut po porážce, byla naměřena hodnota pH 6,10.

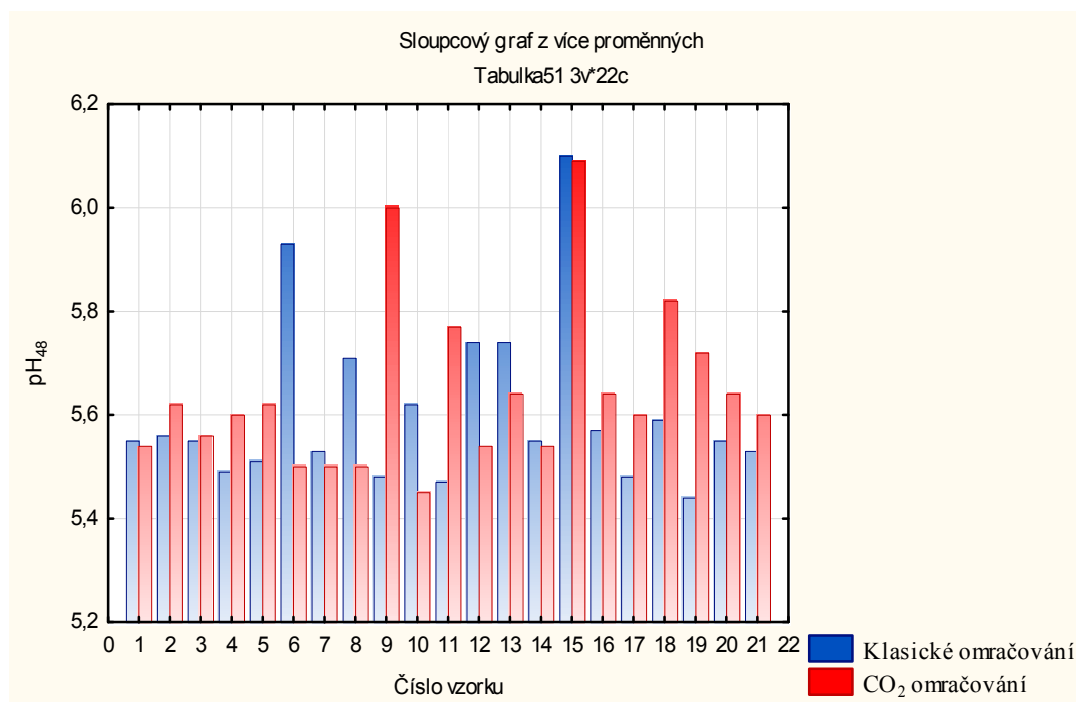
Graf č. 2 zachycuje hodnoty pH_{24} u vzorků č. 1 – 21, které lze porovnat s naměřenými hodnotami pH_1 uvedenými v grafu č. 3. Z grafů je zřejmé, že měřené vzorky, u kterých pH_1 prokázalo abnormální hodnotu, tuto hodnotu nemusí vykazovat při měření pH_{24} . Z toho důvodu tedy můžeme tvrdit, že nebyla zpozorována potřebná kontinuita, přesto však lze potvrdit myšlenku Mota-Rojase *et al.* (2012), že omračování plynem CO₂ má příznivé účinky na kvalitu masa z pohledu hodnoty pH_{24} .

Při měření průměrné hodnoty pH_{48} , byly zjištěny opět vhodnější hodnoty u omračování CO_2 , ale rozdíl dosahoval pouhých 0,053. Průměrná hodnota stanovena při klasickém omračování činila $5,589 \pm 0,156$ a při CO_2 omračování bylo zjištěno pH_{48} $5,642 \pm 0,162$. Zelechowska *et al.* (2012) uvádějí průměrnou hodnotu při klasickém způsobu omračování jen $5,483 \pm 0,050$, což je o 0,106 nižší výsledek průměrné hodnoty při klasickém omračování, než bylo vyhodnoceno v této práci.

Jak už napovídá výše uvedený rozdíl průměrných hodnot pH_{48} toto měření bylo vyhodnoceno jako statisticky neprůkazné ($P = 0,284$), a neprokázalo tedy vliv způsobu omračování na hodnotu pH_{48} . To potvrzují ve svém výzkumu i Zelechowska *et al.* (2012)

Tyto naměřené hodnoty však neznamenají, že způsob omračování neovlivňuje kvalitu masa jako takovou. Pouze potvrzují, že při průběhu zrání dochází ke kolísání hodnoty pH masa, která se, ale v závislosti na čase, až na výjimky začne ustalovat, což nám potvrzuje i graf č. 4.

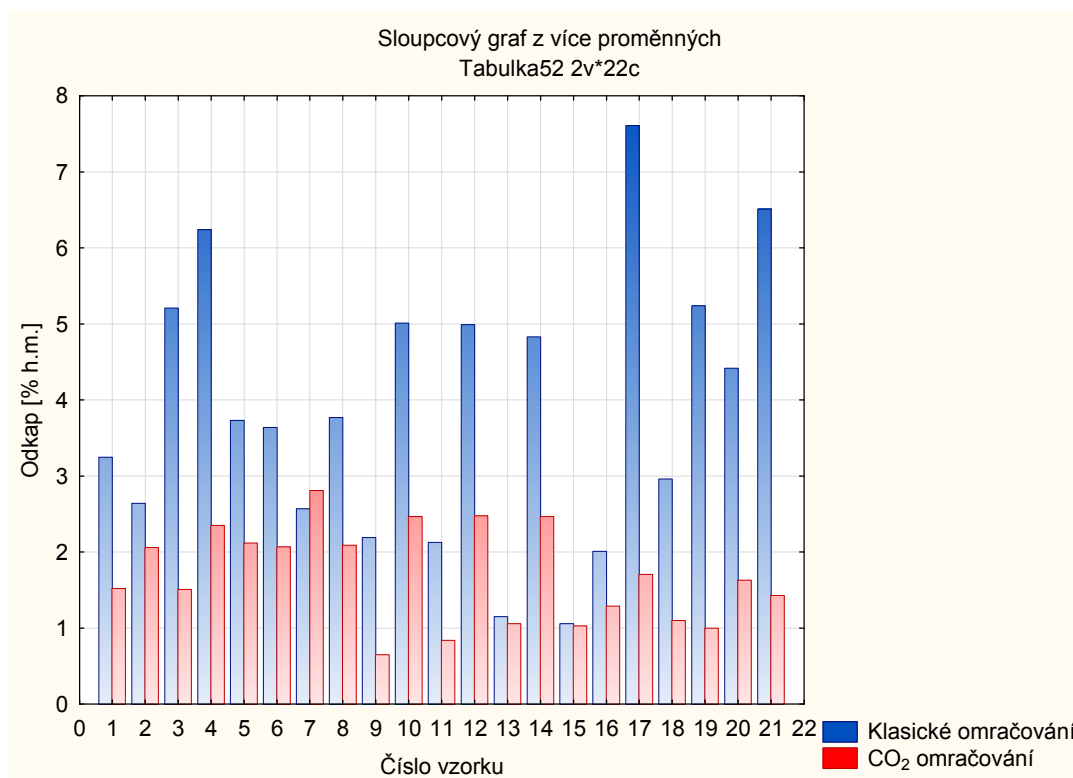
Graf č. 4 Porovnání hodnoty pH_{48} (vzorky č. 1 – 21) při různém způsobu omračování.



Ztráta masné šťávy odkapem

Překvapivě rozdílné výsledky byly vyhodnoceny z měření průměrné hodnoty ztráty masové šťávy odkapem. Kdy při klasickém omračování byla průměrná hodnota stanovena na hladině $3,864 \pm 1,777$ a při CO₂ omračování byla průměrná hodnota nižší více než dvojnásobně a to $1,700 \pm 0,628$. Rozdíl naměřených průměrných hodnot ztráty masové šťávy odkapem je znázorněn v grafu č. 5.

Graf č. 5 Porovnání ztráty masné šťávy odkapem (vzorky č. 1 – 21) při různém způsobu omračování.



Jak už sám graf č. 5 napovídá, ztráta masné šťávy odkapáním byla zjišťována ve dvou masokombinátech s různým druhem omračování a byla statisticky vyhodnocena jako velmi vysoce průkazná ($p < 0,001$). Tato výrazná diference hodnot byla nejvyšší ze všech sledovaných ukazatelů jakosti masa. A opět potvrdila, že využití technologie omračování prasat plynem CO₂ je vhodnější nejen z důvodu welfare prasat, ale i z důvodu lepší konečné jakosti masa. Ztrátu masné šťávy odkapem v jatečném provozu s elektrickým omračováním zkoumali

také Zelechowska *et al.* (2012) a ve svém výzkumu došli k závěru, že ztráta odkapem činí v průměru $3,466 \pm 0,98$. Což potvrdili i tyto výsledky, které byly zjištěny vyhodnocením naměřených hodnot v masokombinátu s elektrickým omráčením.

Dále lze konstatovat, že v žádném jiném sledovaném ukazateli jakosti masa nebyl rozdíl natolik markantní a z výsledků šetření vyplynulo, že na základě stanovení ztráty masné šťávy odkapáním byl vyhodnocen způsob omračování koncentrovaným plynem CO₂ jako vhodnější způsob omračování prasat na jatkách, vzhledem ke konečné kvalitě masa.

Tabulkové shrnutí naměřených hodnot

Tabulka č. 1 Základní statistické ukazatele u vzorků z porážky prasat při omračování klasickou metodou.

Ukazatel	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x
Hodnota pH ₁	6,075	5,45	6,92	0,305
Teplota [°C] ₁	35,216	33,1	39,8	1,109
Hodnota pH ₂₄	5,142	5,05	5,98	0,189
Hodnota pH ₄₈	5,421	5,25	6,25	0,175

Tabulka č. 2 Základní statistické ukazatele u vzorků z porážky prasat při omračování pomocí CO₂.

Ukazatel	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x
Hodnota pH ₁	6,385	5,54	6,72	0,274
Teplota [°C] ₁	35,645	30,1	40,2	2,204
Hodnota pH ₂₄	5,602	5,37	6,04	0,174
Hodnota pH ₄₈	5,598	5,38	6,01	0,154

Tabulka č. 3 Rozdíl statistických ukazatelů měřených hodnot při omračování CO₂ vs. klasický způsob omračování.

Ukazatel	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}
Hodnota pH ₁	-0,300	-0,08	0,09
Teplota [°C]	-0,245	3,50	-0,80
Hodnota pH ₂₄	-0,243	-0,18	-0,18
Hodnota pH ₄₈	-0,053	-0,01	0,04
Odkap [% h.m.]	2,164	0,407	4,798

Tabulka č. 4 Statistické vyhodnocení ukazatelů (t-test, nezávislé vzorky, omračování klasicky vs. pomocí CO₂).

Sledované ukazatele	Hodnota t	P	F-poměr rozptyl	p rozptyl
pH ₁	-7,291	0,000	1,031	0,878
Teplota ₁	-1,029	0,305	3,847	0,000
pH ₂₄	-4,507	0,000	1,306	0,556
pH ₄₈	-1,086	0,284	1,072	0,878
Ztráta masné šťávy odkapem	5,263	0,000	7,996	0,000

Výskyt jakostní odchylky PSE

Při hodnocení jakostní odchylky PSE masa se můžeme setkat s různým pohledem na identifikaci. Například Ingr (1996), Pipek a Jirotková (2001) využívají pro rozdělení jen dva stupně, a to normální a PSE maso, kdy jako PSE maso je stanoveno maso s hodnotou pH < 5,8. Dalším způsobem identifikace, kterým se definuje PSE maso blíže a uvádějí ho ve své publikaci Pulkrábek *et al.* (2005) a Stupka *et al.* (2009) je třístupňový, který definuje normální maso, maso inklinující k PSE (PSE_i) a PSE maso. Další autoři jako Jůzl *et al.* (2004) a Matoušek *et al.* (1997) rozlišují dokonce čtyři stupně a to maso beze změny, maso s mírnými odchylkami PSE, maso s výraznými odchylkami PSE a maso s velmi výraznými odchylkami PSE, hraniční hodnoty pH₁ jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5 Identifikace jakostní odchylky PSE dle Jůzla *et al.* (2004) a Matouška *et al.* (1997).

Intenzita jakostní odchylky PSE	pH ₁	Ztráta šťávy odkapem [% h.m]
Maso beze změn	> 5,8	< 5,0
Maso s mírnými odchylkami PSE	5,8	5,0 – 7,5
Maso s výraznými odchylkami PSE	5,7	7,6 – 10,0
Maso s velmi výraznými odchylkami PSE	< 5,7	> 10,0

Tabulka č. 6 Identifikace jakostní odchylky PSE dle Stupky *et al.* (2009).

Maso	pH ₁	Ztráta šťávy odkapem [% h.m]
Normální	> 5,8	< 0,5
Inklinující k PSE	5,6 – 5,8	-
PSE	< 5,6	> 5,0

Tabulka č. 7 Identifikace jakostní odchylky PSE dle Purkrábka *et al.* (2005).

Kvalita masa	pH ₁
Velmi dobrá	> 6,00
Normální	5,81 – 6,00
Inklinující k PSE	5,60 – 5,80
PSE	< 5,6

Na základě uvedených tabulek byla sestavena vlastní tabulka stanovení jakostní odchylky PSE.

Tabulka č. 8 Identifikace jakostní odchylky PSE (vlastní tabulka).

Intenzita jakostní odchylky PSE	pH ₁	Ztráta šťávy odkapem [% h.m]
Normální maso	> 5,8	< 5,0
Inklinující k PSE	5,6 – 5,8	5,0 – 7,5
PSE	< 5,6	> 7,5

Při vlastním vyhodnocení naměřených hodnot došlo nejprve k vyhodnocení dílčích ukazatelů, podle kterých se stanovila jakostní odchylka PSE. Poté se z důvodu objektivního hodnocení označovalo jako PSE maso takové, které vykazovalo známky PSE v obou ukazatelích. Jestliže vzorek vykazoval v obou měřených ukazatelích hodnoty pH₁ a odkap šťávy v intervalu pro maso inklinující k PSE, byl tento vzorek vyhodnocen jak maso PSE_i. V případě, že v jednom ukazateli bylo dosaženo hodnoty pro PSE maso a v druhém ukazateli pro maso inklinující k PSE. Tento vzorek byl vyhodnocen jako PSE maso. V případě kdy vzorek vykazoval v obou ukazatelích hodnoty pro PSE maso byl tento vzorek logicky vyhodnocen jako PSE maso.

Získané hodnoty byly vyhodnoceny a výsledky uvádějí tabulka č. 9, tabulka č. 10 a tabulka č. 11.

Tabulka č. 9 Výskyt jakostní odchylky PSE (ks) na základě jednotlivých indikátorů.

Ukazatele	Omračování klasicky			Omračování CO ₂		
	n	PSE _i	PSE	n	PSE _i	PSE
Hodnota pH ₁	102	15	3	102	7	1
	21	5	1	21	1	0
Odkap [% h.m.]	21	5	1	21	0	0

Tabulka č. 10 Výskyt jakostní odchylky PSE (%) na základě jednotlivých indikátorů.

Ukazatele	Omračování klasicky			Omračování CO ₂		
	n	PSEi	PSE	n	PSEi	PSE
Hodnota pH ₁	102	12,742	1,961	102	4,902	0,000
	21	19,048	0,000	21	0,000	0,000
Odkap [% h.m.]	21	23,810	4,762	21	0,000	0,000

Na základě vyhodnocení PSEi a PSE jakostní vady masa lze konstatovat, že využívání moderní technologie omračování CO₂ plynem je z pohledu kvality masa vhodnější.

Tento výsledek potvrzuje i Vrba *et al.* (2010), kteří také zkoumali výskyt PSE vady v závislosti na typu porážecí linky. A při vyhodnocení pH₁ se jim také potvrdil vyšší výskyt PSE vady při využití elektrického omračování prasat. Ke stejným výsledkům, při zkoumání vlivu technologie omračování na kvalitu masa, došel i Jelínek (2010), který uvádí, že změnou způsobu omračování z klasického na CO₂ omračování, se sníží výskyt PSE vady z 15 – 20 % na 3 – 7 % (jednokriteriální vyhodnocení – pH₁).

Vyhodnocení závislostí ukazatelů

Dále byly vyhodnoceny závislosti ukazatelů pomocí koeficientů korelace a determinace. Účelem pozorování závislostí byla, kromě jiného, jistá předpověď hodnot naměřených těsně po porážce (pH₁ a teplota) a hodnot naměřených minimálně o 24 hodin déle (pH₂₄, pH₄₈ a odkap masové šťávy). Výjimku tvoří závislost mezi teplotou a pH₁, jelikož tyto hodnoty byly měřeny současně. Závislosti jednotlivých ukazatelů souhrnně uvádí tabulka č. 11.

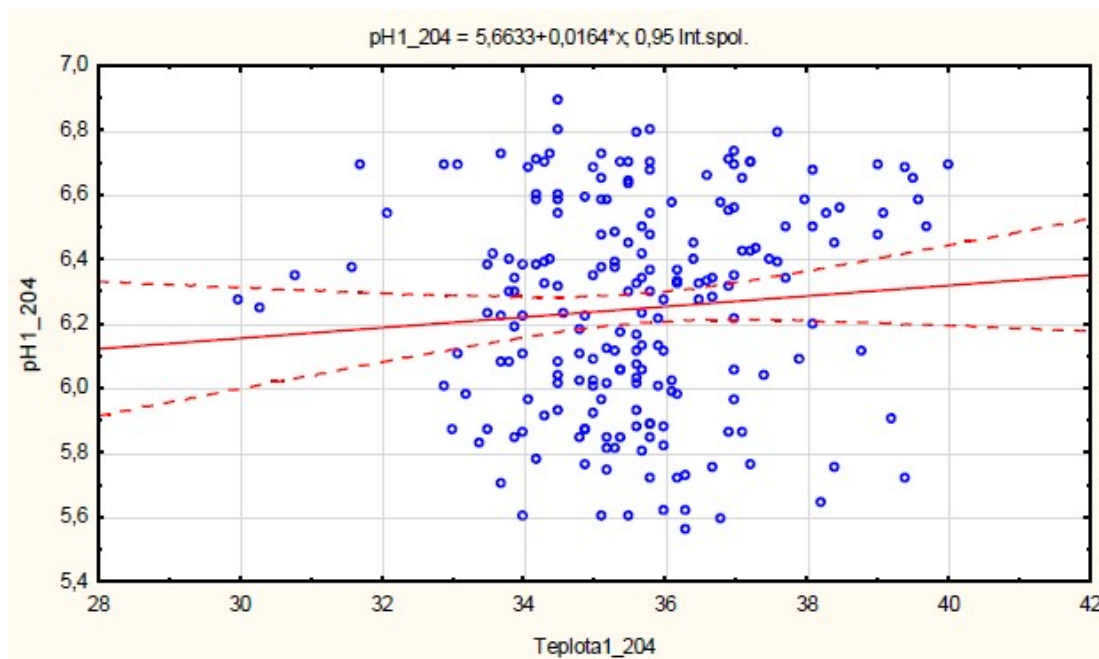
Tabulka č. 11 Korelační závislosti sledovaných ukazatelů.

N	Ukazatel		r	R ²
	Nezávislý	Závislý		
42	pH ₁	Teplota [°C]	0,085	0,718 %
42	pH ₁	pH ₂₄	0,544	29,560 %
42	pH ₁	pH ₄₈	0,242	5,856 %
42	pH ₁	Odkap m. šťávy	0,586	34,351 %

Nejprve byly vyhodnoceny závislosti ukazatelů pH₁ a teploty. Z literatury od Ingra (1996), Steinhausera *et al.* (2000) a Kadlece *et al.* (2009) bylo zjevné, že tyto výsledky by závislost měly vykazovat, jelikož po vykrvení zvířete, které vykazuje PSE vadu masa do 1 hodiny *post mortem* by mělo dojít ke zvýšení teploty v prvních desítkách minut, až na hodnotu 43 °C, což zapříčiní rychlý průběh glykogenolýzy, která uvolní velké množství tepelné energie a ta z důvodu chybějícího krevního oběhu zahřívá JUT.

Toto mínění bylo ověřeno pomocí korelační analýzy a výsledek je znázorněn v grafu č. 6

Graf č. 6 Závislost hodnoty pH1 na teplotě (n = 204).

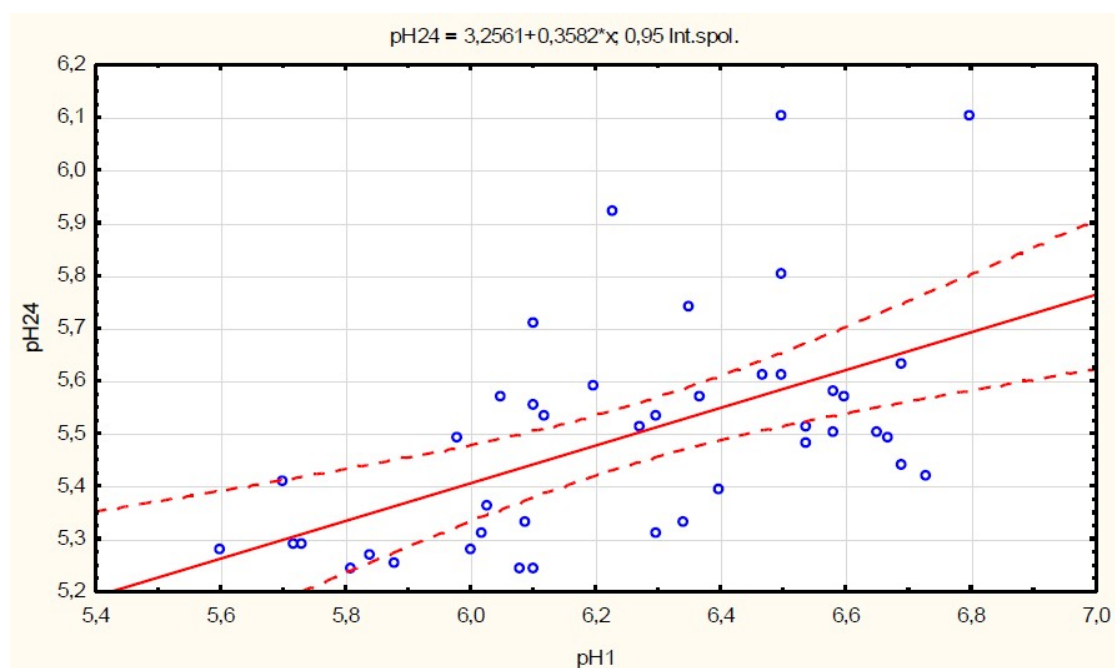


Jak už ale sama tabulka č. 11 napovídá, korelační koeficient (r) 0,085 vykazuje slabou (nepoužitelnou) těsnost korelační závislosti a variabilita sledovaných proměnných, v tomto případě pH_1 a teplota, udává procentuální podíl sledovaného faktoru na výsledném efektu, tato hodnota je pouze 0,718 %. Tento výsledek je znázorněn i v grafu č. 6.

Dále byly srovnávány a vyhodnocovány korelační koeficienty vůči hodnotě pH_1 v návaznosti času, a to pH_{24} , pH_{48} a odkap masové šťávy.

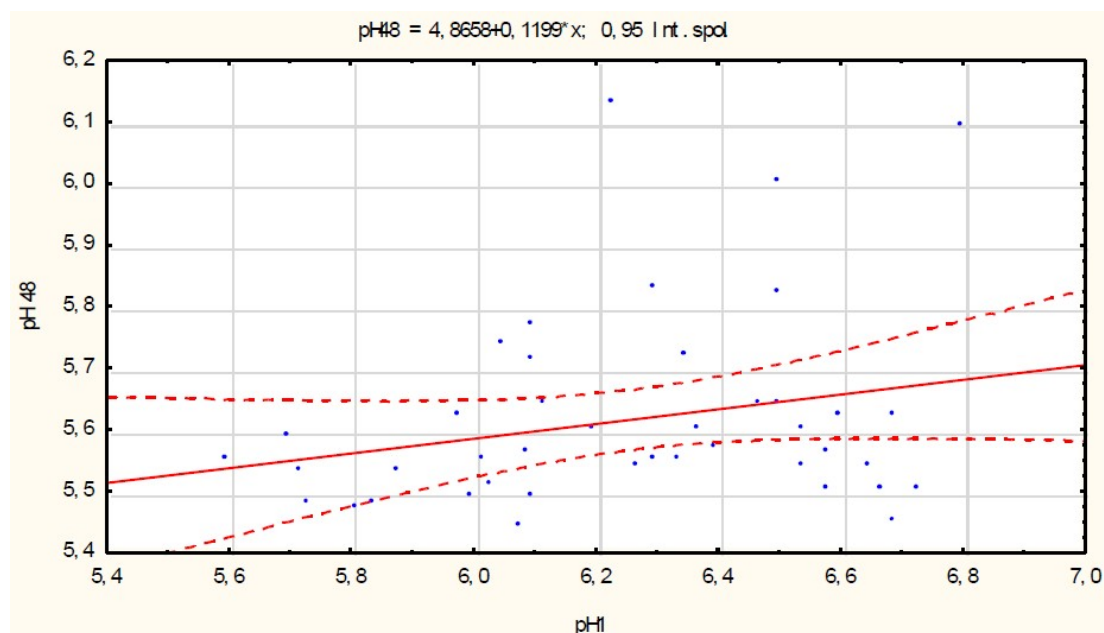
V grafu č. 7 je zobrazena funkce závislosti hodnoty pH_{24} a pH_1 a také závislost těchto hodnot. V tabulce č. 11 je vypočítán koeficient závislosti a variabilita hodnoty. Podle kterých lze říci, že variabilita hodnoty pH_{24} je z 29,560 % ovlivněna proměnlivostí hodnoty pH_1 . Koeficient závislosti vypovídá o střední těsnosti (0,544).

Graf č. 7 Závislost hodnoty pH_{24} na hodnotě pH_1 ($n = 42$).



Při vyhodnocení vazeb pH_{48} a pH_1 byla zjištěna nízká korelační závislost (0,242) a s tím související i proměnlivost hodnoty pH_{48} , která je závislá na hodnotě pH_1 jen z 5,856 %. Což spolu s funkcí závislosti znázorňuje graf č. 8.

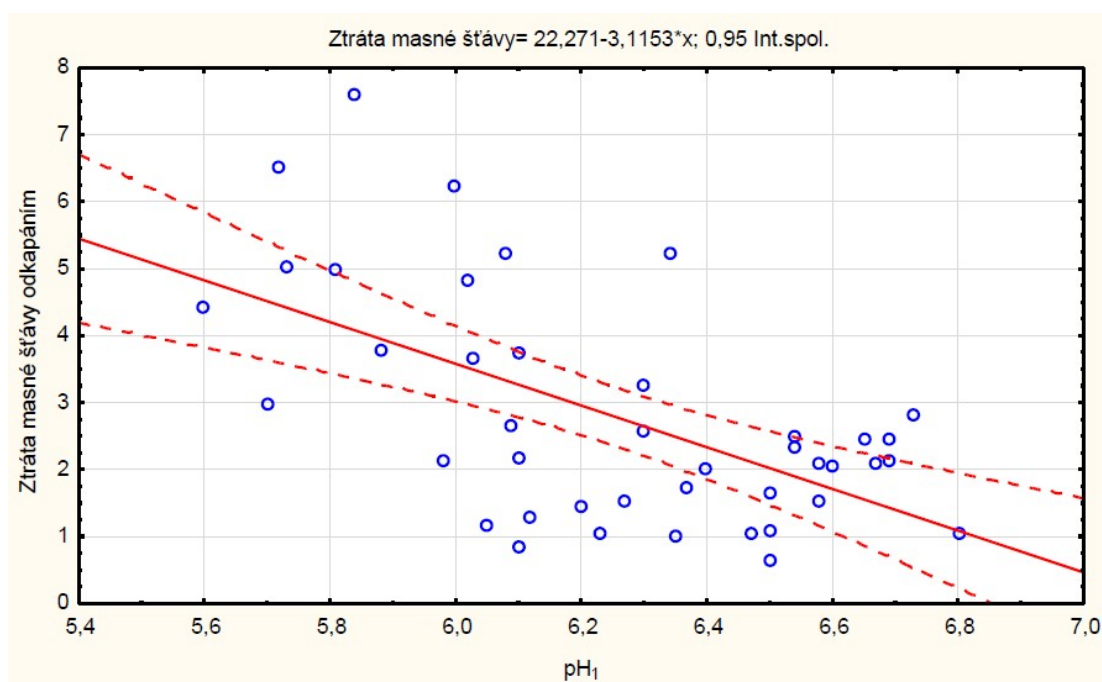
Graf č. 8 Závislost hodnoty pH48 na hodnotě pH1 (n = 42).



Hodnota závislosti byla stanovena značně pod očekávání u ztráty masové šťávy odkapem vůči hodnotě pH_1 . Jelikož většina autorů (Ingr, 1996; Steinhauser *et al.*, 2000 a Pipek a Jirotková, 2001) popisují, jako základní princip stanovení jakostní odchylky PSE, změření hodnoty pH_1 a odkap masné šťávy. Z toho důvodu jsme předpokládali, že hodnoty závislosti u těchto indikátorů budou vykazovat vysokou závislost.

Míra těsnosti vztahu, mezi těmito hodnotami, byla vyhodnocena jako střední (0,586). Závislost variability odkapu masné šťávy byla 34,351% na hodnotu pH_1 . Tento výsledek závislosti a funkce závislosti je znázorněn v grafu č. 9.

Graf č. 9 Závislost odkapu masné šťávy na hodnotě pH₁ (n = 42).



Na základě vzájemného vztahu, mezi zjišťovanými jakostními ukazateli, bylo stanoveno, že tyto vzájemné vztahy jsou výrazně nižší, než bylo očekáváno. Tato skutečnost, nastala z důvodu působení celé řady vlivů, které korelační vztahy ovlivňují (především vliv plemene a postmortální zrání masa). Nepotvrdilo se stanovisko většiny autorů (Ingra, 2003; Kadlece *et al.*, 2009; Pipka a Pour 1998 a Steinhausera *et al.*, 2000), kteří uvádějí, že jedním z hlavních indikátorů vaznosti masa je ztráta masové šťávy odkapem, která je přímo závislá na pH. Z naměřených výsledků, k jejichž vyhodnocení došlo, v této diplomové práci, vyplývá, že tato korelace není tak vysoká jak bylo předpokládáno, podle literatury, z které jsme čerpali.

6. ZÁVĚR

Dříve se jatečná prasata porážela individuálně na místě a zcela se na něm zpracovala, přičemž se řezníci u jednotlivých kusů mohli střídat, ale produktivita práce byla relativně nízká a hygiena dosahovala poměrně nízké úrovně. Dnes se jatečná zvířata zpracovávají na kontinuálně pracujících linkách specializovaných na prasata. Výhodou těchto kontinuálních linek je vysoká výkonnost, vysoký stupeň mechanizace a částečná automatizace jednotlivých pracovních opatření. Tyto linky umožňují dosáhnout i velmi vysoké úrovně provozní hygieny, což je velice důležité pro jakost a tržnost jatečných produktů.

Kritickým místem z hlediska vyvolání stresu, a tím i možného vzniku nevratných vad masa, je komplex omráčení a vykrvení. Zatímco vykrvování téměř žádný technický pokrok nezaznamenalo, omračování ano. V poměrně dávné minulosti se pro omračování prasat využívalo tupého úderu do čelní kosti zvířete, poté byly vyvinuty řeznické pistole s volným nebo upoutaným projektilem, které se používají v malých nebo domácích porážkách dodnes. A dnes je nejvyužívanější technologie pro omračování elektrickým proudem. Tyto tři technologie omračování jsou využívány i v současné době. Nejnovější technologií omračování je použití technických plynů, které působí na stejném principu jako narkóza.

Hodnoty pH_1 , pH_{24} a ztráta masné šťávy odkapem dosahovaly příznivějších výsledků při využití omračovací technologie plynem CO_2 o koncentraci 90 %.

Vzájemná závislost jednotlivých indikátorů, stanovených na základě korelačního a determinačního koeficientu, nepotvrdila naše očekávání ani ve znaku, který vykazoval nejvyšší závislost a to pH_1 a ztráta masové šťávy odkapem.

Ale i přesto, z diplomové práce vyplývá, že šetrnější způsob omračování (a to plynem CO_2) má pozitivní vliv na výslednou kvalitu masa, ale díky současné ekonomické situaci v Evropě nemůže očekávat rozvoj technologie omračování plynem CO_2 , jelikož přestavba jatečných provozů tak i samotný provoz je velice finančně nákladný.

7. CONCLUSION

In the past, pigs were both slaughtered and processed individually on-site and the butchers could change. However, the work efficiency was relatively low as well as the general condition of hygiene. Nowadays the pigs are processed at continually operating specialized lines. Their major advantage is their high efficiency, a high level of mechanization and partial automatization of individual work measures. These lines allow to reach a very high level of hygiene, which is very important for the quality and marketability of the products.

The critical moment, from the point of view of stress initiation and consequent irreversible meat quality defects, is the process of stunning and bleeding. While bleeding has not changed technologically for decades, it is stunning which has. Relatively long time ago, pigs were stunned with the use of blunt hit onto their heads. Afterwards, they were stunned by stun gun (which is still used in small and home slaughters). Today, the most common method of stunning is using electricity. The latest technology is stunning by technical gases, which is very similar to anesthesia.

Based on the outcomes of this thesis, pH_1 , pH_{24} value and the drainage of meat juice imply favorable results when using CO_2 of concentration of 90%.

Mutual dependance of individual indicators based on corelative and determinative fundament did not confirm our expectation in the indicator of the highest dependance - pH_1 value and meat juice drainage.

The thesis demonstrates that the method of stunning influences the final quality of meat. However, thanks to present European economical situation, we cannot expext major expansion of stunning by CO_2 due to the costs of rebuilding of present slaughterhouses and of the operation of it itself.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ALVAREZ-ALVAREZ, D., CO2 stunning systems in the pig: Animal welfare and meat quality, Animal welfare and Meat quality, Distrito federal, Mexico, 2010, s. 235-248.
1. ANONYMUS, Chov prasat obecně: Stavby prasat v ČR. In: Zootechnika.cz [online]. 2012 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-prasat/chov-prasat-obecne/chov-prasat-obecne.html>
2. ANONYMUS, Integrovaná prevence a kontrola znečištění: Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných postupech na jatkách a v průmyslu zpracovávajícím jejich vedlejší produkty. Výzkumný ústav potravinářský Praha [online]. Institut perspektivních technologických studií (Sevilla), 2003 [cit. 2013-04-06]. Dostupné z WWW: <http://www.vupp.cz/czvupp/departments/odd350/04BREFJ2.pdf>
3. AZIZ, N.; Proceeding of the 2004 Banff pork seminar. Edmonton: University of Alberta, 2004. s. 245.251. ISBN 1-896110-22-3.
4. BURÝŠKOVÁ, J.; Hodnocení výskytu PSE masa v masokombinátu v Poličce. Brno, 1997. [Atestační práce]. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Vedoucí práce Nápravníková Eva.
5. DVOŘÁK, J.; ústní sdělení (bývalý vedoucí jatek, Kostelecké uzeniny a.s., Kostelec 60, provoz Planá nad Lužnicí) dne 2. 3. 2010.
6. DVOŘÁK, J., L. KAHÁNKOVÁ, H. NEBOLA, R. HRADIL, a J. VRKOVÁ; Genetické markery u prasat, variabilita genu RYR u prasat v ČR. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 1996, s. 10 – 11.
7. DOUSEK J. a M. MALENA; Welfare jatečných zvířat I.. Maso. 2008a, 19, 2, s. 12 - 15. ISSN 1210-4086.
8. DOUSEK, J. a M. MALENA; Welfare jatečných zvířat II.. Maso. 2008b, 19, 3, s. 16 - 19. ISSN 1210-4086.

9. Ebay [online]. 2013 [cit. 2013-04-06]. Elektronik. Dostupné z WWW: <<http://www.ebay.de/itm/Greisinger-GMH-3530-pH-Redox-Temperatur-Messgerat-Zubehor-/170979775174>>
10. ESSÉN – GUSTAVSSON, B., K. KARLSTRÖM, K. LUNDSTRÖM; Muscle fibre characteristics and metabolit response at slaughter in pigs of different halothane genotypes and their relation to meat quality, Meat Science. 1992, 31, s. 1 – 11.
11. FEWSON VON, D., A. RATHEFELDER, E. MÜLLER; Investigations on the correlations between the percentage of carcass lean, meat quality and stress resistance in pigs of different genetic origin. 1. Importance of the morfology of the eye – muscle, Zuchtungskunde, IS 950516, 1993, 65, 4, s. 284 – 296.
12. FISCHER, K.; Sensible recording of PSE – dependent quality trans in pork. Fleischwirtschaft. 2000, č. 80, 92 - 94.
13. FISHER, P., F. D. MELLETT a L. C. HOFFMAN; Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality trans from the free halothane genotypes. Meat Science. 2000, 54 s.97-105.
14. GÁL, R; Hodnocení vybraných vlastností masa a zvěřiny [Doktorská disertační práce]. Brno, 2004.
15. GARIDO, M. D., L. PEDAUIE a S. BANON; Objective assesment of pork quality. Meat Science, 37, 1994, s. 411 – 420.
16. GÄRTNER, H.; Kompendium chemie: vzorce, pravidla a principy - úlohy a jejich řešení - periodická soustava prvků- výkladový slovník. 1. vydání. Praha: Euromedia Group - Knižní klub, 2007, s. 542, ISBN 978-80-242-2012-3.
17. GEERS, R., E. BLEUS a T. VAN SCHIE.; Transport of pigs different with respect to the halothane gene: Stress assessment. Journal of Animal Science. 1994, s. 2552-2558.
18. GRAU, R.; Fleischund Fleischwaren. Berlin. A. W. Hayns Erben Verlag 1960.
19. INGR, I.; Hodnocení živočišných výrobků: cvičení: určeno pro posl. AF, PEF. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993a, s. 10. ISBN 80-715-7072-9.

20. INGR, I.; Technologie masa. Brno: MZLU, 1996, s. 273, ISBN 80-7157-193-8.
21. INGR, I.; Produkce a zpracování masa. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-719-7.
22. JELÍNEK, J.; Chemické a nutriční hodnoty masa jatečných zvířat a změny masa v průběhu zrání a skladování. Zlín, 2010. [Bakalářská práce]. Univerzita Tomáše Baťi ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Josef Mráz.
23. JŮZL, M., J. JANDÁSEK, J. ODEHNAL a I. INGR; Kvalitativní znaky jakosti vepřového masa u plemene Pietrain. In: MendelNet'04 Agro. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: Brno, 2004, s. 91. ISBN 80-7157-813-4.
24. KADLEC, P. *et al.*; Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava: KeyPublishing. Konverze potravin a technologie masa, 2009, s. 162 - 174. ISBN 978-80-7418-060-6.
25. KIM, J. M., Y. E., LEE, Y. M., CHOI, B. C. KIM; Possible muscle fibre characteristics in the selection for improvement in porcine lean meat production and quality, Asian – Australian Journal of Animal Sciences, 2008, 1529 – 1534.
26. KLOSOWSKA, D., B. KLOSOWSKI; Histological and histochemical investigations on heterogeneity of muscle in pigs, Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch. Berlin), 236, 1985, s. 191 – 197.
27. LAHUČKÝ R., V. UHRÍN; Štrukturná a funkčná charakteristika kostrového svalu vo vzťahu ku kvalite mäsa ošípaných, Tivočišná výroba. 1995, 40, 9, s. 421 – 428.
28. LÁT, J., *et al.*; Technologie masa. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1984, s. 662.
29. LEE, YB a YI CHOI; PSE (pale, soft, exudative) pork: The causes and solutions - Review. Asian – Australasian journal of animal sciences. 1999, 12, 2, s. 244 - 252. ISSN 1011-2367.

30. LLONCH, P., P. RODRÍGUEZ, M. GISPERT, A. DALMAU, X. MANTECA a A. VELARDE; Stunning pigs with nitrogen and carbon dioxide mixtures: effects on animal welfare and meat quality. *Animal*. 2012, 6, 4, s. 668-675. ISSN 1751-7311. DOI: 10.1017/S1751731111001911.
31. MARTINEZ-RODRIGIEZ, R., P. ROLDAN-SAN, S. FLORES-PEI, J.A. RAMIREZ-TE, P. MORA-MEDIN, M.E. TRUJILLO-O, M. GONZALEZ-L, M. BECERRIL-H, M. SANCHEZ-HE a D. MOTA-ROJAS; Deterioration of pork quality due to the effects of acute ante mortem stress. An overview. *Asian Journal of animal and veterinary advances*. 2011, s. 1170-1184. ISSN 16839919. DOI: 10.3923/ajava.2011.1170.1184
32. MATOUŠEK, V. *et al.*; Chov prasat a drůbeže. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1997, s. 149, ISBN 80-704-0261-X.
33. MOJE, M.; Hygienické výhody robotů: Srovnávací bakteriologická studie průmyslového použití robotů při porážení prasat. *Maso*. 2009, 20, 6, s. 14 - 15. ISSN 80-900260-4-4.
34. MOLETTE, C., H. RÉMIGNON a R. BABILÉ; Maintaining muscles at a high post-mortem temperature in duces PSE-like meat in turkey. *Meat Science: The official journal of the American meat science association*. 2003, 63, 4, s. 525–532. ISSN 0309-1740.
35. MÖRLEIN, D. *et al.*; Evaluation of three pig cross breed types with respect to strategies to improve the meat quality: MHS genotype rather than a cross breed type influences drip loss. *Archiv Tierzucht: Leibniz Institute for Farm Animal Biology*. 2007, 50, 6, s. 605-618. ISSN 0003-9438.
36. MÖRLEIN, D., A. GRAVE, A. R. SHARIFI, M. BUCKING a M. WICKE; Different stunning techniques do not affect boar taint. *Meat Science*. 2012, 91, 4, s. 435-440. ISSN 03091740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.02.028.
37. MOTA-ROJAS, D., D. BOLANOS-LO, M. CONCEPCION, J, RAMIREZ-TE, P. ROLDAN-SAN, S. FLORES-PEI a P. MORA-MEDIN; Stunning swine with CO₂ gas: Controversies related to animal welfare. *International*

journal of pharmacology. 2012, 8, 3, s. 141-151. ISSN 18117775. DOI: 10.3923/ijp.2012.141.151.

38. NÁPRAVNÍKOVÁ, E.; Veterinární prohlídka jatečných zvířat: hygiena a Technologie masa a masných výrobků. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2001. s. 114. ISBN 80-7305-408-6.
39. PIPEK, P.; Nové pohledy na jatečnictví (III). Maso. 2009, 20, 6, s. 6 - 10. ISSN 80-900260-4-4.
40. PIPEK, P.; Technologie masa. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991. s. 334. ISBN 80-7080-106-9.
41. PIPEK, P.; Technologie masa I. Praha: VŠCHT, 1995. S. 334. ISBN 80-7080.
42. PIPEK, P. a D. JIROTKOVÁ.; Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. České Budějovice: ZF JU, 2001. s. 42 - 52. ISBN 80-7040-490-6.
43. PIPEK, P. a M. POUR; Hodnocení jakosti živočišných produktů. Praha: ČZU, 1998. s. 56 - 58. ISBN 80-213-0442-1.
44. POLATI, R., M. MENINI, E. ROBOTTI, R. MILLIONI, E. MARENGO, E. NOVELLI, S. BALZAN a D. CECCONI.; Proteomic changes involved in tenderization of bovine longissimus dorsi muscle during prolonged ageing. Food Chemistry. 2012, s. 2052-2069. ISSN 03088146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.093.
45. PULKRÁBEK, J. *et al.*; Chov prasat. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005, 160 s. ISBN 80-867-2611-8.
46. ROSENVOLD, K. a H. J. ANDERSEN; Factors of significance, for pork quality - a review. Meat science. 2003, 3, s. 219-237. ISSN 0309-1740.
47. RUŽBANSKÝ, J., *et al.*; Potravinářská technika. Prešov: Fakulta výrobných technologií, 2005. s. 564. ISBN 80-8073-410-0.

48. SALOMON, F. V., I. FIEDLER, J. ZIEGAN, M. HEINZ; Maligne Hyperthermie und morphologische parameter der skelett muskulatur des schweines. Mh. Vet. – Med. (Jena), 1986, 41, s. 156 – 164.
49. SANTANA, BAA., BORGES, GSN., FRANCO, MM., BERNARDELI K., NUNES ALP., ANTUNES RC., BORGES M a GOULART LR; Aplicatio da genotipa gem do gene halotan to geneticosuino. Anais... II Simposio Nacional de Melhoramento Animal, Uberaba, MG, 1998, s. 453.
50. SAVELL, J.W., S.L.MUELLER a B.E. BAIRD; The shilling of carcasses. Meat Science. 2005, 70, 3, s. 449-459. ISSN 03091740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.06.027.
51. SIMEONOVÁ, J.; Zpracování a zbožíznalství živočišných produktů. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Jatečné zpracování zvířat. 2003, s. 33 - 34. ISBN 80-7157-708-1.
52. STEINHAUSER, L. et al.; Hygiena a technologie masa. Brno: LAST, 1995, s. 664. ISBN 80-900260-4-4.
53. STEINHAUSER, L. et al.; Produkce masa. Tišnov: LAST, 2000, s. 464. ISBN 80-900260-7-9.
54. STUPKA, R., M. ŠPRYSL, J. ČÍTEK; Základy chovu prasat. Praha: PowerPrint. 2009, s. 72 - 77. ISBN 978-80-904011-2-9.
55. ŠÁNEK, L.; Stanovení základních nutričních charakteristik masa, UTB ve Zlíně 2009, s. 77.
56. ŠIMEK, J., M. GROLIHOVÁ, I. STEINHAUSEROVÁ a L. STEINHAUSER; Carcass and meat quality of selected final hybrids of pigs in the Czech republic. Meat Science: The official journal of the american meat science association. 2004, 66, 2, s. 383-386. ISSN 0309-1740.
57. TERLOUW, E. M. C., C. ARNOULD, B. AUPERIN, C. BERRI, E. LE BIHAN-DUVAL, V. DEISS, F. LEFÉVRE, B. J. LENSINK a L. MOUNIER; Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. Animal. 2008, 2, 10, s. 1501 - 1517. ISSN 1751-7311. DOI: 10.1017/S1751731108002723.

58. SVETINA, A., I. JERKOVIC, L. VRABAC a S. CRIC; Thyroid function, metabolic indices and growth performance in pigs fed 00-rapeseed meal. *Acta Veterinaria Hungarica*. 1995, 51, 3, s. 283-295. ISSN 0236-6290. DOI: 10.1556/AVet.51.2003.3.4.
59. VALENTA, J.; Stres u prasat. *Veterinářství*. 1995, 45, 2, s. 57 - 59.
60. VAN OECKEL, M. J. a N. WARNANTS; Variation of the sensory quality within the m. longissimus thoracis et lumborum of PSE and normal pork. *Meat Science: The official journal of the American Meat Science Association*. 2003, 63, 3, s. 293-299. ISSN 0309-1740.
61. VOŠLÁŘOVÁ, E.; Nová právní úprava ochrany zvířat při porážení - porážka na jatkách. *Maso: Odborný časopis pro obor zpracování masa*. 2013, s. 52 - 55.
62. VRBA, J., J. KOČÍB a R. GÁL; Vliv způsobu omračování na kvalitu vepřového masa. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa, masných výrobků a lahůdek*. Praha: České a slovenské odborné nakladatelství, 2010, č. 1. ISSN 1210-4086.
63. WARRIS, P.D., S.N. BROWN, G.R. NUTE, T.G. KNOWLES, J.E. EDWARDS, A.M. PERRY a S.P. JOHNSON; Potential interactions between the effect of pre slaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. *Meat Science*, 41, 1995, s. 55–68.
64. WENZLAWOWICZ, M. HOLLEBEN, K. MICKIWITZ G.; Fleisch qualit at beim schwein. *Fleischwirtschaft*. 1996, 76, 3, s. 301 – 307
65. ZELECHOWSKA, E., W. PRZYBYLSKI, D. JAWORSKA a V. SANTE-LHOUELIER; Technological and sensory pork quality in relation to muscle and drip loss protein profiles. *European Food Research and Technology*. 2012, 234, 5, s. 883-894. ISSN 1438-2377. DOI: 10.1007/s00217-012-1705-z.
66. ZOLMANOVÁ, N.; Stanovení vybraných parametrů kvality masa a jejich vztah k nálezu z prohlídky jatečných prasat. Praha, 2007. [Atestační práce k atestaci II. Stupně]. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.