

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV**

**GENETICKÉ MARKÉRY KVALITY A PRODUKCIE  
OŠÍPANÝCH**

**Bakalárska práca**

Študijný program:	Výživa ľudí
Študijný odbor:	6.1.12 Výživa ľudí
Školiace pracovisko:	Katedra genetiky a plemenárskej biológie
Školiteľ:	Doc. Ing. Anna Trakovická, CSc.

**Nitra, 2010**

**Lucia Račková**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Lucia Račková vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „genetické markéry kvality a produkcie mäsa ošípaných vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 11. 5. 2010

Lucia Račková

## **Pod'akovanie**

Dovoľujem si touto cestou úprimne poďakovať mojej školiteľke doc. Ing. Anne Trakovickej, CSc. Za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovávaní bakalárskej práce.

## ABSTRAKT

Medzi potravinami popredné miesto zohráva mäso a mäsové výrobky, ktoré patria k najdôležitejším zložkám ľudskej výživy. Na finálnu akosť mäsa a mäsových výrobkov z hľadiska nutričnej hodnoty, ale aj bohatosti a plnosti chuti, vône a trvanlivosti pôsobí rad vonkajších a vnútorných vplyvov.

Obsahuje plnohodnotné bielkoviny 14 – 22 % (v svalovine), vitamíny A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, D, Pp, tuky 1–60 % (teľacie -> tučné bravčové), extraktívne látky – vonné, chuťové, purínové, sacharidy do 2%, voda 50-75%, minerálne látky 1 –1,5 %: Ca, P, Mg, K, Fe, Na.

Zásadné rozdiely sú v obsahu tuku a cholesterolu. Mäso s nízkym obsahom týchto zložiek sa označujú ako diétne mäso. Patrí sem napríklad hydinové mäso, mäso z rýb, králikov a zveriny. Ale aj ostatné druhy mäsa, ako bravčové, hovädzie a ovčie mäso plnia dôležitú úlohu vo výžive ľudí.

Akosť mäsa závisí od výživy, veku, pohlavia, životných podmienok, zdravotného stavu zvierat. Červené sfarbenie spôsobuje myoglobulín, vplyvom vzduchu tmavne, varením bledne a hnedne. Mäso predtým, ako sa dostane do obchodu, musí prejsť veterinárnou kontrolou.

Kvalita mäsa môže byť ovplyvnená rôznymi faktormi, a to genetickými a negenetickými. Ošípané môžu byť náchylné na stres. Príčinou tejto zníženej adaptačnej schopnosti môže byť gén pre ryanodinový receptor sarkoplazmatického retikula svalových buniek označovaných aj ako Halgén. Tento gén podmieňuje syndróm malígnej hypertermie (MH), ktorá je súčasťou zníženej adaptačnej schopnosti nazvanej stresový syndróm ošípaných (PSS z anglického - porcine stress syndrome). Pri zabití takýchto zvierat vzniká súbor kvalitatívnych odchýlok, ktoré sa označujú ako mäso PSE (pale, soft, exudative - bledý, mäkký, vodnatý) a mäso DFD (dark, firm, dry - tmavý, tuhý, suchý).

Ďalším ukazovateľom kvality mäsa je vnútro svalový tuk (IMF), ktorý vplýva na organoleptické vlastnosti mäsa. Medzi kandidátske gény, ktoré vplývajú na obsah tuku bravčového mäsa patri gén leptínového receptora LEP a LEPR, gén kódujúci srdcový proteín viažuci mastné kyseliny H-FABP a A-AFAB. Plemeno Duroc je známe vyšším obsahom intramuskulárneho tuku v porovnaní s inými (3-4 %).

Kvalita mäsa a výskyt rizikových faktorov môže byť objektívne stanovená využitím metód molekulovej genetiky. Používa sa predovšetkým metóda PCR (Polymerase Chain Reaction - Polymerázová reťazová reakcia) a jej modifikáciami.

Klíčové slová : ošípané, kvalita mäsa, genetické markéry, PCR (polymerase chain reaction)

## ABSTRACT

Meat and meat products play a prominent role among the foodstuff because they belong to the group of most important components of human nutrition. The final quality of meat and meat products in terms of nutrition and also in the richness and fullness of flavour, fragrance and durability is affected by a number of internal and external impacts.

Meat contains full-valuable proteins from 14 to 22% (in muscle), vitamins A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, D, pp, fats 10-60% (veal -> fatty pork), extractive agents – fragment, flavour, purine, carbohydrate up to 2%, water 50-75%, minerals 1 -1.5%: Ca, P, Mg, K, Fe, Na.

Substantial differences are in the fat and cholesterol contents. Meat with a low content of these components are referred to as a meat diet. This contains for example, poultry meat, fish, rabbits and venison meat. But other kinds of meat such as beef, pork, and sheep play an important role in human nutrition.

Quality of meat depends on diet, age, gender, living conditions, health of the animal. Red myoglobin causes, effects of air darkens, cooking pales and turns brown. Meat before it gets to the store must pass veterinary inspection.

Meat quality depends on the animal nutrition, age, sex, living conditions and the health state. Myoglobin causes the meat red coloration and the ai causes its darkening, by cooking it becomes pale and brown. Every meat before it gets to the store must pass a veterinary check.

Meat quality can be affected by various factors, both genetic and non genetic factors. Pigs may be susceptible to stress. Ryanodine receptor of sarcoplasmic reticulum of muscle cells marked as Halgen can be the reason of this reduced adaption ability. This gene conditions the syndrome of malignant hyperthermia (MH) which is part of the reduced adaptionability called porcine stress syndrome (PSS of English - porcine stress syndrome). At slaughtering such animals a set of qualitative variation originates which are referred to as PSE meat (pale, soft, exudative - pale, soft, watery) and DFD meat (dark, firm, dry).

Another meat quality indicator is the intramuscular fat (IMF), which affects the organoleptic characteristics of meat. The leptin receptor LEP and LEPR, a gene encoding the heart protein binding fatty acids H-FABP and H-AFAB belongs among the candidate genes affecting the fat content in pork. Duroc breed is know to contain a higher content of the intramuscular fat compared with others (3-4%).

The meat quality and risk factors incidence can be objectively determined using methods of molecular genetics. For this purpose mostly the PCR (Polymerase Chain Reaction) method and its modifications are used.

Key words: pigs, meat quality, genetic markers, PCR- polymerase chain reaction

## **OBSAH**

ZOZNAM SKRATIEK .....	10
ÚVOD .....	12
1 CIEĽ PRÁCE .....	14
2 METODIKA PRÁCE .....	15
3 VÝSLEDKY PRÁCE – PREHĽAD O SÚČASTNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....	16
3.1 Charakteristika mäsa .....	16
3.1 Bravčové mäso .....	17
3.1.2 Chemické zloženie mäsa .....	19
3.1.3 Zdravotné riziká konzumácie mäsa .....	21
3.1.4 Spotreba mäsa .....	21
3.1.5 Ukazovatele kvality mäsa .....	22
3.2 Metódy klasifikácie tel jatočných ošípaných systémom EUROP .....	23
3.2.1 Kvalitu mäsa môžu ovplyvniť chyby vo výžive .....	24
3.3 Genetické faktory .....	26
3.4 Genóm ošípanej .....	27
3.4.1 Genetický markér .....	27
3.4.2 Genetické markéry ošípaných .....	28
3.5 Gén citlivosti k stresu .....	31
3.5.1 gén C- myc – CM .....	33
3.5.2 gén myogeninu MY F4 .....	34
3.5.3 RN gén .....	35
3.6 Vplyv polymorfizmu génov LEPR a H-FABP na produkčné vlastnosti ošípaných .....	35
3.6.1 Mramorovanie mäsa a Duroc efekt .....	37
3.7 Molekulárno-genetické metódy detekcie polymorfizmu DNA .....	38
3.7.1 Princíp PCR .....	38
3.7.2 Polymorfizmus dĺžky reštrikčných fragmentov .....	39
3.7.3 RAPD .....	40



4 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV .....	41
ZÁVER .....	42
POUŽITÁ LITERATÚRA .....	44
PRÍLOHY .....	49

## ZOZNAM SKRATIEK

BU x LD	hybrid Biela ušlachtíla x Landras domáci
CMČ	podiel cenných mäsitých častí
CRC	gén ryanodinového receptora sarkoplazmatického retukula kostrových buniek – gén citlivosti k stresu
cM	centiMorgan
DFD	Dark-tmavé, Firm-tuhé, Dry-suché mäso
DU	Duroc
DNA	deoxyribonukleova kyselina
ETC	Economic Trait Gene – lokusy kvantitatívnych znakov
GH	gén rastového hormónu
H-FABP	gén kódujúci srdcový preteín viažúci mastné kyseliny
HAL	halotanový gén
HaeIII	reštrikčná endonukleáza
Hanf I	reštrikčná endonukleáza
HpaII	reštrikčná endonukleáza
Hinf I	reštrikčná endonukleáza
IMF	intramuscular fat- vnútro svalový tuk
LEP	gén kúdujúci leptín
LEPR	gén kódujúci leptínový receptor
LS	chudá svalovina
LW	plemeno Lagre White
MboI	reštrikčné endonukleáza
MHS	malígny hypertermý syndróm
MK	mastné kyseliny
MS	markéry II. typu
MspI	reštrikčná endonukleáza
N	počet jedincov

PCR	Polymerase Chain Reaction – polymerázová tet’azová reakcia
pH	pondus hydrogenii
PN	plemeno Pietrain
PSE	Pale-bledé, Soft- mäkké, Exudative- vodnaté mäso
PSS	stresový syndróm ošípaných
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA – náhodna amplifikovaná
RsaI	reštrikčné endonukleáza
RYR1	gén ryanodinového receptoru 1
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism – polymorfizmus dĺžky
QTL	Quantitative Trait Loci – lokusy kvantitatívnych znakov

## ÚVOD

Chov ošípaných je významným odvetím živočíšnej výroby. Je rozšírený na celom svete s výnimkou oblastí, kde sa bravčové mäso nekonzumuje z náboženských dôvodov.

História chovu ošípaných je zviazaná s človekom a jeho potravinovými nárokmi. Naše i zahraničné riešenia chovu poskytujú veľké množstvo osvedčených postupov v genetike, v šľachtení, v chove a v ekonomike produkcie.

Úlohou šľachtenia ošípaných je produkcia kvalitného chudého bravčového mäsa a zvyšovanie genetického potenciálu v ďalších ekonomicky významných znakoch ošípaných. V dôsledku dopytu spotrebiteľov po chudom mäse sa šľachtiteľské programy zameriavajú na redukciu tuku, ktorá sa prejavuje úbytkom hrúbky chrbtovej slaniny a zvyšovaním podielu cenných mäsových častí v jatočnom tele. Z uvedeného dôvodu sme sa rozhodli zamerať na kandidátne gény s efektom na obsah intramuskulárneho tuku, medzi ktoré patria: LEPR a HFABP.

Výroba a konzumácia bravčového mäsa má u nás dlhú tradíciu a v súčasnosti tvorí viac ako 50% celkovej spotreby mäsa na Slovensku. Každým rokom stúpa spotreba bravčového mäsa, pretože tento druh mäsa patrí medzi potraviny požadovanej akosti, s dobrým vzhľadom, chuťou adekvátnymi aromatickými vlastnosťami po úprave.

Svetová produkcia bravčového mäsa sa za posledných 20 rokov zdvojnásobila. Jedným z dôležitých faktorov ovplyvňujúcich ekonomiku toho dôležitého odvetvia je úroveň genofondu chovaných zvierat. Pri zvyšovaní úrovne úžitkovosti ošípaných v šľachtiteľskom procese nadobúdajú stále väčšieho významu metódy asimilujúci z mnohých oblastí molekulárnej genetiky cez bunkovú biológiu, štatistiku a informatiku. V súčasnosti je výskum v tejto oblasti orientovaný na sledovanie asociácii polymorfizmu DNA k ekonomicky významným znakom a ich využívaní v selekcii. Pri DNA testoch sa využívajú metódy polymerázovej reťazovej reakcii PCR (Polymeras Chain Reaction), ktorá umožňuje rýchlu in vitro syntézu špecifického fragmentu DNA a metódy polymorfizmu dĺžky reštrikčných fragmentov RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism).

Mäso ošípaných patrí medzi dôležité zložky ľudskej výživy, pričom predstavuje jednu z najcennejších, ale z hľadiska spotreby aj jednu z najdiskutovanejších potravinových skupín. Výživná hodnota a technologické vlastnosti mäsa sa odlišujú nielen podľa druhov, ale aj v rámci druhov jednotlivých zvierat.

Je to plnohodnotná potravina, pokiaľ ide o obsah biologicky dôležitých látok. Obsahuje všetky nezastupiteľné aminokyseliny v správnom pomere a množstve. Obsahuje značne viac nenahraditeľných nenasýtených mastných kyselín a vitamínov B, než hovädzie mäso pri prakticky rovnakom obsahu ostatných dôležitých faktorov. Približne rovnaký je obsah fosfolipidov a cholesterolu.

Bravčové mäso má vedúce postavenie na trhu nielen pre svoju chuťnosť ale aj výborné vlastnosti pri spracovaní na rôzne mäsové výrobky. Najväčší nedostatok bravčového mäsa je vyšší obsah tuku, a práve tento vyšší obsah tuku znehodnocuje jej kvalitné dietetické účinky. Ale na druhej strane tuk je veľmi cenou zložkou mäsa, ale jeho vysoké vonkajšie a medzisvalové nahromadenie nie je vhodným ukazovateľom akosti tohto produktu. Omnoho cennejší je vnútro svalový tuk, ktorý má pozitívny vplyv na jemnosť, krehkosť, šťavnatosť, chuť a arómu mäsa.

Bravčové mäso je a zostane najžiadanejším konzumným a údenársky spracovaným mäsom na Slovensku. Jeho konzumácia má u nás tradíciu pre špecifické chuťové vlastnosti, ľahké mechanické a tepelné spracovanie, kulinárnu rozmanitosť a vysokú biologickú hodnotu.

# 1 CIEĽ PRÁCE

Cieľom predkladanej bakalárskej práce bolo:

1. Zoštudovať a spracovať poznatky o význame mäsa ako základnej živočíšnej potraviny vo výžive ľudí.
2. Uviesť poznatky o chemickom zložení a dietetickej hodnote mäsa, pričom hlavný dôraz sme kládli na bravčové mäso.
3. Zosumarizovať poznatky vybraných génov ovplyvňujúcich kvalitu bravčového mäsa.
4. Popísať základné poznatky o molekulárno-genetických metódach využívané pre detekciu génov podmieňujúcich kvalitu mäsa.
5. Spracovať závery pre ďalšie využitie poznatkov.

## 2 METODIKA PRÁCE

V súlade s cieľom bakalárskej práci boli poznatky o súčasnom stave riešenej problematiky získané štúdiom pôvodných vedeckých prác publikovaných vo vedeckých časopisoch, vedeckých a odborných monografiách, učebniciach a učebných textoch.

Vedecké poznatky boli doplnené o informácie publikované v odborných časopisoch a na zverejnených internetových stránkach.

Štúdia bola rozčlenená do nasledovných častí:

1. charakteristika bravčového mäsa, jeho chemické zloženie, spotreba a predstavujúce riziká konzumácie mäsa
2. genetické faktory vplývajúce na produkciu ošípaných
3. genetické markéry ovplyvňujúce kvalitu bravčového mäsa
4. molekulárno - genetickej metódy detekcie polymorfizmu DNA

### 3. VÝSLEDKY – SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

#### 3.1 Charakteristika mäsa

Mäso je kostrová svalovina jatočného dobytku, zveriny, hydiny, rýb určená na spotrebu alebo ďalšie spracovanie. Mäso v širšom slova zmysle znamená všetky svalové, tukové a kostrové tkanivá vrátane požívateľných častí orgánov.

Mäso v užšom slova zmysle znamená kostrovú svalovinu, kosti, chrupavky, väzivo, šľachy a medzisvalové tukové tkanivo (Hudec et al., 1997).

Mäso je potravinou nie len vyživujúcou ale aj ochranou a sýtiacou. V porovnaní s inými potravinami, predstavuje veľmi bohatý a komplexný zdroj najkvalitnejších bielkovín, ktorú sú ľahko stráviteľné a veľmi dobre využiteľné. Kvalita bielkovín sa posudzuje podľa zastúpenia jednotlivých aminokyselín. Aminokyseliny, hlavne esenciálne, sú v mäse zastúpené v dostatočnom množstve a v optimálnom pomere. Je to veľmi cenné pre metabolizmus človeka, pre jeho rast a vývoj (Habánová, 2006).

Nutričná (výživná) hodnota mäsa je daná kvantitatívnym a kvalitatívnym zastúpením jednotlivých a z hľadiska výživy človeka dôležitých zložiek bielkovín, tukov, cukrov, minerálnych látok a vitamínov. Okrem obsahu jednotlivých zložiek vplyva na nutričnú hodnotu mäsa i využiteľnosť živín v organizme človeka. Pre posúdenie kvality mäsa sa spravidla stanovuje nutričná hodnota bielkovín a tukov, ako hlavných výživových faktorov (Horváthová, Lagin, 1982).

Obsah tukov a cholesterolu v mäse je z hľadiska modernej výživy v súčasnosti hodnotený negatívne. Dôležité však je zamerať sa pri nákupe na chudšie druhy. Najnižší obsah tuku má divina, no jej konzumácia je u nás pomerne nízka. Pomerne nízky obsah tuku má aj hovädzie mäso zadné a hydina. O niečo viac tuku obsahuje hovädzie mäso predné. Výrazne vyšší je obsah tuku v bravčovom mäse (Habánová, 2006).

Mäso sa vyznačuje až 95 % stráviteľnosťou a tým, že vytvára u človeka pocit nasýtenia (Mucha et al., 1971).

Mäso a mäsové výrobky sú významným zdrojom vitamínov. Medzi vitamínmi prevládajú predovšetkým vitamíny rozpustné vo vode, najmä vitamíny skupiny B:

- Tiamín (vitamín B1) – kryje asi 25% dennej spotreby



- Riboflavín (vitamín B2) – kryje asi 25%
- Pyridoxín (vitamín B6) – kryje asi 50%
- Kyanokobalamín (vitamín B12) – kryje dokonca 70% dennej spotreby

(Habánová, 2006).

Habánová (2006) uvádza, že mäso je pre človeka hlavným zdrojom železa. Tento minerálny prvok predstavuje živinu nevyhnutnú pre normálnu tvorbu červených krviniek. Zvláštnu pozornosť príjmu železa by mali venovať predovšetkým tehotné ženy.

### 3.1.1 Bravčové mäso

Bravčové mäso určené na uvádzanie do obehu možno získať len z jatočne opracovaných tiel prasničiek a kastrátov. Do obehu sa nesmie uvádzať mäso kancov po dosiahnutí pohlavnej zrelosti, mäso kriptochridov a mäso prasníc (Habánová, 2006).

Bravčové mäso je obľúbené najmä pre svoju chuťovú osobitosť, kulinárnu rozmanitosť, teda možnosť pripraviť na rôzne spôsoby, všestrannú údenársku využiteľnosť pri priemyselných ako i domácom využití, lebo prevažná časť údenárskych výrobkov je buď z bravčového mäsa, alebo z jeho podstatným zastúpením, vysokú biologickú hodnotu so zastúpením všetkých nenahraditeľných aminokyselín (Poltársky, Ochudnický, 2003).

Najkvalitnejšie mäso je z mladých kusov (7 až 10 mesačných) s hmotnosťou 60-90kg. Je bledoružovej farby s tmavšími odtieňmi. Mäso (svalstvo) je mäkké, jemnozrnné a prerastené tukom. Podkožný tuk (slanina) je biely až ružovkastý (podľa spôsobu výkrmu) (Habánová, 2006).

Poltársky, Ochudnický (2003) uvádzajú, že bravčové mäso tvorí koncentrovaný komponent ľudskej výživy práve pre vysoký obsah bielkovín, dostatočnom zastúpení nenasýtených mastných (esenciálne-nenahraditeľných) kyselín, vitamínov predovšetkým B (B1, B12), dostatočnom zastúpení minerálnych látok (Fe, P, K, Ca a iných) a neobsahuje cukor a čo je najdôležitejšie je ľahko stráviteľné.

Bravčové mäso sa nesmie dlho skladovať, v letnom období je jeho použitie obmedzené, lebo rýchlo podlieha skaze. Na dlhšie uchovanie môžeme bravčové mäso konzervovať údením (Habánová, 2006).

Ďalej Habánová (2006) uvádza že, hodnotu bravčového mäsa vo využití na prípravu pokrmov ovplyvňuje vek, pohlavie a spôsob výkrmu. Od toho závisí jemnosť svaloviny, farba mäsa, obsah tuku, chuť.

Bravčové mäso sa podľa kvalitatívnych znakov zaraďuje do týchto akostných tried:

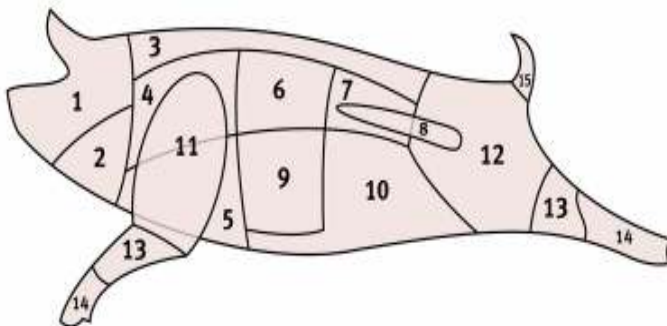
1. trieda: stehno (vrchný šál, veľký a malý orech, svalovník), vysoká a nízka panenská
2. krkovička, pliecko a ramienko, bôčik
3. hlava s lalokom, kolienka, nožičky (paprčky)

Vnútorosti – obličky, mozog, jazyk, srdce, slezina, pľúca a krv (na prípravu zabíjačkových pokrmov sa používa žalúdok, mechúr, črevá) (Habánová, 2006).

Ďalším delením bravčového mäsa je delenie bravčového mäsa pre výsek:

(Habánová 2006).

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 1. hlava              | 9. bôčik          |
| 2. lalok              | 10. rebierko      |
| 3. chrbtová slanina   | 11. predné stehno |
| 4. krkovička          | 12. zadné stehno  |
| 5. pliecko            | 13. kolienko      |
| 6. karé               | 14. nožička       |
| 7. kotleta            | 15. chvost        |
| 8. panenská sviečková |                   |



**Obr. 1** schematické znázornenie polky ošípanej (<http.1>)

### 3.1.2 Chemické zloženie mäsa

Mäso jatočných zvierat svojim chemickým zložením patrí medzi najvariabilnejšie potraviny. Chemické zloženie mäsa závisí od druhu zvierat, intravitálnych a postmortálnych vplyvov, ale aj od topografického miesta na tele zvierat, z ktorého vzorka pochádza. všeobecne však platí, že čím je vyšší obsah tuku v mäse, tým nižší je obsah vody, bielkovín a popolovín (Chudý et al., 1998).

Obsah bielkovín v mäse je viac – menej konštantný. Bielkoviny mäsa majú vysokú biologickú hodnotu a ich využiteľnosť v organizme je vysoká. Obsahuje všetky esenciálne aminokyseliny. Bielkoviny mäsa svojou štruktúrou a zložením sú blízke bielkovinám tkanív človeka, čo je pre metabolizmus výhodou. Obsah bielkovín v mäse dosahuje cca 18-22%. Bielkoviny živočíšneho pôvodu sú lepšie stráviteľné a biologicky cennejšie ako rastlinné bielkoviny. Preto sa pre všetky skupiny obyvateľstva vo výživových dávkach odporúča vyšší podiel živočíšnych bielkovín (Bobiš, Rudohradská, 1990).

Najviac zastúpenou bielkovinou v mäse je myozín, ďalšími bielkovinami sú myogén, globulín a aktín (Habánová, 2004).

Mäso sa vyznačuje vysokým obsahom rastovej aminokyseliny lyzínu, ako aj arginínu a histidínu, ktoré sú zvlášť významné pre detský vek (Habánová, 2004).

Lipidy predstavujú pre konzumenta vysoko koncentrovaný zdroj energie, približne 2x väčší ako bielkoviny a sacharidy. Najnižší obsah tuku má divina. O niečo viac tuku obsahuje hovädzie mäso a najvyšší obsah tuku je v bravčovom mäse (Habánová, 2006).

Vnútrosvalový tuk, ktorý dodáva bravčovému mäsu jeho špecifickú chuť a šťavnatosť, je nositeľom niektorých nenahraditeľných mastných kyselín (Poltársky, Ochudnický, 2003).

Mäso a mäsové výrobky sú významným zdrojom niektorých vitamínov. Platí to najmä pre vitamíny skupiny B a ďalej vitamíny rozpustné v tukoch A a D. Najväčším zdrojom vitamínu A je pečeň. Mäso je taktiež zdrojom vitamínu D, ktorý je ináč obmedzene dostupný (napr. rybí tuk) (Habánová, 2004).

Stopové prvky sú pre funkciu organizmu človeka nevyhnutné, pretože sú súčasťou stoviek veľmi dôležitých biologicky aktívnych látok. Mäso je dôležitým zdrojom aj zinku napr. bravčové mäso obsahuje  $35 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Pravá mäsitá strava má pomer zinku a kyseliny fytovej veľmi priaznivý (Bobiš, Rudohradská, 1990).

Mäso je pre človeka hlavným zdrojom železa. Tento minerálny prvok je nevyhnutný pre tvorbu červených krviniek (Habánová, 2004).

Z údajov o chemickom zložení bravčového mäsa vyplýva, že ošípané za posledné desaťročia prešli výraznou typovou premenou. Možno povedať, že ani štruktúrou jatočného produktu ani chemickým zložením mäsa nemožno dnešné moderné typy ošípaných porovnávať s predchádzajúcimi mäsovomast'ovými typmi. Vyplýva to aj zo zmien pomeru tuku k vode a bielkovín k tuku v mäse starých neprešľachtených a moderných úžitkových typov (Poltársky, Ochudnický, 2003).

Výsledky ukazujú, že kým pri starých úžitkových typoch bol dosť úzky pomer medzi týmito zložkami, šľachtením sa zvýšil na troj- až šesť násobok. Podobne aj pomer medzi bielkovinami a tukom sa podstatne zmenil v prospech bielkovín, čo svedčí o tom, že následkom usmerného šľachtenia sa podiel tuku na jeden diel bielkovín znížil o 3,33- až 6,45 krát.

Selekcia, ktorá je rozhodujúcim nástrojom šľachtenia, sa z tela ošípaných vytláča tuk a na jeho miesto nastupuje voda. Z mnohých zahraničných ale aj našich prác vyplýva, že na 1g bielkovín sa v tele moderných typov ošípaných uloží 3-4g vody, prevažne viazanej na bielkoviny. Ukázalo to aj zmenené chemické zloženie mäsa starších a dnešných typov ošípaných.

Na základe týchto výsledkov možno aj bravčové mäso pokladať z potraviny vysokej kvality. Obsahom biologicky účinných látok, základnými i doplnujúcimi ukazovateľmi zodpovedá potrebám výživy, a to z nutričnej, ako aj dietetického hľadiska typov (Poltársky, Ochudnický, 2003).

**Tabuľka 1** Vzájomný pomer základných zložiek mäsa rôznych úžitkových typov ošípaných (Poltársky, Ochudnický, 2003)

<b>ÚŽITKOVÝ TYP</b>	<b>TUK : VODA</b>	<b>BIELKOVINY : TUK</b>
<b>Staré úžitkové typy</b>	1 : 8,60	1 : 0,430
<b>Dnešné úžitkové typy</b>	1 : 23,70	1 : 0,129
<b>Mäsový hybrid</b>	1 : 47,50	1 : 0,067

### **3.1.3 Zdravotné riziká konzumácie mäsa**

Vysoký pomer nasýtených mastných kyselín môže viesť k inzulínovej rezistencii a následne k vzniku cukrovky ( diabetes mellitus) 2. typu. Prispieva tiež k zvyšovaniu hladiny LDL a celkového cholesterolu a k vzniku aterosklerózy. Nasýtené mastné kyseliny podporujú vznik nadváhy, jej výskyt je u detí stále častejší. Výrobky z mäsa obsahujú viac fosforu ako vápnika organizmus preto musí vyplavovať vápnik z kostí a zubov, aby udržal rovnováhu potrebnú pre prežitie. Zvyšuje sa riziko osteoporózy a zlomenín kostí. Konzumácia pečeného, grilovaného, smaženého alebo fritovaného mäsa výrazne zvyšuje riziko rakoviny hrubého čreva kvôli obsahu tzv. pyrolyzátov bielkovín.

Vysoký pomer železa v tmavom mäse je nebezpečným zdrojom voľných radikálov, ktoré poškodzujú krvné cievy. Zvlášť u mužov rastie riziko srdcového infarktu. Vysoké množstvo bielkovín v mäse vedie v nadobličkách k zvýšeniu tvorby hormónu kortizolu. Jeho dlhodobá zvýšená koncentrácia poškodzuje mozgovú štruktúru hipokampus, ktorý sa podieľa na procese zapamätania si. Vysoké množstvo bielkovín v mäse tiež poškodzujú obličky. Norma pre dospelého človeka je maximálne 1g bielkovín na 1kg hmotnosti na 24 hodín. Na Slovensku pre 4 – 6 ročné dieťa 27g bielkovín na deň. Nesprávny pomer 3 - omega a 6- omega kyselín ( jednoznačná prevaha 6 – omega a absolútny nedostatok 3 – omega s výnimkou morských rýb ) vedie k vzniku zápalových procesov, najmä na úrovni tráviaceho systému. Pri trávení mäsa prebiehajú hnilobné procesy, na ktoré naše trávenie nie je prispôbené. Preto sa predlžuje pasáž mäsa črevom na viac ako 72 hodín, vznikajú tráviace problémy a do organizmu ľahko prenikajú toxické látky z potravy. Vysoký obsah purínových látok vedie k zvýšenému ukladaniu kryštálikov kyseliny močovej do kĺbov a následne k vzniku dny ( chronického zápalu kĺbov, najčastejšie na palci nohy) (Ruttkay, 2010).

### **3.1.4 Spotreba mäsa**

Spotreba mäsa v jednotlivých krajinách závisí od produkčných možností, kúpyschopnosti obyvateľstva a tradícií. V súčasnom období vstupuje do popredia požiadavka nízkeho obsahu tuku a zdravotná bezpečnosť. Taktiež sa zvyšuje záujem o mäso vyrábané v podmienkach ekologického poľnohospodárstva (Frančáková et al., 2007).

Výživové odporúčanie považuje priemernú dennú spotrebu už asi 100g za dostatočnú (rozumie sa jedlého podielu mäsa a mäsových výrobkov). Ročne by to predstavovalo len asi 40kg na osobu. V skutočnosti je konzumácia mäsa vďaka preferenciám konzumentov podstatne vyššia (Čuboň et al., 2004).

**Tabuľka 2** svetová produkcia a spotreba mäsa (Pulkrábek et al., 2005)

MÄSO	PRODUKCIA (MIL. TON)			SPOTREBA ( KG NA OBYVATEĽA)		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
<b>Bravčové</b>	98,6	100,9	103,6	15,7	15,9	16,3
<b>Hydinové</b>	76	77,2	79,9	12,1	12,1	12,6
<b>Hovädzie</b>	61,4	62,2	63	9,8	9,8	9,9
<b>Ovčie a kozie</b>	12,3	12,6	12,9	1,9	2	2
<b>Ostatné</b>	4,9	5	5	0,8	0,8	0,8
<b>Celkom</b>	<b>253,1</b>	<b>257,9</b>	<b>264,3</b>	<b>40,3</b>	<b>40,6</b>	<b>41,6</b>

Z uvedenej tabuľky je vidieť, že z celosvetového hľadiska je bravčové mäso významnou komoditou a, že objem jeho výroby a spotreby sa zvyšuje. V roku 2004 sa na celkovej produkcii i celkovej spotrebe mäsa na jedného obyvateľa bravčové mäso podieľalo asi 39% (Pulkrábek et al., 2005).

### 3.1.5 Ukazovatele kvality mäsa

Hodnota pH charakterizuje priebeh a stupeň kyslosti mäsa. V bravčovom mäse má rozhodujúci význam rýchlosť úbytku pH, pričom hodnoty pod 5,8 (merané 45 minút po zabíí) charakterizujú tzv. PSE mäso. Táto chyba sa vyskytuje pri ošípaných, ktoré sú

vnímavé na stres a v bežnej chovateľskej praxi sú pozorovateľné napr. pri presunoch ošípaných.

Farbu mäsa charakterizuje množstvo svetelných lúčov odrazených od povrchu mäsa. Jej intenzita závisí od množstva farebných zložiek myoglobínu, hemoglobínu, ale aj od množstva intramuskulárneho tuku. Medzi farbou mäsa a ďalšími ukazovateľmi kvality existujú tesné vzťahy.

Elektrická vodivosť je dôležitým fyzikálnym ukazovateľom kvality mäsa. Zjednodušene je možné konštatovať, že indikuje množstvo voľnej vody, nachádzajúce sa v svalovine. Úzko teda súvisí so schopnosťou mäsa udržiavať si vodu vlastnú i pridanú.

Vôňa mäsa je typická pre určitý druh, môže byť kyslastá, resp. sladkastá. Vôňa bravčového mäsa je špecifická, môžu ju nepriaznivo ovplyvňovať druh krmiva (napr. rybacia múčka, používaná v konečných fázach výkrmu), pohlavie i vek.

Chuť mäsa sa určuje až po jeho úprave. Závisí od obsahu druhu použitého krmiva, intramuskulárneho tuku, množstva extraktívnych látok, spôsobu prípravy, výživy .

Ukazovatele kvality mäsa sú vlastností nízko dedivé, konečná akosť suroviny závisí predovšetkým od podmienok vonkajšieho prostredia, predovšetkým od podmienok pred porážkou, počas nej i po zabití. Dôležitými skutočnosťami so zreteľom na konečnú kvalitu produktov sú v tejto súvislosti otázky šetrného zaobchádzania, vhodného transportu, klimatických podmienok, omračovania, vykrvenia, následného uskladnenia, schladenia a zmrazovania jatočných tiel ošípaných (Demo, Krška, Bahelka, 1998).

### **3.2 Metódy klasifikácie tiel jatočných ošípaných systémom EUROP**

V krajinách EÚ je prijatý jednotný systém stanovenia kvality jatočného tela ošípaných tzv. systém „EUROP“. Zavedenie systému EUROP v krajinách EÚ motivovalo šľachtiteľov a chovateľov k produkcii lepšie osvalených ošípaných, čo viedlo k rozšíreniu systému EUROP o triedu „S“ a systém sa modifikoval na systém SEOROP. Stanovenie podielu tkanív s požadovanou presnosťou je možné len v určitom rozsahu hmotnosti. Z tohto dôvodu sa rozdeľujú jatočné telá do dvoch skupín.

Prvá skupina s hmotnosťou jatočného tela v teplom stave 53 - 110kg a druhá skupina ktorá nevyhovuje týmto požiadavkám (Frančáková et al., 2007).

- S – podiel chudej svaloviny vyše 60%
- E – podiel chudej svaloviny 55-59,9%
- U – podiel chudej svaloviny 50,0-54,9%
- R – podiel chudej svaloviny 45,0-49,9%
- O – podiel chudej svaloviny 40-44,9%
- P – podiel chudej svaloviny nižší ako 40%

Do druhej triedy kvality zaradujeme tie, ktoré neklasifikujeme do prvej triedy kvality:

- N – JOT ošípaných s preberacou hmotnosťou do 52kg
- T – JOT ošípaných s preberacou hmotnosťou nad 110kg
- Z – JOT mäsitých prasníc a rezákov
- CH – JOT chudých prasníc a rezákov
- K – JOT kance a krytorchidov (Frančáková et al., 2007).

**Tabuľka 3** Podiel najvýznamnejších častí v jatočnom tele ošípaných podľa systému SEUROP (Pulkrábek et al., 2005).

JATOČNÉ ČASTI	PODIEL V JATOČNOM TELE V %					
	S	E	U	R	O	P
stehno	22	22	20	19	17	15
pečienka	13	12	11	10	9	9
pliecko	11	9	9	8	8	7
krkovička	10	10	10	9	9	8
CMČ	56	53	50	46	43	39

### 3.2.1 Kvalitu mäsa môžu ovplyvniť chyby vo výžive

Špecializácia poľnohospodárskych podnikov a vysoká koncentrácia ošípaných na jednej farme umožňuje dôsledné uskutočňovanie imunoprofylaxie proti najzávažnejším infekčným ochoreniam. To malo za následok, že sa výskyt týchto ochorení v priemyselných chovoch ošípaných do značnej miery obmedzil.



Na druhej strane priemyselné technológie prinášajú so sebou celý rad nových problémov, ktoré musí veterinárna služba riešiť (Vrzgula et al., 1980).

Vo zvýšenej miere sa vyskytujú:

- Ochorenia respiračného aparátu
- Ochorenie digestívneho aparátu a toxické poškodenie pečene
- Karencie a poruchy látkového metabolizmu
- Intoxikácie
- Stresové stavy vyvolané v dôsledku hypokinézy a účinku technológie

Pôsobením uvedených činiteľov vznikajú tzv. „technopatie“, ktoré majú multifaktorovú etiológiu. Technopatie negatívne ovplyvňujú prírastky hmotnosti, majú za následok vysokú spotrebu krmiva na jednotku výroby, a tým zvyšujú výrobné náklady. Technopatie majú tiež veľmi negatívny dopad na kvalitu mäsa, o čom svedčí stále stúpajúci trend vo výskyte tzv. PES mäsa pri mäsovom hybridovi ošípaných (Vrzgula et al., 1980).

Otravy ošípaných spôsobujú v živočíšnej výrobe značné hospodárske straty. Prebiehajú ako celkové ochorenia organizmu s príznakmi postihnutia jednotlivých orgánov. Podľa okolností za ktorých otrava vznikla, rozoznávame otravy z nevedomosti, priemyselné a úmyselné. Podľa priebehu rozlišujeme otravu akútnu, subakútnu, subchronickú a chronickú. Pri ošípaných prevažujú alimentárne otravy po prijatí toxínov krmív napadnutých plesňami a inou mikroflórou, minerálnymi a inými toxínmi (Vrzgula et al., 1980).

### **Mykotoxykózy**

Mykotoxykózy sú otravy toxínmi patogénnych a toxických plesní (húb), hnití a snetí a toxickými látkami napadnutého krmiva. Okrem účinku toxínov vznikajú spóry do dýchacieho aparátu, odkiaľ sa dostávajú krvou do celého organizmu a spôsobujú degeneratívne zmeny v mozgu a v parenchymatóznych orgánoch, ako aj poruchy metabolizmu.

## **Aflatoxikóza**

Ochorenie vzniká účinkom hepatotoxických metabolitov plesní, ktoré spôsobujú zhoršenie zdravotného stavu a znižujú efektívnosť výroby bravčového mäsa.

Etiológia. Pôvodcom ochorenia sú toxické metabolity – aflatoxíny B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, P<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, Ro, GM<sub>1</sub> a Q<sub>1</sub> plesní *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*, ktoré rastú a produkujú aflatoxíny na väčšine krmív pre ošípané. Aflatoxíny boli izolované predovšetkým na olejnatých plodinách – podzemnici olejnej, sóji, rozličných výliskoch, ryži, kukurici, pšenici a na zemiakoch. Krmivá používané pre ošípané často znehodnocuje aflatoxín (kompletné zmesi pre dojčiacie a gravidné prasnice, bielkovinové koncentráty pre ošípané, kompletné krmne zmesi pre výkrm ošípaných).

Ochorenie s perakútnym priebehom vzniká po príjme väčšieho množstva aflatoxínov krmivom a končí sa v priebehu niekoľkých hodín uhynutím. Pri akútnej forme zisťujeme nechúť do žrania, smäd, skleslosť, slabosť, niekedy zvracanie, zvýšenú saliváciu, slzenie, výkaly tuhšej konzistencie, tmavšej až čiernej farby. Postupne nasáva porucha koordinácie pohybu, ataxia, neskôr kŕče a paralýza; niekedy sa zisťuje mierna horúčka (39,5 – 40,5 °C) (Vrzgula et al., 1980).

### **3.3 Genetické faktory**

Kvalita mäsa zahŕňa veľký počet faktorov, pričom podľa Mojta (1997) predstavuje komplex ukazovateľov ako: základné chemické zloženie mäsa ( obsah vody, tuku, bielkovín, minerálnych látok, mastných kyselín, cholesterolu), fyzikálno-technologické vlastnosti ( pH hodnota, farba, schopnosť viazať vodu, strižná sila mäsa) a tiež senzorické vlastnosti ako sú chuť, vôňa, šťavnatosť, jemnosť a prípadné aj iné.

Červenka a Neužil (2002) upozorňujú, že kvalitu mäsa nemožno zjednodušovať pretože nezodpovedá len pomeru mäsa a tuku, ale dôležité sú informácie aj o farbe, šťavnatosti krehkosti, mramorovaniu, väznosti, chuti, vôni a v neposlednom rade sile svalových vlákien Jakubec (2002) poukazuje na význam niektorých génov ovplyvňujúcich obsah svaloviny a kvalitu mäsa.

### 3.4 Genóm ošípanej

Genóm ošípanej je v súčasnosti najlepšie preštudovaným genómom hospodárskych zvierat. Pospájaním všetkých determinovaných lokusov, vrátane mikrosatelitov bolo odhalených 1042 markérov, z toho 536 novourčených, s celkom rozpätím 2286cM s priemerným intervalom 2,23cM, a to v rámci 19 väzbových skupín (Trakovická et al., 2005).

Úžitkové vlastnosti hospodárskych zvierat z genetického hľadiska predstavujú kvantitatívne znaky, determinované veľkým počtom génov malého účinku – polygénov. Celková fenotypová variabilita úžitkového znaku je výsledkom spolupôsobenia genotypu a faktorov prostredia. Mäsová úžitkovosť a jej komplexné znaky (prírastok hmotnosti, konverzia krmiva a pod.) teda predstavujú kvantitatívne znaky s polygennou dedičnosťou. Genetické markéry asociované s konkrétnymi znakmi (hrúbka chrbtovej slaniny, vnútro svalový tuk a i.) vykazujú mendelistickú dedičnosť, väčšinou s kodominantným efektom (Dvořák, Vrtková, 2001).

#### 3.4.1 Genetický markér

Genetický markér je polymorfny znak varianty, ktorý vykazuje mendelistickú dedičnosť a ktorý je v asociácii s genetickou variabilitou selekčne úžitkového znaku (Dvořák et al., 1996).

Genetické markéry môžeme rozdeliť do dvoch skupín (Trakovická, 1999):

**Genetické polymorfne znaky (fenotypové)** – pri ktorých je, ale často aj nie je, známa lokalizácia ich génov na chromozóme. K tomuto typu markérov patria polymorfne bielkoviny, enzýmy, antigény a protilátky.

**Molekulárno – genetické markéry na úrovni DNA**, pri ktorých sú rozlišované kódujúce a nekódujúce sekvencie:

- a) Kódujúce sekvencie sa prostredníctvom proteínov podieľajú na prejave znaku. Markérom sú teda alelické varianty v ezónoch génov tzv. markéry I. typu - exprimované gény, ktoré môžu byť z hľadiska fyziologickej funkcie kandidátnymi génmi pre QTL.

- b) Nekódujúce sekvencie predstavujú mikrosatelity DNA, ktoré sami o sebe nemajú žiadnu fyziologickú funkciu, ale označujú segmenty chromozómov, ktoré sú ďalej analyzované.

Funkcia mnohých doteraz identifikovaných génov je neznáma. Často sú však lokalizované v chromozómových oblastiach s vplyvom na úžitkové vlastnosti a môžu byť v genetickej väzbe so známym detekovateľným génom. V uvedenom prípade gén detekovateľný DNA testom označujeme pojmom markér, pretože „značkuje“ oblasť chromozómu zodpovednú za konkrétny prejav úžitkového znaku. Gény, ktorých prítomnosť je markérovo značená nazývame QTL (Webb, 2000).

### 3.4.2 Genetické markéry ošípaných

Genetický markér je polymorfný znak, ktorého varianty vykazujú mendelistickú dedičnosť a môžu byť v asociácii s premenlivosťou znakov dôležitých pre šľachtenie zvierat. Pre praktické využívanie genetických markérov v šľachtení je dôležité, aby spĺňali nasledujúce podmienky (Brascamp, 1995):

- kodominantný typ dedičnosti, t.j., že je možné stanoviť obidva varianty (alely),
- jednotková heritabilita,  $h^2 = 1$
- markéry môžu byť stanovené kedykoľvek bez ohľadu na vek zvierat'a, dokonca aj po jeho smrti (z archivovanej DNA, krvi, spermií, a pod.)
- detekcia markérov, by mala byť relatívne ľahká a ľahko interpretovaná, s malou pravdepodobnosťou chyby, čo najlacnejšia a automatizovateľná
- sú tvorené sekvenciami báz a tieto sekvencie sú variabilné medzi jedincami, sú exaktne testovateľné a vykazujú kodominantnú dedičnosť

Úseky chromozómov v ktorých boli identifikované QTLs (lokusy kvantitatívnych znakov), sú markéry anonymnej mikrosatelinej varianty (MS). MS sa označujú ako markéry II. typu, markery I. typu sú alely kandidátnych génov (KG). Na preukázanie a overenie významného efektu KG na ekonomicky znak sa zmení jeho označenie na „gén ekonomického znaku“ – ETG (Economic Trait Gene) (Steinhauser et al., 2000).

**Tabuľka 4** Počty identifikovaných genetických markérov (Dvořák, Vrtková 2001)

<b>ORGANIZMUS</b>	<b>POČET IDENTIFIKOVANÝCH MARKÉROV I. TYPU</b>	<b>POČET IDENTIFIKOVANÝCH MARKÉROV II. TYPU</b>
<b>Človek</b>	30 000	8000
<b>Ošípaná</b>	420	1200
<b>HD</b>	550	1580
<b>Kôň</b>	91	350

Podľa Bulla a Kubeka (1995) sa pri ošípaných odhalilo viac významných génov a QLT. Hal locus gén, označovaný ako stresový gén je viazaný na citlivosť ošípaných na stres a súčasne s lokusmi kvantitatívnych vlastností (QLT) je vo väzbe rastom, zmasilosťou a kvalitou mäsa.

Ako uvádza Bučko et al., (2001) gén stresov, halotanový gén (HAL), gén ryanodinového receptora (RYR1), gén vápnikového kanálu (CRC) – to všetko sú označenia pre jeden najznámejších v selekcii ošípaných využívaných genetických markérov.

**Tabuľka 5** Sumarizácia poznatkov o vplyve kandidátneho génu na kvalitu a produkciu bravčového mäsa (Steinhauser et al., 2000)

Č. chromozómu	Kandidátny gény	Efekt
6	Gén citlivosti k halotanu (HAL) ryanodinového receptoru (RYR1) - vápnikového kanálu (CRC)	Náchylnosť ku stresom, výskyt chyby mäsa PSE
15	Gén kyslého mäsa - RN (Rendement Napole) špecifický výskyt u plemena Hampshire	Obsah svalového glykogénu, obsah proteínu, hodnota pH, straty pri varení a údení šunky
4	Protoonkogen c-myc-CM,	Spolupôsobí s génom CRC, percento chudej svaloviny
18	Gén leptinu – LEP a receptoru LEP - LEPR	Podiel mäsa a tuku v jatočne opracovanom tele, spotreba krmiva
13	Gén transkripčného faktoru - POU1F1	Hmotnosť prasiatok pri narodení, výška chrbtového tuku
6	Gén proteínu pre transport mastných kyselín H-FABP	Obsah intramuskulárneho tuku, prírastok
1	Gén "šokového" proteínu - HSP70.2, chrom.č. a gén proteínu triadin	Spolupôsobí s génom CRC na citlivosť k stresom
12 a 16	Gén rastového hormónu - GH, chromozóm č.12 a gén receptoru rastového hormónu - GHR, chromozóm 16	Výška chrbtového tuku, prírastok
7	Gén andrestenonu,	Pach mäsa u porazených kancov
7	Gén colipasy - CLPS (kofaktor enzýmu lipázy)	Obsah tuku v jatočnej polke
X	Gén fosfoglycerátkinázy 1 - PGK1	Výška chrbtového tuku, plocha karé

Podľa Dvořáka a Vrtkovej (2001) je možné kandidátne gény výhodne a efektívne využiť priamo v selekčných programoch, čím sa docieli zvýšenie intenzity selekcie a skrátenie generačného intervalu.

Pri iných možnostiach využívania kandidátnych génov poukazujú Bednárik et al., (2001) na možnosti identifikácie génov na báze biochemických defektov. Pri pátraní po genetickom defekte, ktorý nesie zodpovednosť za hereditárnu myopatiu sa pritom podľa Fischbecka (2000) používajú 2 základné postupy v podobe metódy kandidátneho génu (candidate gene approach) a metódy pozičného klonovania (positional cloning approach). Ak niektoré z alel kandidátneho génu významne ovplyvňujú prejavy úžitkového znaku, potom analogicky zvýšená frekvencia konkrétnej alely dokáže zlepšiť hodnotu populácie, rodiny, či línie (Haegeman et al., 2003).

Z genetických markérov ovplyvňujúcich mäsovú úžitkovosť a kvalitu mäsa u ošípaných je najviac preštudovaný gén ryanodinového receptora RYR1. Za kandidátske gény mäsovej úžitkovosti boli označené tiež gén rastového hormónu GH, gény rodiny MyoD, gén cholecystokinínového receptora CCK, gén leptínu LEP a leptínového receptora LEPR, gény rodiny H-FABP, gén RN (acid meat gene alebo tiež hamepshirsky faktor) a celá rada ďalších (Trakovická, Mindeková, 2006).

### **3.5 Gén citlivosti k stresu**

Malígna hypertermia bola prvýkrát popísaná u ľudí (Capizzi et al., 1969).

Jedná sa o syndróm zapríčiňujúci neadekvátnu odpoveď na anestéziu, vedúci často až k smrti. V dôsledku zvýšenej selekcie zvierat na mäsovú úžitkovosť a asociáciu génu RYR1 so zvýšeným osvalením sa recesívna alela n všeobecne vyskytuje vo väčšej miere u otcovských plemien ošípaných (Y, L, D, H, P), vyššie tendencie sú zjavné tiež v populácii kancov.

Výskyt MH u ošípaných bol prvýkrát spojený s článkom, popisujúcim nemožnosť výroby salámy z bravčového mäsa (Herter a Wilsdorf, 1914).

Vzťah MH k svalovej degenerácii nasledovne demonštroval vo svojej práci Ludvigsen (1958), ktorý tak vytvoril prvý popis malígnej hypertermie. Súčasne bol začiatkom šesťdesiatych rokov u niektorých plemien ošípaných zistený značný výskyt zníženia kvality mäsa. Táto chyba bola označená skratkou PSE (z angl. pale, soft,

exudative – t.j. bledé, mäkké a vodnaté mäso – Briskey, 1964; Eikelenboom a Minkema, 1974). Neskôr bol tento výskyt uvedený v súvislosti s MH. V dôsledku zvýšenej selekcie zvierat na mäsovú úžitkovosť a asociáciu génu RYR1 so zvýšeným osvalením sa recesívna alela n všeobecne vyskytuje vo väčšej miere u otcovských plemien ošípaných (Y, L, D, H, P), vyššie tendencie sú zjavné tiež v populácii kancov.

Vzhľadom k histórii výskumu problematiky stresu u ošípaných sa pre tento gén používajú viaceré označenia (Kahánková, 1998):

- gén malígnej hypertermie (MH gén),
- gén stresového syndrómu ošípaných (PSS gén),
- gén stresu
- gén halotanový (HAL),
- gén ryanodinového recepteru sarkoplazmatického retikula kostrových buniek (RYR1),
- calcium release channel (CRC).

Výskum tohto génu prebieha od 80 rokov. Najprv bol zistený jeho vplyv na citlivosť k vdychovaniu anestetika halotanu. Odtiaľ pochádza jeho označenie HAL. Neskôr bol identifikovaný ako ryanodinový receptor – RYR1 a najnovšie je potvrdené, že determinuje proteín vo vápnikovom kanály sarkoplazmatického retikula svalových buniek. Preto sa označuje CRC. Gén CRC má 2 alely: dominantná =N a recesívna =n. Každé zviera má svoj genotyp tvorený dvoma alelami. Jatočné ošípané môžu mať genotyp: NN, Nn alebo nn. Genotypy CRC sú v asociácii s niekoľkými významnými znakmi produkcie mäsa. Preto môžeme označiť tento pôvodne kandidátny gén za prvý gén ekonomického znaku – ETG (Economic Traits Gene) u ošípaných (Steinhauser et al., 2000).

Schneiderová (1993) uvažuje nad otázkou vytvárania populácii vykrmovaných ošípaných bez alely n, alebo s jej čiastočným zastupovaním.

Offenbartl (2003) konštatuje, že pri očistení od materských populácií ošípaných od stresovej alely „n“ sa uplatňujú metódy molekulovej genetiky.

Najdôležitejší znak mäsovej úžitkovosti je percento chudej svaloviny (LS). V mnohých výskumoch bolo overené, že vyššie % LS majú ošípané homozygotne recesívnych genotypov – nn oproti genotypu NN a Nn. Ako príklad môžu byť naše výsledky u hybridných jatočných ošípaných ( od prasníc BU x L ) a rôznych hybridných



kancov. Ošípané genotypu NN = 52,94 % LS, Nn = 53,22 % LS, nn = 55,00 % LS (Steinhauser et al., 2000).

Podobne už Lahučký et al., (2000) vyzdvihol vplyv génov na kvalitu mäsa hospodárskych zvierat, pričom popisuje dva gény veľkého účinku, ktoré relevantne ovplyvňujú kvalitu mäsa ošípaných. Gén pre vápnikový kanál a gén RN (Rendement Napole). Recessívne alely RYR1 (gén pre ryanodínový receptor sarkoplazmatického retikula svalových vlákien) šiesteho chromozómu ošípaných sa podieľajú na zrýchlenom poklese pH mäsa post mortem, znižujú kapacitu viazania tekutín v mase, menia eklektickú vodivosť, farbu mäsa a prispievajú k vzniku ďalších zmien, ktoré sú typické pre PSE (pale, soft, exsudative, bledé, mäkké, vodnaté).

Druhým významným asociovaným znakom s genotypom CRC je zhoršená kvalita mäsa tzv. PSE mäsa. Najvyšší výskyt PSE v karé (MLDT) je u ošípaných s genotypom nn. PSE hodnotíme len podľa parametru pH, v jeden deň na jedných bitúňkoch. z genotypu NN malo PSE – 10,5 %, z Nn – 29,2 % a z genotypu nn – 89,3 %. Prejav predporážkového stresu a výskyt PSE je ovplyvnený i celou technológiou porážky a nasledovným spracovaním jatočného tela (Steinhauser et al., 2000).

Podľa Poltárskeho a Dema (1997) na zníženie frekvencie PSE mäsa môžu vplyvať:

1. vhodne zvolená kombinácia kríženia, to znamená párenie vhodných genotypov odolným proti záťaži
2. ohľaduplné zaobchádzanie s ošípanými pri vyskladňovaní a počas prevozu
3. vhodné ustajnenie ošípaných pred porážkou s možnosťou napájania
4. šetrné zaobchádzanie s ošípanými pri porážke
5. správne ošetrenie jatočných tiel po rozpoltení - postupné schladenie na 4°C

### **3.5.1 Gén C - myc – CM**

Prvé informácie o c – myc- CM, ako KG pre produkciu mäsa u ošípaných boli zverejnené v roku 1999. Na referenčných rodinách ošípaných boli zistené rozdiely v hmotnosti chrbtového tuku, tuku stehna a rozdiely v % LS, plochy karé a % mäsitých častí medzi genotypmi CM. Pre možné využitie v selekcii na produkciu mäsa sú dôležité údaje o interakcii génu CM s génom CRC. Epistatické efekty génu CM sú komplikovanejšie a ich využívanie v selekcii ošípaných predpokladá prácu

kvalifikovaného genetika. Príklad výsledkov spolupôsobenia génu CM a CRC na % LS a plochu MLDT je uvedená v tabuľke 7 (Steinhauser et al., 2000).

**Tabuľka 7** Efekty génu CRC v súvislosti s génom CM ako ukazovateľ produkcie mäsa (výsledky z F2 generácie referenčnej rodiny divokej ošípanej a x Pietrain ) (Steinhauser et al., 2000)

UKAZOVATEĽ	GENOTYPY CM	GENOTYPY CRC		
		NN	Nn	nn
Percento chudého mäsa	AA	52,3	54,2	55,2
	AB	53,4	53,4	54,3
	BB	53	53,5	53,8
Plocha MLDT ( karé) v cm	AA	30,2	33,6	35,7
	AB	32,1	31,9	33,1
	BB	32,3	32,5	32,8
% mäsitých častí ( stehno + plece + karé)	AA	52,9	53,8	56
	AB	52,5	53,3	54,9
	BB	51,7	52,8	54,6

### 3.5.2 Gén myogeninu – MYF 4

Gén MYF4 patrí medzi členy génovej rodiny MYOD, z ktorých sa 3 podieľajú v embryogenézii na regulácii tvorby a počtu myofibríl vo svaloch a MYF 6 pôsobí po narodení. Je rozhodujúcim pre formovanie svalových buniek a je regulovaný sérovými mitogénmi, peptidovým rastovým faktorom a represia jeho promótoru môže byť uskutočnená pomocou cAMP závislého a cAMP nezávislého mechanizmu (Kahánková 1998).

Je exprimovaný počas diferenciácie myoblastov a má hlavný vplyv na počet svalových vlákien (Kolaříková et al., 2002).

Myogín ako produkt génu MYF 4 sa podieľa na regulácii myoblastu. V období medzi 60 – 100 dňom gestácie, kedy sekundárne myofibrili hypertrofujú, klesá expresia génu MYF4. U plemena Large White bolo v analýzach zistené, že genotypy MYF 4 sú

v asociácii s hmotnosťou prasiat po narodení, rastom a jatočnou hmotnosťou a s množstvom mäsa. U ošípaných pre jatočné účely je najvhodnejší genotyp BB (Steinhauser et al., 2000).

### **3.5.3 RN gén (Rendement Napole)**

Jakubec (2002) opisuje zmeny v hodnote pH z hľadiska génov, pričom sa sústreďuje na genóm HAL a genóm RN. RN genóm ovplyvňuje špecifickú technologickú výťažnosť mäsa, ktorá sa nazýva „Napole“ a je determinovaná ako podiel hmotnosti varenej šunky/hmotnosti odkostenej šunky zbavenej tuku. Dominantná alela RN znižuje výťažnosť „Na pole“ a má za následok defektné „kyslé mäso“. Žiadúca recesívna alela (RN+) zvyšuje túto výťažnosť. Genotyp RN má v porovnaní s homozygotnými zvieratami  $rn^+ rn^+$  o 8% nižšiu výťažnosť. U nositeľov alely RN je rozsiahlejší pokles pH post mortem vo svaloch ako u homozygotov  $rn^+ rn^+$ , čo v konečnom dôsledku znižuje pH. Nositelia alely RN majú horšie mäso z hľadiska krehkosti, šľavnatosti a mäkkosti, ale intenzívnejšiu vôňu mäsa. Lokus Rn bol zmapovaný na pätnástom chromozóme ošípanej.

## **3.6 Vplyv polymorfizmu génov LEPR a H-FABP na produkčné vlastnosti ošípaných**

Pri štúdiu kandidátskych génov, u ktorých sa predpokladá možný vplyv na produkčné vlastnosti, bol odhalený výrazný účinok génu pre leptínový receptor (LEPR) na obsah tuku bravčového mäsa ošípaných. Vincent et al. (1997) pomocou väzbového mapovania mikrosatelitmi identifikovali LEPR gén ošípanej na šiestom chromozóme. V prípade LEPR génu ošípanej boli identifikované štyri typy polymorfizmov. Ako prvý bol popísaný polymorfizmus detekovaný reštrikčným enzýmom HinfI (Vincent et al., 1997).

Ďalšie dva predstavujú intrónové substitúcie detekované reštrikčnými enzýmami HpaII a RsaI (Stratil et al., 1998) a napokon polymorfizmus identifikovaný metódou DGGE (Kopečný et al., 1997).

Analýzou plemien Berkshire, Duroc, Hampshire a Landras Emmett et al. (2001) potvrdili polymorfizmus LEPR (MboI) s prevahou alely 2. Gén H-FABP bol lokalizovaný na šiestom chromozóme ošípanej. Skupinu FABP tvoria malé vnútrobunkové proteíny

zabezpečujúce transport mastných kyselín (MK) z cytoplazmatickej membrány k miestu  $\beta$ -oxidácie a syntézy fosfolipidov (Veerkamp, Maatman, 1995). Obmieňajú i koncentrácie MK a tým regulujú bunkové procesy a metabolizmus.

V rámci proteínovej skupiny FABP je rozlíšených osem štrukturálnych typov (Veerkamp et al., 1993). Metódou PCR-RFLP s použitím reštrikčných enzýmov HinfI, HaeIII a MspI odhalili tri jednoduché polymorfizmy.

Gerbens et al. (1998) štúdiom plemena Duroc zaznamenali pri homozygotných haplotypových triedach aa/dd/HH vyšší obsah IMF. Výsledky Gerbensa nekorelujú so zisteniami Urbana et al. (2002), ktorí sledovali vplyv H-FABP (HinfI) genotypov na obsah IMF, hrúbku chrbtovej slaniny, percento cenných mäsových častí plemien Biela ušľachtilá a Landras, nezistili preukazné efekty H-FABP genotypov na sledované vlastnosti.

Emnett et al., (2001) zistili pozitívny vplyv heterozygotov Dd na obsah IMF a hrúbku chrbtovej slaniny pri plemene Berkshire. Efekt polymorfizmu H-FABP génu na obsah IMF v populácii austrálskej komerčnej línií (potomkovia kríženia Biela ušľachtilá x Landras) stanovili Óvilo et al. (2000) pomocou Animal Modelu.

Štúdiom expresie H-FABP génu Gerbens et al. (2001) zistili signifikantné rozdiely medzi jednotlivými H-FABP (HaeIII) genotypmi v úrovni expresie mRNA, nie však v úrovni expresie proteínu. Navyše, úroveň expresie H-FABP mRNA je v preukázanej asociácii k obsahu k obsahu IMF. Preukázané rozdiely v obsahu IMF medzi jednotlivými H-FABP (HaeIII) genotypmi boli sanovné v skupine kancov.

Uplatnenie spomínaných kandidátnych génov priamo v selekčných programoch predstavuje možnú cestu dosiahnutia zníženia hrúbky chrbtovej slaniny bez redukcie vnútro svalového tuku.

Na amplifikáciu cieľových úsekov LEPR a H-FABP génu Stratil et al. (1998) a Gerbens et al. (1997) použili oligonukleotidové primery:

**LEPR** FOR: 5' GGA AGG CAT TTG TTT CAG CAG TAA 3'

REV: 5' CAA GTC CTC TTT CAT CCA GCA CTG 3' (Stratil a i.,1998)

**H-FABP** FOR: 5' GGACCCAAGATGCCTACGCCG 3'

REV: 5' CTGCATCTTTGACCAAGAGG 3' (Gerbens a i., 1997)

Emnett et al. (2001) zistili vplyv LEPR (MboI) génu na priemerný denný prírastok. V prípade hrúbky chrbtovej slaniny sa zistilo štatisticky nepreukazný vplyv LEPR génu, čo nekorešponduje s prácou autorov Óvilo et al. (2002), ktorí na základe Animal Modelu zistili preukazný vplyv LEPR génu na hrúbku chrbtovej slaniny. Rovnako Emnett et al. (2001) pri plemene Landras potvrdili vplyv LEPR (MboI) génu na hrúbku chrbtovej slaniny.

Autori Óvilo et al. (2000) a Urban et al. (2002) nezistili preukazný vplyv H-FABP génu na hrúbku chrbtovej slaniny.

Naopak, asociáciu H-FABP génu k hrúbke chrbtovej slaniny pri plemene Duroc uvádzajú Gerbens et al. (1999). Zároveň však zdôrazňujú obtiažnosť hodnotenia asociácie HFABP proteínu na hrúbku chrbtovej slaniny, keďže proteín sa neexprimuje v bunkách tukového tkaniva. Predpokladajú, že hrúbku slaniny ovplyvňujú gény, ktoré sú vo väzbe s H-FABP génom (Gerbens et al., 1999).

### **3.6.1 Mramorovanie mäsa a Duroc efekt**

Je známe, že efekty pretučnenia a požívateľnosti mäsa závisia na mramorovaní, daného podielom intramuskulárneho tuku (IMT), ktorý obaľuje svalové vlákna. Podiel týchto intramuskulárnych lipidov, keď sú extrahované štandardnou chemickou cestou, tvoria vo svale 0,5 – 2,5% (MLLT). V tomto ohľadu rýchlo rastúce ošípané európskeho typu (LW, L), vykazujú cca 1% IMT, 3% a viac farbené (tmavá, čierna, flákatá) a ošípané plemena D až 8%. IMT predstavuje efekty ovplyvňujúcu kvalitu jedla, avšak existujú rôzne názory na ich význam a dôležitosť (De Volt et al., 1988).

**Tabuľka 10** Interakcie IMT x senzorické vlastnosti (Wood et al., 1993)

	<b>IMT</b>
<b>Krehkosť</b>	tuk medzi svalovými vláknami produkuje menšiu tuhosť svalových štruktúr
	tuk produkuje hladší pocit pri konzumovaní mäsa v ústach - je mäkšie
	tuk redukuje stratu vody varením
<b>Šťavnatosť</b>	tuk podporuje saliváciu v ústach a kyseliny pri žuvaní
	šťavnatosť a krehkosť sú v úzkej korelácii
<b>Chuť</b>	závisí od chemických reakcií prítomných lipidov

Ak sa týka vzťah medzi chuťou, šťavnatosťou a krehkosťou mäsa, tak IMT má dôležitý vplyv na chuť, šťavnatosť a krehkosť. Jeho hodnota sa doporučuje 2-3% (De Vol et al., 1988).

Je nutné počítať so skutočnosťou, že nízke hodnoty IMT vykazujú ľahké ošípané s celkovou hmotnosťou cca 70kg. So zvyšovaním hmotnosti a mnohokrát i výšky chrbtového tuku (korelácia medzi mramorovaním a celkovým tukom je nízka), sa zvyšuje krehkosť, šťavnatosť a %IMT (Kempstner et al., 1986).

S ohľadom na požadovanú kvalitu mäsa by podiel IMT nemal klesnúť pod 1,5% (Hovenier et al., 1992).

### **3.7 Molekulárno - genetické metódy detekcie polymorfizmu DNA**

Základnou metódou je PCR.

#### **3.7.1 Princíp PCR**

PCR ( Polymerase Chain Reaction – Polymerázová reťazová reakcia) je v súčasnosti jednou z najpoužívanejších techník v molekulárnej biológii a v molekulárnej genetike. Využíva sa na amplifikáciu t.j. namnoženie špecifických úsekov DNA pomocou enzymatickej syntézy in vitro. Túto veľmi citlivú, exaktnú v princípe veľmi jednoduchú

metódu vyvinul Kary Banks Mullis v laboratóriu H. A. Erlicha firmy Cetus Corp (California USA). Princíp metódy bol prvýkrát publikovaný v práci Saiki et al., (1985), kde sa autori zaoberali amplifikáciou ľudského 5-globínového génu. Amplifikácia DNA v polymerázovej reakcii je cyklický proces pozostávajúci z 3 krokov:

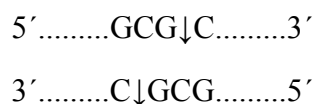
1. denaturácia, počas ktorej dochádza (pre teplotu okolo 95 °C) k oddeleniu jednotlivých vlákien DNA templátu, čo umožní hybridizáciu primérov.
2. annealing (hybridizácia, naviazanie, „nasadnutie“) primérov ku komplementárnej sekvencii denaturovaného templátu DNA. Prebieha pri teplote 42-72 °C, v závislosti od dĺžky a sekvencie primérov.
3. extenzia (elongácia), počas ktorej DNA polymeráza prikladá k 3'OH koncu priméra nukleotidy podľa komplementárnej sekvencie templátu (prebieha pri teplote 72 °C, čo je optimum pre Taq DNA polymerázu (Pokorádi, Kúbek, Trakovická, 2005).

### 3.7.2 Polymorfizmus dĺžky reštrikčných fragmentov (PCR-RFLP)

Pomocou PCR sa na základe genómovej DNA amplifikuje špecifická sekvencia (napr. úsek génu). Pomocou polymorfizmu dĺžky reštrikčných fragmentov (RFLP) sa detekujú alely na základe prítomnosti alebo absencie špecifického reštrikčného miesta.

Klasickou RFLP je genomická DNA štiepená určitou endonukleázou a vzniknuté fragmenty sa po elektroforetickej separácii blottingom prenášajú na pevnú membránu (Southern, 1975). Polymorfizmus vo veľkosti fragmentov možno zistiť po hybridizácii značenou sondou.

**Schéma 1** Príklad štiepenia reštrikčnou endonukleázou CfoI (GCG↓C) v palindromickej sekvencii.



Výhodou metódy je náročnosť a možnosť určenia miesta mutácie. Hlavnou nevýhodou je skutočnosť, pravdepodobnosť detekcie mutácie je relatívne nízka a závisí od počtu použitých enzýmov.

Táto metóda je vhodná pre gény s väčším polymorfizmom alebo analýzou intrónov (nekódujúcich sekvencií) (Trakovická et al., 20005).

### 3.7.3 RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA)

Techniku náhodne amplifikovanej polymorfnej DNA popísal Williams et al., (1990), ktorý za účelom konštruovania molekulových genetických máp rôznych druhov využili amplifikáciu náhodných segmentov DNA . spomínanú techniku nazvali „RAPD“.

Rovnakou metódou sa zaoberali ak Welsh a McCleed et al., (1991), ktorí zostavovali pomocou samostatných oligodeoxyribonukleotidových (oligo) primerov DNA fingerprinty. Preukázali schopnosť oligo primery amplifikovať DNA v oboch smeroch prepisu s dostatočným množstvom PCR produktu. Autori používali oligo primery jednotlivo, ale aj v rôznych kombináciách za účelom zachytenia nových polymorfizmov a genomických fingerprintov na bakteriálnej a o rok neskôr aj na myšej DNA.

Optimalizáciou RAPD metódy sa zaoberali Meunier a Grimont (1993), ktorí na analyzovanie používali rôzne termocyklery, rôzne oligonukleotidové primery a rozličné druhy *Taq* polymerázy.

Na základe poznatkov o lokalizácii génov viazaných na produkčné vlastnosti sa v rovnakom roku mapoval pohlavný Z chromozóm kúr. Výsledky umožnili detekciu trinástich RAPD markérov naviazaných na Z chromozóm.

Metóda RAPD sa taktiež začala používať na sledovanie genetickej predispozície k dedičným ochoreniam. DNA zvierat v rámci línie bola zmiešaná a analyzovaná ako celok. Výsledky poukázali na fakt, že selekcia 9 generácií stačí na dokázanie rozdielov medzi líniami, a tiež potvrdili účinnosť RAPD markérov na stanovenie medzilíniových rozdielov.

Potenciál použitia RAPD bol obohatený o alternatívne genetické markéry na štúdium variácie medzi populáciou zebu, oviec, kôz a byvola. Pomocou koeficienta podobnosti podľa Jaccarda bola vypočítaná kvantifikácia genetickej divergencie medzi sledovanými druhmi, ktorá poukázala na veľmi malú podobnosť medzi analyzovanými druhmi (Appa Rao a i., 1996).



## 4 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV

Z práce vyplýva, že mäso je veľmi cennou potravinou živočíšneho pôvodu pre výživu ľudí. Je výborným zdrojom základných výživových látok, ako sú plnohodnotné bielkoviny, lipidy, celý rad minerálnych látok a vitamínov. Na druhej strane obsahuje aj zdraviu menej prospešné živiny ako je tuk a cholesterol, ale výberom vhodného druhu mäsa sa aj tieto negatívne zložky minimalizujú.

Čím je mäso mastnejšie, tým je ťažšie stráviteľné. Mäso mladých zvierat je jemnejšie, mäso starších zvierat býva tvrdšie a ťažšie stráviteľné. Ľahká alebo ťažšia stráviteľnosť nezávisí len od druhu a veku zvierat, ale aj od „odležanosti“ mäsa a od spôsobu úpravy v kuchyni. Nijaké mäso — okrem mäsa rýb a vnútorností — by sa nemalo použiť hneď po zabití zvierat'a. Mäso z čerstvo zabitých zvierat totiž býva tuhé, ťažšie stráviteľné. Iba keď odleží, vyzrie, zmäkne, vtedy sa stáva ľahšie stráviteľným. Odporúča sa preto uskladniť ho v podchladenom mieste na 3—5 dní. V prostredí s vyššou teplotou a vlhkosťou sa mäso rýchlo kazí. Preto ho uskladňujeme v chlade. Ak nemáme možnosť uschovať surové mäso v chlade (v chladničke alebo v mrazničke), zabalíme ho do utierky navlhčenej octom a čo najskôr ho použijeme (najmä v letných mesiacoch). Svalovina bravčového mäsa je prerastená tukom a preto má napríklad oproti hovädziemu mäsu vyšší obsah tuku a vyššiu energetickú hodnotu. Bravčové mäso je ťažšie stráviteľné. Chuť je závislá na veku a spôsobe kŕmenia zvierat. Mäso prasiat kŕmených častejšie mliekom má svetlejšiu farbu. Veľmi jemné vlákna a pevnú bielu slaninu má mäso z ročných kusov. Mäso starších kusov má tuhšie a hrubšie vlákna, farba je tmavočervená.

Odporúčame aby boli sledované nasledovné gény, ktoré vplyvajú na mäso či už pozitívne alebo negatívne:

Najrozšírenejšou chybou v kvalite mäsa je *PSE* mäso, vyskytujúce sa hlavne u ošípaných. Pri tejto odchýlke kvality majú dôležitú úlohu faktory genetické ako aj negenetické. Hlavným negenetickým faktorom je stres. Preto treba dodržiavať optimálne nestresové podmienky pri manipulácii a preprave zvierat, nevyvolávať zbytočne stresové podmienky týraním a nesprávnym zaobchádzaním so zvieratami.

*H- FABPa LEPR* gén , ktoré boli označené za kandidátne gény pre obsah IMF v svalovine.

## ZÁVER

V práci sme spracovali poznatky o problematike zloženia a kvality mäsa a jeho význame vo výžive ľudí. Zároveň sme študovali gény, ktoré ovplyvňujú kvalitu a podmieňujú senzorické a dietetické vlastnosti konzumovaného bravčového mäsa.

Zistili sme, že mäso patrí medzi najobľúbenejšie a najvyhľadávanejšie potraviny. Zo zdravotného hľadiska si ho ceníme najmä pre obsah biologicky hodnotných bielkovín a látok budujúcich organizmus. Obsah plnohodnotných bielkovín kolíše od 16 do 20%. Zásobuje ľudský organizmus živočíšnymi bielkovinami, ktoré udržujú rovnováhu zloženia nepostrádateľných aminokyselín v organizme. Z vitamínov mäso obsahuje najmä vitamíny skupiny B. Dodáva organizmu pravidelne železo a fosfor. Bravčové mäso zároveň patrí medzi potraviny vysokej kvality s pekným vzhľadom, dobrou chuťou, aromatickými vlastnosťami.

Svojím polovičným podielom z celkovej spotreby mäsa najvyhľadávanejším druhom mäsa medzi konzumentmi Európy, ale zároveň poukazuje na skutočnosť, že stále nesprávne pretrváva názor, že bravčové mäso je tučné a nezdravé.

Práve chov ošípaných pomerne za krátku dobu zaznamenal mimoriadny úspech vo zvýšení svalového tkaniva na úkor tkaniva tukového, pričom tento faktor je ovplyvnený predovšetkým správnou plemenitbou zvierat a výberom optimálneho plemena, ktoré vykazuje vysoké hodnoty v podiele svalovej hmoty, resp. cenných mäsitých častí a nižšieho podielu tukového tkaniva, čím svoje predispozície prenáša na svoje potomstvo. Je dokázané, že chov ošípaných je možné preorientovať na veľkovýrobu s priemyselnými základmi, pri vysokej koncentrácii, technizácii a najmä vysokej produktivite práce, pričom je možné rešpektovať biologické požiadavky.

V práci sme sa zamerali hlavne na štúdium a zosumarizovanie poznatkov o kandidátskych génoch ovplyvňujúcich kvalitu mäsa. Najviac rizikovým génom v bravčovom mäse je RYR1 gén spôsobujúci vznik PSE mäsa. RYR1 (gén pre ryanodinový receptor sarkoplazmatického retikula svalových buniek) je jedným z najznámejších a najlepšie preštudovaných markérov u ošípaných. Podmieňuje syndróm malígnej hypertermie (MH), ktorá je súčasťou zníženej adaptačnej schopnosti nazwanej stresový syndróm ošípaných (PSS).

Ďalej sme sa zamerali na H-FABP a LEPR. Šľachtiteľské programy sa zameriavajú na redukciu tuku, zároveň došlo i k redukcii obsahu vnútro svalového tuku (IMF), čo sa nepriaznivo prejavilo na organoleptických vlastnostiach mäsa.

Na základe polymorfizmu LEPR (HpaII) a na základe zhodnotenia rozdielov medzi jednotlivými genotypmi z hľadiska testovaných parametrov, je vhodný genotyp BB. Tento genotyp dosahuje najvyšší podiel cenných mäsitých častí a najnižší podiel hrúbky chrbtovej slaniny, čo je možné využiť na produkciu bravčového mäsa s požadovanými dietetickými parametrami.

V práci sme sa popísali, že pomocou molekulárno – genetických metód je možné detekovať a predchádzať nežiaducej kvalite mäsa. Poznatky molekulovej genetiky môžu prispieť významnou mierou k úspešnému naplneniu nových cieľov v šľachtení ošípaných podľa požiadaviek spotrebiteľov a technológov so znížením sprievodných nedostatkov.

Pri štúdiu sme potvrdili, že mäso môže obsahovať aj rizikové faktory, ale pri dodržaní zásad a kontroly zdravia zvierat, kvality ich spracovania nemôže mäso predstavovať zdravotné riziko.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

1. APPA RAO, K.B.C. – BHAT, K.V. – TOTEY, S. M. 1996. Detection of species-specific genetic markers in animals through random amplified polymorphic DNA (RAPD). In: *Genetic analysis, biomolecular engineering*, vol. 13, 1996, no. 5, p. 135 – 138.
2. BEDNÁŘIK, J. – GAILLYOVÁ, R. – KADAŇKA, Z. – LUKÁŠ, Z. – MECHL, M. – VOHÁŇKA, S. – VYTOPIIL, M. 2001. Nemoci kosterního svalstva. Paha: Triton 2001, 470.
3. BOBIŠ, L. – RUDOHRADESKÁ, A. 1990. Hydina a zverina vo výžive. Bratislava : Alfa. 1990, s. 359. ISBN 80-05-00370-6.
4. BUČKO, O. – VAŇO, M. – DVOŘÁK, J. – KOVÁČ, Ľ. – MLYNEK, J. 2001. Sú analýzy DNA testov opodstatnené v šľachtení ošípaných? In: *Slovenský chov*, 2001, roč. 10, s 41-42.
5. BULLA, J. – KÚBEK, A. 1995. Uplatnenie molekulárno-genetických markérov v šľachtení ošípaných. In: *Acta zootechnica*, roč. 51, Nitra: VŠP, 1995, s. 65-68. ISBN 80-7137-208-0.
6. BRASCAMP, E. W. – HALEY, C.S. - GROENEN, M.A.M. – JANS, L.L.G. 1995 : *Pig News and Information* 16, 1995. s. 41- 46.
7. CAPIZZI, L. S. - PHILLIPS, O. C. - HARRIS, L. C. J. 1969: Malignant hyperthermia during anesthesia. In: *Anesthesiology*, 31: 1969, 97-99.
8. ČERVENKA, T. – NEUŽIL, T. 2002. Faktory ovplyvňujúci úspešnosť chovu prasat. In: *Náš chov*, 2002, roč. 1, s. 1-6.
9. ČUBOŇ, J. – HAŠČÍK, P. – HLUCHÝ, S. 2004. Význam mäsa v spoločenskom stravovaní. In: *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „spoločenské stravovanie“*. Nitra : SPU, 2004, s. 78 – 83, ISBN 80-8069-421-4.
10. DEMO, P. – KRŠKA, P. – BAHTELKA, I. 1998. Kvalita mäsa ošípaných bude zohrávať významnejšiu úlohu. In: *Slovenský chov*, roč. 3, 1998, č. 12, s. 16 – 17
11. DE VOL, D.L., McKEITH, F.K., NECHTĚL ,P.J., NOVAKOVSKI, J., SHANKS, R.D., CARR, T.R.: In: *J.Anim.Sci.*, 66, 1988, 385-395.
12. DVOŘÁK, J. - BULLA, J. – ČEPICA, S. 1996. Uplatnění molekulární genetiky ve šlechtění prasat. In: *Sb. XVII. Genetické dny*, Brno: MZLU, 1996, s.112 .
13. DVOŘÁK, J. – VRTKOVÁ, I. 2001. *Malá genetika prasat*. Brno: MYLU, 2001, s. 91. ISBN 80-7157-521-6.

14. EIKELENBOOM, G. - MINKEMA, D. 1974: *Prediction of pale, soft, exudative muscle with a non-lethal test for the halothaneinduced porcine malignant hyperthermia syndrome*. Neth. J. Vet. Sci., 99: 1974, 421-426.
15. EMNETT, R., MOELLER, S., IRWIN, K., ROTHSCHILD, M. F., PLASTOW, G., GOODWIN, R., 2001. Association Studies With Leptin Receptor, Melanocortin-4 Receptor Melanocortin-5 Receptor, and Peroxisome Proliferator Activated Receptor- $\gamma$ , *Eastridge, M. L., Bacon, W. L., Knipe, C. L., Meeker, D. L., Turner, T. B., and Zartman, D. L.* In *Research and Reviews: Swine*. 2001, (OARDC Special Circular; 185), p. 57-63.
16. FISCHBECK KH. 2000. *Positional cloning and molecular diagnosis*. Amer. Acad. Neurol. 2000 Syllabi on CD-ROM. Northfield: Marathon Multimedia. 2000.
17. FRANČÁKOVÁ, H. et al., 2007. Hodnotenie poľnohospodárskych produktov. Nitra : SPU. 2007, s 89- 106. ISBN 978-80-8069-836-2.
18. GERBENS, F., RETTENBERGER, G., LENSTRA, J. A., VEERKAMP, J. H., TEPAS, M. F. W., 1997. Characterization, chromosomal localization, and genetic variation of the porcine heart fatty acid-binding protein gene. In: *Mammalian genome vol8, 1997, p- 328-332*.
19. GERBENS, F. – Van ERP, A.J.M. – MEUWISSEN, T.H.E. – VEERKAMP, J.H. – Te PAS, M.F.W. 1998. Heart fatty-acid binding protein gene variants are associated with intramuscular fat content and back fat thickness in pigs. In: *6th World Congress on Genetics Applied to Livestock production*, 26, 187, 1998.
20. GERBENS, F. – Van ERP, A. J. M. et al. 1999. Effects of Genetics Variants of the Heart Fatty Acid Binding Protein Gene on Intramuscular Fat and Performance traits in Pigs. In: *J. anim. Sci.*, 77, 1999, p. 846–852.
21. HABÁNOVÁ, M. 2004. *Technológia úpravy potravín*. Nitra : SPU. 2004, s.196. ISBN 80-8069-305-6.
22. HABÁNOVÁ, M. 2006. *Úprava potravín a stravovanie*. Nitra : SPU. 2006, s.158-159. ISBN 80-8069-695-0.
23. HAEGEMAN, A. – VILLIAMS, J.L.- LAW, A. – VAN ZEVEERAN, A. – PEELMAN, J.L. Mapping and SNP analysis of bovine candidate genes for meat and carcass quality. *Anim. Genet*, 2003, 34, 349-353.
24. HERTER, M. - WILSDORF, G. 1914: Die Bedeutung des Schweines für die Fleischversorgung. Berlin, Arbeiten der Deutscher Landwirtschaft-Gesellschaft, Heft 270, 1914.

25. HORVATHOVÁ, V. – LAGIN, L. 1982. *Technológia živočíšnych produktov II*. Bratislava : Príroda. 1982, s.162.
26. HOVENIER, R., Kains,E., vanAsseldonk,T., Westernik,N.G.: *Livestock Prod.Sci.*, 32, 1992, 309-321.
27. HUDEC, I. – STANKOVSKÝ, I. – SMIRNOV, V. 1971. *Hygiena a výživná hodnota potravín živočíšneho pôvodu*. Bratislava : Príroda. 1971, s. 387.
28. CHUDÝ, J. et al., 1998. *Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu*. Nitra : SPU. 1998, s. 214. ISBN 80-7137-443-1.
29. INCENT, A. L., WANG, L., ROTHSCCHILD, M. F., 1997. Rapid communication: a restriction fragment length polymorphism in the porcine leptin receptor (LEPR) gene. In: *J. animal science*. Vol 75, 1997, p. 2287.
30. JAKUBEC, V. 2002. Molekulární genetika ve šlachteni V- selekce pomocí markerů. In: *Náš chov*, 2002, 86, s. 54-56.
31. KAHÁNKOVÁ, L. 1998. *Diverzita populácií prasat z hľadiska genetických markeru a jejich vztah k užítkovosti* : Doktoranská dizertačná práca. Brno : MZLU, 1998, s. 10.
32. KEMPSTNER, A.J., - DILLWOTH, - A.W., - ŠVAND, D.G., - FISCHER, K.D.: *Anim.Prod.*, 43, 1986, 517-533.
33. KOLAŘÍKOVÁ, O. – VRTKOVÁ, I. – URBAN, T. – ADÁMEK, J. – DVOŘÁK, J. Influence of polymorphism of myogenin gene on growth and meat efficiency in pigs. *A. Universit. Agri. Silvi. Mend. Brun.*, 2002, 5, s. 15-19.
34. KOPEČNÝ, M., STRATIL, A., ČEPICA, S., 1997. Polymorphism at the porcine LEPR gene detected by PCR-DGGE. In: *Animal Genetics*, 28, 1997, p. 461.
35. ĽAHUČKÝ, R. – DEMO, P. – VAŠÍČEK, D. – LIPTAJ, T. 2000. Meabolizmus kostrového svalu ošípaných rozdielneho genotypu pre malígnu hypertermiu hodnotený nukleárnou magnetickou rezonančnou spektroskopiou, *Poľnohospodárstvo*, 2000, 46, s. 146-156.
36. LUDVIGSEN, L. 1958: *Den genetiske og den ernaeringsetingede Ugeskrift for Landmaend*, No. 47 and 48, 1958.
37. MEUNIER, J.R. – GRIMONT, P. A. 1993. Factors affecting reproducibility of random amplified polymorphic DNA fingerprinting. In: *Research in microbiology*, vol. 144, 1993, p. 373 – 379.

38. MINDEKOVÁ, S. - TRAKOVICKÁ, A. -STRAPÁKOVÁ, E. 2006. Efekty genotypu *LEPR* a *H-FABP* na produkciu ošípaných. In: *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 9, 2006, mimoriadne číslo, s. 32 – 33.
39. MOJTO, J. 1997. Úžitková hodnota mäsa a možnosť jej zlepšenia. In: aktuálne a perspektívne úlohy v chove a šľachtení hospodárskych zvierat. Nitra: Infoma, 1997, s. 31-33.
40. MUCHA, V. a i. 1971. Hygiena. Bratislava : Vydavateľstvo SAV. 1971, 202 s.
41. OFFENBARTL, F. 2003. Molekulárna genetika a šľachtenie ošípaných. Slovenský chov, 2003, roč. 10, s. 27-29 .
42. OCHUDNICKÝ, D. – POLTÁRSKY, J. 2003. Ovce, kozy a ošípané. Domáci chov. Bratislava , Príroda. 2003, s. 64.
43. ÓVILO, C., OLIVER, M. A. et al., 2000. H-FABP gene association study for body composition in pigs. In : *ISAG Conf. Abstract Book*. 2000, p. 47.
44. POKORÁDI, J. – KÚBEK, A. – TRAKOVICKÁ, A. 2005. Genetické markéry a stanovenie DNA profilu chránených druhov živočíchov. In: *Genetické markéry a kvalita produktov špeciálnych odvetví živočíšnej výroby*. Nitra : SPU, 2005, s. 149 – 170. ISBN 80-8069-633-0.
45. POLTÁRSKY, J. – DEMO, P. 1997. Chov ošípaných – minulosť a perspektívy. In: *Slovenský chov*, roč. 2, 1997, č.6, s. 22.
46. PULKRÁBEK et al., 2005. *Chov prasat*. Praha : 2005, s. 130-143. ISBN 80-86726-11-8.
47. SAIKI, R.K. – SCHARF, S. – FALOONA, F. – MULLIS, K.B. – HORN, G.T. – ERLICH, H.A. – ARNHEIM, M. 1985. Enzymatic amplification of betaglobin genomic sequences and restriction site analysis for diagnostic of sickle cell anemia. In: *Science*, 230, 1985, p. 1350 – 1354.
48. SOUTHERN, E. 1975. Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis. In: *J. Mol. Biol.*, 98, 1975, p. 503 – 517.
49. SCHNEIDEROVÁ, P. 1993. Identifikace na stres citlivých prasat. Stud. Inform. ÚZPI. R. Živočíšna výroba, 1993, roč. 2, s.48.
50. STEINHAUSER, L., et al., 2000. Produkce masa, Vysokoškolská učebnice, 2000, s. 129-133.
51. STRATIL, A., KOPEČNÝ, M., MOSER, G., 1998. *HpaII* and *RsaI* PCR-RFLPs within an intron of the porcine leptin receptor gene (*LEPR*) and its linkage mapping. In: *Anim. Genetics*. Vol. 29, 1998, p. 398-413.

52. TRAKOVICKÁ, A. 1999. *Genetické polymorfne znaky a ich využitie pri hodnotení populácií hospodárskych zvierat : habilitačná práca*. Nitra : SPU, 1999, s.113.
53. URBAN, T., KUCIEL, J., MIKOLÁŠOVÁ, R.,- KUCIEL, J.-ERNEST, M.-INGR, G. 2002. A study of associations of the H-FABP genotypes with fat and meat production of pigs. In: *J. Appl. Genet*, 43, 2002, p.5.
54. VEERKAMP, J. H., MAATMAN, R. G. H. J., 1995. Cytoplamic fatty acid binding proteins: their structure and genes, In *Prog. Lipid Res.* vol. 34, 1995, p. 17- 52.
55. VEERKAMP, J. H., - VAN KUPPEVELT, TH.M.S.M.- MAATMAN, R.G.H.J. et al. 1993. Structural and functional aspect of cytosolic fatty acid-binding proteins. In: *prostag. Leukot. Essent Fatty Acids*, 49, 1993, p. 887-906.
56. VINCENT, A. L. – WANG, L. – ROTHSCCHILD, M. F. 1997. Rapid communication: a restriction fragment length polymorphism in the porcine leptin receptor (LEPR) gene. In: *J. Anim. Sci.*, 75, 1997, p. 2287.
57. VRZGULA, L., - PRĚMYSEL, J., et al, 1980. Vnútorné choroby prežúvavcov a ošípaných, s. 249-254.
58. WEBB, J. 2000. New Opportunities for Genetic Change in Pigs. In: *Advances in Pork Production*, 2000, 11, p. 83-95.05-509
59. WELSH, J. – McCLELLAND, M. 1991. Genomic fingerprinting using arbitrarily primed PCR and a matrix of pairwise combinations of primers. In: *Nucleic. Acids. Res.*, vol. 19, 1991, n. 19, p. 5275 – 5279
60. WILLIAMS, J.G. – KUBELIK, A.R. – LIVAK, K.J. – RAFALSKI, J.A. – TINGEY, S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. In: *Nucleic. Acids. Res.*, vol. 18, 1990, n.22, p. 6531 – 6535.
61. WOOD, D.J., NUTE, G.R., FURSEY, G.A.J., CUTHBERTSON, A.: *Anim.Prod.*, 56, 1993, 422.
62. http1. [cit2010-01-03]. dostupné na :<http://sk.wikipedia.org/wiki/M%C3%A4so>
63. [cit2010-03-03]. Dostupné na: (<http://www.apz.szm.com/download/prednaska-vegetarianstvo.pdf>) získané poznatky potvrdené emailom od autora Ruttkaya