

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Marjanca VIDMAR

**DOLOČANJE SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH  
SLOVENSKEGA POREKLA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Marjanca VIDMAR

**DOLOČANJE SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH SLOVEN-  
SKEGA POREKLA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**DETERMINATION OF SELENIUM IN MEAT AND MEAT  
PRODUCTS OF SLOVENIAN ORIGIN**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2009

## POPRAVKI

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo na Institutu Jožef Stefan, na Odseku za znanosti o okolju v Ljubljani, kjer sem ugotavljala vsebnost selena v mesu in mesnih izdelkih slovenskega porekla.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Terezijo Golob, za somentorico prof. dr. Vekoslavo Stibilj in za recenzenta prof. dr. Božidarja Žlendera.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Somentorica: prof. dr. Vekoslava Stibilj

Recenzent: prof. dr. Božidar Žlender

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovra:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Marjanca Vidmar

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK UDK 637.5:546.23:543.426.1(043)= 163.6

KG meso/mesni izdelki/slovensko poreklo/selen/hidridna tehnika atomske fluorescenčne spektrometrije /HG AFS

AV VIDMAR, Marjanca

SA GOLOB, Terezija (mentorica)/STIBILJ, Vekoslava (somentorica)/ŽLENDER, Božidar (recenzent)

KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

LI 2009

IN DOLOČANJE SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH SLOVENSKEGA POREKLA

TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)

OP IX, 48 str., 28 pregl., 10 sl., 1 pril., 66 vir

IJ sl

JI sl/en

AI Napomembnejši vir selena za ljudi je hrana bogata z beljakovinami, h kateri sodijo meso, ribe in jajca. Namen našega dela je bil določiti vsebnost selena v mesu in mesnih izdelkih slovenskega porekla. Za določanje selena v 150 vzorcih mesa in mesnih izdelkov smo uporabili metodo hidridne tehnike atomske fluorescenčne spektrometrije (HG-AFS). Celoten postopek od tehtanja do določitve je potekal v isti teflonski posodici. Metodo HG-AFS odlikuje ekonomičnost z relativno nizkimi stroški opreme, prijaznost do okolja zaradi majhne porabe kemikalij in kratko trajanje same analize. Izkoristek postopka v našem primeru je bil 91,7 % (n=12). Točnost metode določanja selena smo preverjali s certificiranimi referenčnimi materiali. Povprečna vsebnost selena je bila od 42 ng/g v vzorcih mlade govedine (*m. biceps femoris*), do 111 ng/g v jagnjetini (*m. triceps brachii*). Razlike med anatomskimi deli istih vrst mesa so bile majhne. Največjo vsebnost selena smo določili v vzorcih sardel, in sicer 738 ng/g. Različni mesni izdelki so vsebovali od 34 ng/g pri hrenovkah do 132 ng/g pri vzorcih kraškega pršuta. Rezultate naše analize smo primerjali z literaturnimi podatki in izračunali dnevni vnos selena z jedilno porcijo (100 g) mesa, rib in mesnih izdelkov.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 637.5:546.23:543.426.1(043)= 163.6

CX meat/meat products/Slovenian origin/selenium/ hidride generation atomic fluorescence spectrometry/HG AFS

AU VIDMAR, Marjanca

AA Golob, Terezija (supervisor)/ Stibilj, Vekoslava (co-advisor)/ ŽLENDER, Božidar (reviewer)

PP SI-1000, Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB Univeristy of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

PY 2009

TI DETERMINATION OF SELENIUM IN MEAT AND MEAT PRODUCTS OF THE SLOVENIAN ORIGIN

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 48 p., 28 tab., 10 fig., 1 ann., 66 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The most important source of selenium for man is food, especially protein rich food, such as meat, fish and eggs. The aim of this study was to determined selenium content in meat and meat products of Slovenian origin. The method of hydride generation atomic fluorescence spectrometry (HG-AFS) was used for determination selenium in 150 samples of meat and meat products of Slovenian processors. The whole procedure, from weighing to measuring, was performed in the same Teflon tube. The HG-AFS method was economic and environmentally friendly with a small consumption of chemicals, relatively low equipment and operating costs, and not time consuming analysis. The average selenium recovery was 91.7 % (n=12). The accuracy of selenium determination was checked by analysing certified reference materials. Mean selenium content varied from 42 ng/g for beef (*m. biceps femoris*), to 111 ng/g for samples of lamb meat (*m. triceps brachii*). There were small differences between anatomical parts in the same type of meat. The highest levels of selenium were found in samples of anchovy, that was 738 ng/g. Selenium content in different meat products was from 34 ng/g in samples of frankfurt sausage to 132 ng/g in karst prosciutto. Results obtained were compared with literature data and the daily intake of selenium by edible portion of meat and meat products (100 g) was calculated.

## KAZALO

1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 SPLOŠNO O SELENU .....	3
2.2 SELEN V ORGANIZMU .....	3
<b>2.2.1 Metabolizem selena.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.2 Selen v proteinih .....</b>	<b>5</b>
2.3 SELEN IN ZDRAVJE.....	7
<b>2.3.1 Vloga selena v organizmu .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2 Priporočeni dnevni vnos selena .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.3 Vnos selena s hrano .....</b>	<b>10</b>
2.4 SELEN V HRANI .....	11
<b>2.4.1 Selen v mesu in mesnih izdelkih .....</b>	<b>13</b>
2.5 DOLOČANJE SELENA V HRANI.....	16
<b>2.5.1 Metode za določanje selena.....</b>	<b>17</b>
2.5.1.1 Hidridna tehnika atomske fluorescenčne spektrometrije (HG-AFS) .....	17
2.5.1.2 Validacija analizne metode (Skoog, 1988).....	19
<b>3 MATERIALI IN METODE .....</b>	<b>21</b>
3.1 MATERIALI .....	21
<b>3.1.1 Vzorci.....</b>	<b>21</b>
3.1.1.1 Vzorčenje svinjskega mesa.....	21
3.1.1.2 Vzorčenje mesa mlade govedine .....	21
3.1.1.3 Vzorčenje jagnjetine .....	22
3.1.1.4 Vzorčenje kunčjega mesa .....	22
3.1.1.5 Vzorčenje piščančjega mesa.....	23
3.1.1.6 Vzorčenje puranjega mesa.....	23
3.1.1.7 Vzorčenje rib .....	23
3.1.1.8 Vzorčenje mesnih izdelkov .....	24
3.1.1.9 Certificirani referenčni material (CRM).....	24
<b>3.1.2 Reagenti .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.3 Aparature .....</b>	<b>25</b>
3.2 METODE DELA .....	26
<b>3.2.1 Priprava vzorcev .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2 Razkroj vzorcev .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.3 Detekcija selena s HG-AFS.....</b>	<b>27</b>
<b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA.....</b>	<b>28</b>
4.1 METODA HG-AFS ZA DOLOČANJE SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH .....	28
<b>4.1.1 Izkoristek postopka za določanje selena.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.2 Metoda standardnega dodatka.....</b>	<b>28</b>

<b>4.1.3 Pravilnost in zanesljivost analitske metode.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 VSEBNOST SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.1 Vsebnost selena v svinjskem mesu .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.2 Vsebnost selena v mesu mlade govedine.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.3 Vsebnost selena v jagnjetini.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.4 Vsebnost selena v kunčjem mesu .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.5 Vsebnost selena v piščančjem mesu .....</b>	<b>35</b>
4.2.5.1 Statistična analiza .....	36
<b>4.2.6 Vsebnost selena v puranjem mesu .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.7 Vsebnost selena v ribah.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.8 Vsebnost selena v mesnih izdelkih .....</b>	<b>37</b>
4.3 PRIMERJAVA Z LITERATURO .....	39
4.4 DNEVNI VNOS SELENA Z MESOM IN MESNIMI IZDELKI .....	42
4.5 UGOTOVITVE GLEDE NA POSTAVLJENE HIPOTEZE.....	46
<b>5 SKLEPI .....</b>	<b>47</b>
<b>6 POVZETEK.....</b>	<b>48</b>
<b>VIRI .....</b>	<b>49</b>
<b>ZAHVALA</b>	
<b>PRILOGE</b>	



## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Preglednica 1:</b> Priporočeni dnevni vnos selena ( $\mu\text{g Se/dan}$ ) (WHO in FAO, DRI, Ref, vrednosti za vnos hranil).....	9
<b>Preglednica 2:</b> Dnevne količine selena zaužitega s hrano ( $\mu\text{g/osebo/dan}$ ) .....	11
<b>Preglednica 3:</b> Vsebnost selena v posameznih skupinah živilih v raznih državah ( $\mu\text{g/100 g}$ ).....	13
<b>Preglednica 4:</b> Primerjava vsebnosti selena v govejem mesu (povzeto po Smrkolj s sod., 2003) .....	15
<b>Preglednica 5:</b> Podatki o porabi mesa v preteklih letih v Sloveniji .....	16
<b>Preglednica 6:</b> Seznam vzorcev svinjskega mesa .....	21
<b>Preglednica 7:</b> Seznam vzorcev mesa mlade govedine .....	22
<b>Preglednica 8:</b> Seznam vzorcev jagnjetine .....	22
<b>Preglednica 9:</b> Seznam vzorcev kunčjega mesa .....	22
<b>Preglednica 10:</b> Seznam vzorcev piščančjega mesa .....	23
<b>Preglednica 11:</b> Seznam vzorcev puranjega mesa .....	23
<b>Preglednica 12:</b> Seznam vzorcev rib .....	24
<b>Preglednica 13:</b> Seznam mesnih izdelkov .....	24
<b>Preglednica 14:</b> Izkoristek celotnega analiznega postopka za določanje selena.....	28
<b>Preglednica 15:</b> Primerjava rezultatov dobljenih z regresijsko premico in premico dobljeno z metodo standardnega dodatka .....	29
<b>Preglednica 16:</b> Vsebnost selena v standardnih referenčnih materialih ( $\text{ng/g}$ suhe snovi vzorca) .....	30
<b>Preglednica 17:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v svinjskem mesu v različnih anatomskih delih .....	31
<b>Preglednica 18:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v mesu mlade govedine v različnih anatomskih delih .....	32
<b>Preglednica 19:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v jagnjetini v različnih anatomskih delih .....	33
<b>Preglednica 20:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v kunčjem mesu v različnih anatomskih delih .....	34
<b>Preglednica 21:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v piščančjem mesu v različnih anatomskih delih .....	35
<b>Preglednica 22:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v puranjem mesu v različnih anatomskih delih .....	37
<b>Preglednica 23:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v ribah .....	37
<b>Preglednica 24:</b> Vsebnost selena ( $\text{ng/g}$ ) v mesnih izdelkih .....	38
<b>Preglednica 25:</b> Vsebnost selena v mesu in mesnih izdelkih v različnih prehranskih tablicah .....	40
<b>Preglednica 26:</b> Primerjava naših podatkov o vsebnosti selena v mesu z literaturnimi podatki .....	41
<b>Preglednica 27:</b> Ocena dnevnega vnosa selena ( $\mu\text{g}$ ) z jedilno porcijo (100 g) različnih vrst mesa .....	43
<b>Preglednica 28:</b> Ocena dnevnega vnosa selena ( $\mu\text{g}$ ) z jedilno porcijo (100 g) različnih mesnih izdelkov .....	45

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b> Metabolna pot selena (Suzuki, 2005) .....	4
<b>Slika 2:</b> Proteini, ki vsebujejo selen (Suzuki, 2005) .....	6
<b>Slika 3:</b> Delež vnosa selena s hrano (Foster in Sumar, 1997) .....	12
<b>Slika 4:</b> Shema atomskega fluorescenčnega spektrometra (Vandecasteele in Block, 1993) .....	19
<b>Slika 5:</b> Shema sistema HG-AFS .....	27
<b>Slika 6:</b> Regresijska premica in premica dobljena z metodo standardnega dodatka za vzorec kraškega pršuta .....	29
<b>Slika 7:</b> Prikaz vsebnosti selena v različnih vrstah mesa in v različnih anatomskih delih	35
<b>Slika 8:</b> Vsebnost selena v vzorcih piščančjega mesa s kožo in brez kože.....	36
<b>Slika 9:</b> Vsebnost selena v jedilni porciji različnih vrst mesa .....	44
<b>Slika 10:</b> Vsebnost selena v jedilni porciji mesnih izdelkov .....	46

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BF *m. biceps femoris* -dvoglava stegenska mišica  
CRM certificirani referenčni material  
DNA deoksiribonukleinska kislina  
DRI Priporočen dnevni vnos (Dietary reference intake)  
ET-AAS elektro termična atomska absorpcijska spektrometrija  
FAO Mednarodna agencija za hrano (Food and Agriculture Organization)  
giGSHPx Gastrointestinalna glutationperoksidaza IV  
GSHPx glutation peroksidaza  
GSHPx I Celična ali klasična glutation peroksidaza I.  
HG-AAS hidridna tehnika atomske absorpcijske spektrometrije  
HG-AFS metoda hidridne tehnike atomske fluorescenčne spektrometrije  
ICP-AES atomska emisijska spektroskopija z induktivno sklopljeno plazmo  
ICP-MS induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo  
LL *m. longissimus lumborum* - najdaljša hrbtna mišica  
phGSHPx Fosfolipidna hidroperoksid glutation peroksidaza III.  
plGSHPx Plazemska ali ekstracelularna glutation peroksidaza II.  
RNAA radiokemična nevtronska aktivacijska analiza  
SeCys selenocistein  
Sel-P Selenoprotein P  
SeMet selenometionin  
Se-W Selenoprotein W  
TB *m. triceps brachii* triglava nadlahtna mišica  
TMSe trimetil selenonijev ion  
TR Tioredoksin reduktaza  
USDA United State Department of Agriculture  
WHO Svetovna zdravstvena organizacija (World Health Organization)

## 1 UVOD

Selen je element v sledovih, ki je v zadnjem času deležen veliko pozornosti. Je esencialen za ljudi in živali, ker je v majhnih količinah bistven za življenjske procese. V prevelikih koncentracijah pa je lahko toksičen. Zaradi prevelikega ali premajhnega vnosa v organizem, lahko nastanejo zdravstvene težave in tako je selen velikokrat opisan kot »dvorezni meč« (Hartikainen, 2005).

Pomembnost selena pri različnih fizioloških funkcijah je mogoče pojasniti z njegovim sodelovanjem pri antioksidativni obrambi organizma. S poskusom na podganah in kokoših sta Schwarz in Foltz (1957) dokazala esencialnost selena za živali in ljudi. Znanstveniki pa so kasneje odkrili vezavo selena v encimu glutathion peroksidazi. Encim glutathion peroksidaza ščiti celice pred oksidacijo. Selen je sestavni del vsaj še tridesetih selenoproteinov v organizmu. Le-ti sodelujejo pri delovanju tiroidnih hormonov, imunskega sistema, v reprodukcijskih procesih, itd. (Brown in Artur, 2005).

Hrana je primarni vir selena. Priporočen dnevni vnos selena je 55  $\mu\text{g}$  za odrasle moške in ženske (Human Vitamin and mineral requirements, 2002). Potrebe po tem elementu se povečajo v obdobjih stresa ali fizioloških stanjih, - kot sta nosečnost in dojenje. Maksimalen dnevni vnos selena pa je 400  $\mu\text{g}$  (DRI, 2001). V Sloveniji veljajo Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004) in priporočen dnevni vnos selena je med 30 in 70  $\mu\text{g}$ . Dnevni vnos selena v hrani variira med različnimi deli sveta. Vsebnost selena v hrani je zelo različna in odvisna od več dejavnikov, predvsem od biorazpoložljivosti. Znano je, da je najbogatejši vir selena beljakovinska hrana, -kot so meso, ribe in jajca, medtem, ko mleko in mlečni izdelki vsebujejo precej manj selena. Tudi sadje in zelenjava ga vsebujejo zelo malo. Ker je vsebnost selena različna med živali iz različnih držav in tudi znotraj posamezne države, je pomembno, da poznamo vsebnost selena v hrani, ki jo uživamo, ker lahko tako ocenimo dnevni vnos selena s hrano.

Vsebnost selena v hrani je zelo različna, a običajno med 0,01 do 1 mg/kg, pogosto pa tudi nižja. Zaradi tega so za določanje tega elementa v hrani potrebne metode, ki imajo nizko mejo zaznavnosti. Metode, ki so najpogosteje v uporabi, so radiokemična nevtronska aktivacijska analiza (RNAA), hidridna tehnika atomske absorpcijske spektrometrije (HG-AAS), induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo (ICP-MS) in elektro termična atomska absorpcijska spektrometrija (ET-AAS).

V zadnjem desetletju je pogosto uporabljana metoda hidridne tehnike atomske fluorescenčne spektrometrije (HG-AFS). Ta metoda omogoča določitev v nanogramskem območju in je relativno poceni (Cava-Montesinos in sod., 2003).

## 1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE

Namen naše študije je bil, določiti vsebnost selena v vzorcih mesa in mesnih izdelkov, slovenskega porekla, ki jih vključujemo v prehrano. Ocenili smo dnevni vnos selena z jedilno porcijo (100 g) mesa in mesnih izdelkov v prehrani odraslega človeka.

Predvidevali smo:

- da bo vsebnost selena različna med posameznimi vrstami mesa in mesnih izdelkov,
- da bo vsebnost selena pri isti vrsti mesa različna glede na analizirani anatomski del trupa,
- da bodo naše vrednosti v območju, kot jih navajajo podatki iz literature,
- da človek z zaužitjem jedilne porcije (100 g ) mesa vnese dnevno različne količine selena.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 SPLOŠNO O SELENU

Pred približno 50 leti so znanstveniki spoznali, da je selen pomemben mikroelement za zdravje ljudi in živali (Schwarz in Folz, 1957). Leta 1817 ga je odkril švedski kemik Berzelius. Poimenoval ga je po grški boginji lune Seleni. Že dolgo pred odkritjem selena, pa so bili znani njegovi toksični učinki. Zanimanje za selen se je povečalo, ko so odkrili njegovo vlogo pri preprečevanju degenerativnih bolezni, kot sta rak in kardiovaskularne bolezni (Reilly, 1998).

Vrstno število selena je 34 in atomska masa 78,96. Nahaja se v šesti skupini periodnega sistema med žveplom in telurjem. Spada med metaloide, ker ima lastnosti kovin in nekovin. Obstaja v različnih oblikah: v anorganski obliki kot elementarni  $\text{Se}^0$ , v oksidirani obliki kot selenit  $\text{SeO}_3^{2-}$  in selenat  $\text{SeO}_4^{2-}$ . V organski obliki sta najbolj poznani selenoaminokislini selenocistein (SeCys) in selenometionin (SeMet), ki sta najbolj pogosti organski obliki Se v hrani. Selenat in selenit pa sta anorganska vira selena in sta tudi pogosti sestavini prehranskih dopolnil (Suzuki, 2005).

### 2.2 SELEN V ORGANIZMU

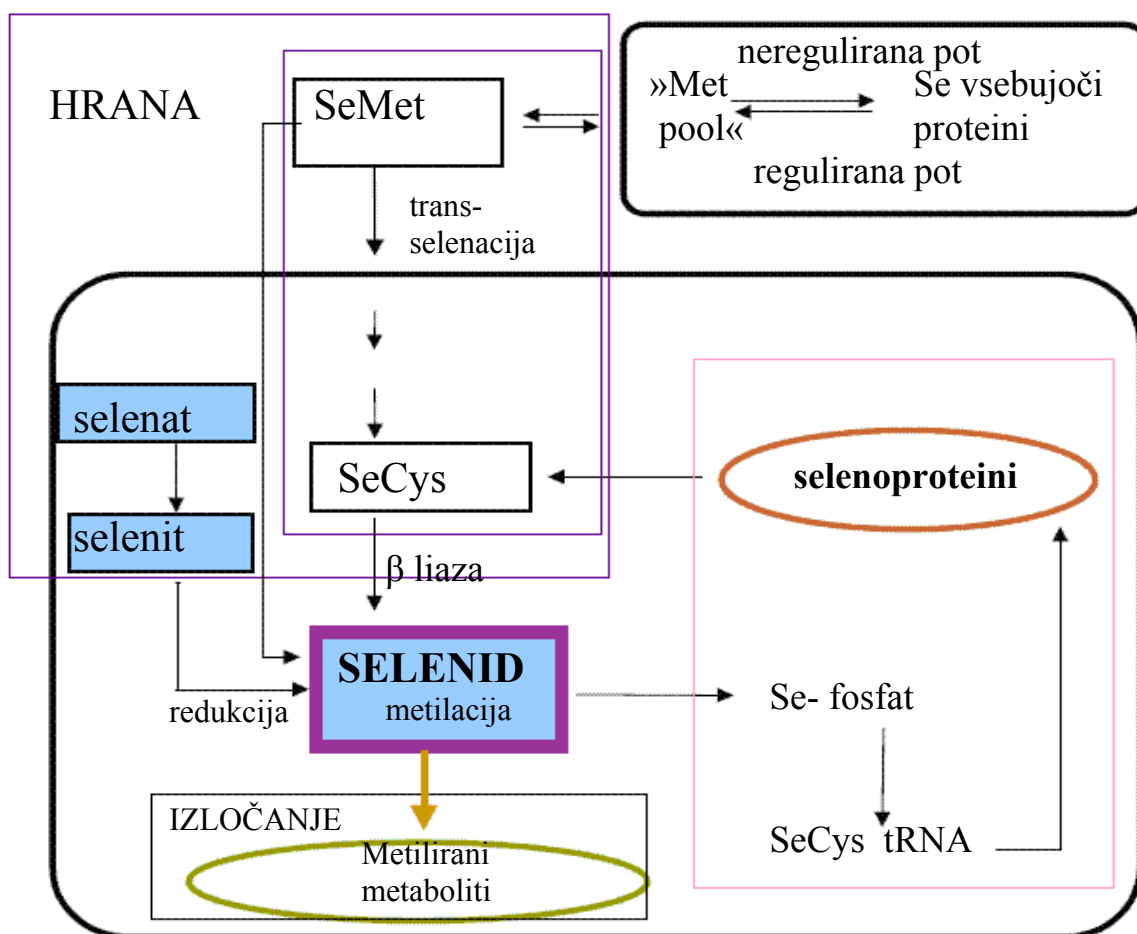
#### 2.2.1 Metabolizem selena

Selen pride v organizem preko prebavnega trakta, respiratornega trakta in/ali skozi kožo. Selen se brez težav absorbira, še posebej v dvanajsterniku, poleg tega pa tudi v slepiču in v debelem črevesju. Količina selena, ki se absorbira iz prebavil, je odvisna od več faktorjev, največkrat pa je odvisna od kemijske oblike. Klappec in sod. (1998) navajajo, da se SeMet absorbira bolj učinkovito kot selenat in selenit. Učinkovitost absorpcije organskih oblik selena je velika in jo ocenjujejo na več kot 90 %, medtem, ko se anorganske oblike (selenit) absorbirajo le v 50 do 90 %. Z vdihovanjem se lahko absorbirajo snovi, ki pridejo z izhlapevanjem v zrak (vodikov selenid), ali v obliki aerosola (selenov oksid, elementarni selen). Dokazana je tudi absorpcija skozi kožo topnih selenovih spojin, kot je natrijev selenit in selenov oksiklorid (Klappec in sod., 1998).

S hrano zaužijemo selen največkrat v obliki selenoaminokislin, predvsem selenometionina (SeMet) in selenocisteina (SeCys), ki sta vključena v beljakovine. Metabolizem selena je prikazan na sliki 1.

V nasprotju z relativno preprostim metabolizmom anorganskih oblik selena je presnova organskih oblik malo bolj zapletena. Le-te se pretvorijo v selenid z redukcijo C-Se vezi preko encima  $\beta$ -liaze. Selenocistein se lahko zamenja s cisteinom pri nespecifični vgradnji v proteine ali pa se z  $\beta$ -liazo pretvori v selenid. Ta pot je regulirana in glavna pri transformaciji selenoaminokislin v selenid, ker se tudi selenometionin pretvori v SeCys. Direktna pretvorba SeMet v selenid se dogaja verjetno le v izjemnih primerih, ko zaužijemo preveliki

ke količine selena. Selenometionin se lahko vgrajuje neposredno v različne proteine (Se-Met specifični proteini) v tkivih. Ta pot je neregulirana. To pojasnjuje njegovo večje zadrževanje v krvi v primerjavi z anorganskimi oblikami selena in selenocisteinom. Če pa zaužijemo anorganske oblike selena, se selenat pretvori v selenit, ta nato reagira z glutationom (GSH) ali sulfhidrilnimi skupinami proteinov in nastaja selenotrisulfid, ki se nato ponovno reducira do selenida. Selenid se lahko z metilacijo pretvori v trimetil selenonijev ion (TMS<sub>e</sub>), ki je eden od metabolitov selena v urinu (Suzuki, 2005).



Slika 1: Metabolna pot selena (Suzuki, 2005)

Po telesu se selen prenaša s krvjo, večinoma vezan na proteine. Koncentracija selena v organizmu je na različnih geografskih območjih zelo različna. V deželah, kjer so področja z nizko vsebnostjo selena (Finska, Nova Zelandija, Švedska) je tudi vsebnost selena v človeški krvi nizka. V deželah, ki so bogatejše s selenom (Kanada, nekateri predeli ZDA, območje Kitajske), pa je posledično vsebnost selena v krvi višja (Combs in Combs, 1986). Plasma ali serum naj bi vsebovala približno 75 % celokupnega selena v krvi. Raven selena v dveh frakcijah je odraz vnosov s hrano (Reilly, 1996). Dolinar (2007) je v diplomskem

delu, na podlagi dobljenih rezultatov vsebnosti selena, izračunala, da vsebnost selena v serumu predstavlja le okoli 44 % celotnega selena v krvi.

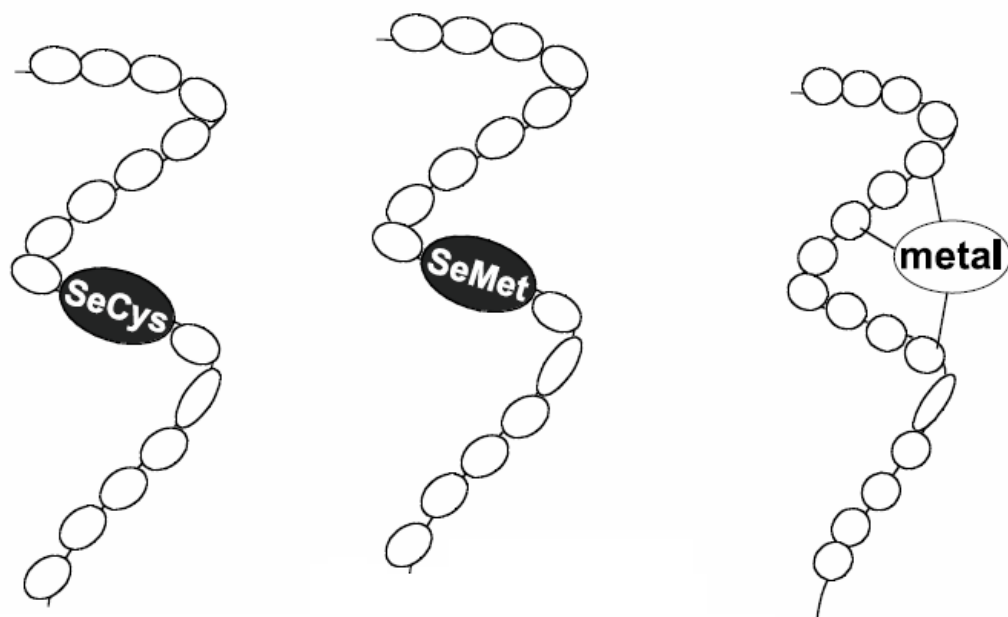
Biorazpoložljivost hranila je definirana kot delež, ki se lahko uporabi za vzdrževanje normalnega ravnovesja v telesu. Odvisna je od več faktorjev, in sicer količine, topnosti, absorpcije, vrste živila, kemijske oblike in fiziološkega stanja organizma (Reilly, 1996). Za razliko od ostalih elementov se selen veže kovalentno in to onemogoča ocenjevanje njegove biorazpoložljivosti z merjenjem absorpcije. Ko govorimo o biorazpoložljivosti selena, moramo zato tudi upoštevati pretvorbe selena v biološko aktivne metabolite (Finley, 2006). Selen se nalaga v telesnih organih. Potrjeno je, da so koncentracije selena v različnih organih bolj ali manj stalne. Pri normalnih pogojih, to je pri zadostni preskrbljenosti organizma s selenom, ga največ vsebujejo ledvice, manj pa jetra, vranica in trebušna slinavka (Reilly, 1996). Razporeditev selena je najverjetneje neodvisna od njegove oblike in načina vnosa. Pri pomanjkanju tega mikrohranila je razporeditev povsem drugačna, in sicer je raziskava na testnih živalih pokazala, da je v tem primeru največja koncentracija selena v semenčicah, mozgu, timusu in vranici. To dokazuje, da imajo nekatera tkiva prednost pri nezadostnem vnosu (Finlay, Kincaid, 1991).

Selen se večinoma iz organizma izloči v urin. Že leta 1969 so v urinu odkrili trimetilselemonijev ion (TMSe) kot enega glavnih metabolitov presnove selena. Dobro desetletje kasneje so to trditev ovrgli, saj so dokazali, da je v urinu TMSe prisoten v zelo majhnih količinah (Francesconi in Pannier; 2004). Več kot trideset let po odkritju TMSe, so Suzuki in sodelavci (2002) odkrili, da je glavni metabolit v človeškem urinu tako imenovani selen vsebujoč sladkor oziroma selenoslador. Pozneje je bil poimenovan selenoslador 1 in potrjen kot glavni metabolit selena v urinu. Odkrili so tudi dve njegovi sorodni obliki in ju poimenovali selenoslador 2 in selenoslador 3, vendar sta ti dve spojini prisotni v urinu le v manjših količinah. Majhna količina selena se izloči skozi kožo ali pljuča kot dimetilselehid ali kot dimetildiselenid. Prisotnost teh dveh komponent daje zadah po česnu pri ljudeh, ki so zaužili prekomerne količine selena. Z blatom pa se izloča neabsorbirani del selena (Klapec, Mandič, Primorac, 1998).

### **2.2.2 Selen v proteinih**

Selen je vključen kot selenocistein (21. aminokislina) v selenoproteine. V proteinih je prisoten v obliki selenocisteinil ali selenometionil ostankov, medtem ko so ostale kovine vezane na proteine preko funkcijske skupine. Proteini, ki vsebujejo selen v obliki selenocisteinila, se imenujejo selenoproteini, medtem ko se proteini, ki vsebujejo selenometionil, imenujejo selen vsebujoči proteini (Suzuki, 2005).





A) selenoprotein

B) selen vsebujoč protein

C) nespecifično  
vezana kovina

**Slika 2:** Proteini, ki vsebujejo selen (Suzuki, 2005)

Poznanih je več različnih selenoproteinov (Brown in Artur, 2001):

a.) Iz družine glutation peroksidaz (GSHPx) so znani naslednji:

- Celična ali klasična glutacion peroksidaza I. (GSHPx I)
- Plazemska ali ekstracelularna glutacion peroksidaza II. (pGSHPx)
- Fosfolipidna hidroperoksid glutacion peroksidaza III. (phGSHPx)
- Gastrointestinalna glutacionperoksidaza IV. (giGSHPx)

Pomembni so pri oksidativnih poškodbah, kjer razgrajujejo nastale perokside. Pri pomanjkanju selena je njihova funkcija oslABLJENA.

b.) Iz družine jodotironin dejodinaze, pomembnih pri sintezi in regulaciji ščitničnih hormonov, so znani naslednji:

- Tip 1 jodotironin dejodinaza
- Tip 2 jodotironin dejodinaza
- Tip 3 jodotironin dejodinaza

c.) Tioredoxin reduktaze (TR): TR sesalcev lahko katalizirajo tvorbo številnih substratov. Pomembni so tudi pri sintezi DNA, regulirajo izražanje genov, skrbijo za regulacijo celične rasti. TR lahko tudi direktno reducirajo vodikov peroksid, pa tudi organski in lipidni hidroperoksid.

d.) Selenoprotein P (Sel-P): je plazemski selenoprotein (glikoprotein)

Je glavni selenoprotein v krvi (predstavlja 60 do 70 % selena v plazmi). Njegova vloga še ni dokončno pojasnjena. Domnevajo, da sodeluje kot antioksidant v ekstracelularnih tekočinah. Sodeloval naj bi tudi pri transportu selena iz jeter v ostale organe, kjer je potreben za vključitev v ostale selenoproteine. Se-P je lahko tudi pokazatelj preskrbljenosti telesa s selenom.

e.) Selenoprotein W (Se-W): Je lociran v mišicah in ostalih tkivih, kot so možgani, testisi in vranica. Njegova funkcija še ni povsem jasna, a kaže, da je vpleten v presnovo srčne mišice. Raven Se-W se po zaužitju s selenom bogate hrane zelo hitro spremeni, zato je tudi pogojno uporaben kot biomarker.

f.) Selenofosfat sintetaza: je neobhodno potrebna kot del specifične genske kode, ki skrbi za vključitev selenocisteina v selenoproteine.

Vsi ostali selenoproteini še niso bili dokončno raziskani.

### 2.3 SELEN IN ZDRAVJE

Schwarz in Foltz (1957) sta ugotovila, da lahko natrijev selenit prepreči nekrozo jeter pri podganah, ki so trpele za pomanjkanjem vitamina E. Po tem odkritju so se vrstila raziskovanja, ki so pokazala, da je celemu nizu boleznih pri živalih vzrok pomanjkanje selena.

Keshanova bolezen je povezana s pomanjkanjem selena. Opazili so jo v prejšnjem stoletju na Kitajskem, insicer na območjih, kjer so tla zelo revna s selenom. Simptomi boleznih so vrtoglavica, slabost, izguba apetita, srčno popuščanje, srčne aritmije in povečanje srca. Bolezen prizadane predvsem otroke in ženske, ki so noseče. Ocenili so, da ljudje z dnevnim vnosom selena manjšim od 13 do 19  $\mu\text{g}$  zbolijo za Keshanovo boleznijo (Reilly, 1996).

Še ena bolezen, ki je povezana s premajhnim dnevnim vnosom selena, je Kashin Beckova bolezen. To je bolezen povečanih sklepov oziroma osteoartropatija. Bolezen se največkrat pojavlja na severu Kitajske, v severni Koreji in vzhodni Sibiriji. Na vseh teh območjih je v tleh premalo selena. Posledice boleznih so šibkost udov, okornost, otekanje in bolečine v prstnih členkih, povečanje sklepov in atrofija nekaterih progastih mišic (Reilly, 1996).

Drugi znaki pomanjkanja selena pri ljudeh so poškodbe srčne mišice, trebušne slinavke, mišična distrofija, izguba lasnega in kožnega pigmenta. Zato naj bi odrasel človek za vzdrževanje zadostnega nivoja selena v tkivih dnevno zaužil vsaj 0,42  $\mu\text{g}$  Se/kg telesne teže (Human Vitamin and mineral requirements, 2002).

Na geografskih področjih, kjer je vsebnost selena v tleh visoka, lahko pride do zastrupitve s selenom, ki jo imenujemo selenoza. Visoke koncentracije selena v krvi (več kot 100  $\mu\text{g}/\text{dL}$ ) lahko povzročijo selenozo. Najbolj tipičen znak prevelike količine zaužitega selena pri ljudeh je značilen zadah po česnu, ki se pojavlja zaradi izločanja hlapnih selenovih spojin, predvsem dimetilselenida. Ostali znaki so še bruhanje, težko dihanje ter morfološke spremembe na nohtih in izguba las (Reilly, 1996).

Organizacija WHO priporoča varno zgornjo mejo vnosa do 400  $\mu\text{g}$  Se dnevno. Večje koncentracije selena so toksične in povzročajo zastrupitve, ki se kažejo kot fibroza ledvic, nekrotična degeneracija jeter, miokardialna kongestija (Reilly, 2002).

### 2.3.1 Vloga selena v organizmu

- Zadosten vnos selena naj bi imel varovalno vlogo pred: rakom na prostati in rakom na jetrih. V kombinaciji z beta karotenom in vitaminom E ima tudi zaščitno vlogo proti raku na požiralniku. Nekateri znanstveniki trdijo, da še ni dovolj znanega o učinkih zaužitja selena kot prehranskega nadomestila in so sklepanja o antikarcinogenem delovanju selena še prezgodnja.
- Poznana je zaščitna vloga selena proti boleznim srca in ožilja.
- Selen kot antioksidant lahko pomaga pri lajšanju simptomov artritisa z zniževanjem prostih radikalov.
- Antioksidanti kot je selen pomagajo pri obrambi celic pred oksidativnim stresom, pri bolnikih z AIDs-om. Dodatek selena pacientom s to boleznijo ublaži simptome in zmanjša tveganje smrti.
- Ker je selen vpleten v veliko število biokemijskih procesov v celicah, ima po pričakovanjih tudi vlogo pri vzdrževanju imunskega sistema v telesu. (Brown in Artur, 2001).
- Selen naj bi tudi pomagal lajšati učinke staranja, saj spada med antioksidante, ki popravljajo poškodovano DNA in razgrajujejo stranske proizvode metabolizma. V raziskavi je še veliko pozitivnih vlog selena in povezav z različnimi boleznimi, kot so sladkorna bolezen, akne, astma, Parkinsonova bolezen, multipla skleroza, različne vrste raka-vih obolenj.

### 2.3.2 Priporočeni dnevni vnos selena

Selen je element, ki je pomemben za zdravje, vendar je potreben za telo le v majhnih količinah. Različne organizacije po svetu priporočajo različen dnevni vnos, ki naj bi pokrili potrebe pri ljudeh (preglednica 2). V ZDA je Inštitut za medicino pripravil Dietary Reference Intakes (DRI). To je zbirka referenčnih vrednosti hranil, ki se uporabljajo za planiranje in doseganje dnevnih vnosov pri ljudeh. DRI (2001) priporoča 55 µg selena na dan. Priporočeni dnevni vnosi so različni med starostnimi skupinami, pa tudi posebna fiziološka stanja, kot sta nosečnost in dojenje, vplivajo na povečane potrebe po tem elementu. Za Slovenijo veljajo Referenčne vrednosti za vnos hranil, ki jih je leta 2004 izdalo Ministrstvo za zdravje (preglednica 1).

**Preglednica 1:** Priporočeni dnevni vnos selena ( $\mu\text{g Se/dan}$ )

Populacijska skupina	WHO in FAO (2002) $\mu\text{g/dan}$	DRI (2001)	Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004)
<b>Dojenčki</b>			
0 do manj kot 4 mesece			5-15
0-6 mesecev	6	15	
4 do manj kot 12 mesecev			7-30
7-12 mesecev	10	20	
<b>Otroci</b>			
1-3 leta	17	20	10-40
4-6 let	22		
4-7 let		30	14-45
7-9 let	21		20-50
9-13 let		40	
10 do manj kot 13 let			25-60
<b>Mladostniki</b>			
deklice 10-18 let	26	55	
fantje 10-18 let	32	55	
13 do manj kot 15 let			25-60
14-18 let			
<b>Mladostniki in odrasli</b>			
15 do manj kot 19 let			30-70
19 do manj kot 25 let			30-70
19-30 let			
19 do manj kot 51 let			30-70
ženske 19-65 let	26	55	
moški 19-65 let	34	55	
25 do manj kot 51 let			30-70
31-50 let			
51 do manj kot 65 let			30-70
51-70 let			
ženske nad 65 let	25	55	
moški nad 65 let	33	55	
<b>Nosečnice</b>			
2. trimesečje	28		
3. trimesečje	30		
<b>Doječe matere</b>			
0-6 mesecev po porodu	35		
7-12 mesecev po porodu	42		

Za ocenitev vnosa selena se v praksi uporabljajo različne metode (metoda potrošniške košarice, študija vsebnosti selena v posameznih živilih in analiza parnih obrokov). Ocenitev stanja selena na temelju njegovega vnosa s hrano je težavna zaradi različnih oblik selena, ki se nahajajo v hrani. Koncentracija selena v organih odraža njegov vnos s hrano. Koncentracija selena oziroma njegovih metabolitov v urinu se z vnosom spreminja hitreje kot v katerikoli drugi telesni tekočini. Zato je urin lahko zelo dober pokazatelj trenutnega stanja selena. Odkritje, da je glutation peroksidaza selenoencim, je omogočilo merjenje funkcionalnega biokemijskega parametra, ki je odvisen od selena. Aktivnost selenoodvisne GSHPx se lahko meri v plazmi, eritocitih ali trombocitih (Finley, 2006).

### 2.3.3 Vnos selena s hrano

V preglednici 2 so navedeni podatki o dnevni količinah zaužitega selena v nekaterih državah. Avtorji Reilly (1996) in Combs in Combs (1986) ne navajajo metode, s katero so ocenjevali dnevni vnos selena.

V Sloveniji so dnevni vnos selena ugotavljali Pokorn in sodelavci v letih 1988-1989 in leta 1992 v domovih za starejše občane v celodnevni obroki hrane. V letih 1988-1989 so določili povprečen vnos selena 40 µg pri kalorični vrednosti obroka 8,12 MJ. V raziskavo je bilo vključenih 7 domov za starejše občane v Ljubljani. Leta 1992 so določili manjši povprečen vnos selena, to je 30 µg, pri kalorični vrednosti 7 MJ. V to raziskavo pa so zajeli 51 domov za starejše občane širom Slovenije. Rezultati so pokazali, da selena v prehrani v domovih za starejše občane primanjkuje. Temu je lahko vzrok manj kalorična hrana, ki jo potrebujejo starejši ljudje (Pokorn in sod. 1991).

Smrkoljeva je s sodelavci (2005) določala dnevni vnos selena v obrokih vojaške hrane v 4 slovenskih vojašnicah. V obrokih so določili povprečno 87 µg selena/dan (od 34 do 163 µg/dan). Povprečna kalorična vrednost obroka je bila 15,8 MJ. S to raziskavo so dokazali, da je povprečen dnevni vnos selena ustrezal priporočeni vrednosti, ki je 55 µg/dan. Smrkoljeva še ugotavlja, da lahko do nezadostnega vnosa selena pride ob manjšem kaloričnem vnosu. Navaja še, da je z uravnoteženo prehrano vnos selena zadosten (1-krat tedensko ribe in 1-krat tedensko ribji izdelki) (Smrkolj in sod., 2005).

Na Hrvaškem je ocenjeni dnevni vnos selena podoben kot v Sloveniji, kar je razvidno tudi iz preglednice 2. Klapac in sod. (1998) so določali vnos selena v sedmih celodnevni obroki hrane. Matek in sod. (2000) so dnevni vnos selena prav tako določili v celodnevni obroki hrane.

**Preglednica 2:** Dnevne količine selena zaužitega, s hrano ( $\mu\text{g}/\text{osebo}/\text{dan}$ )

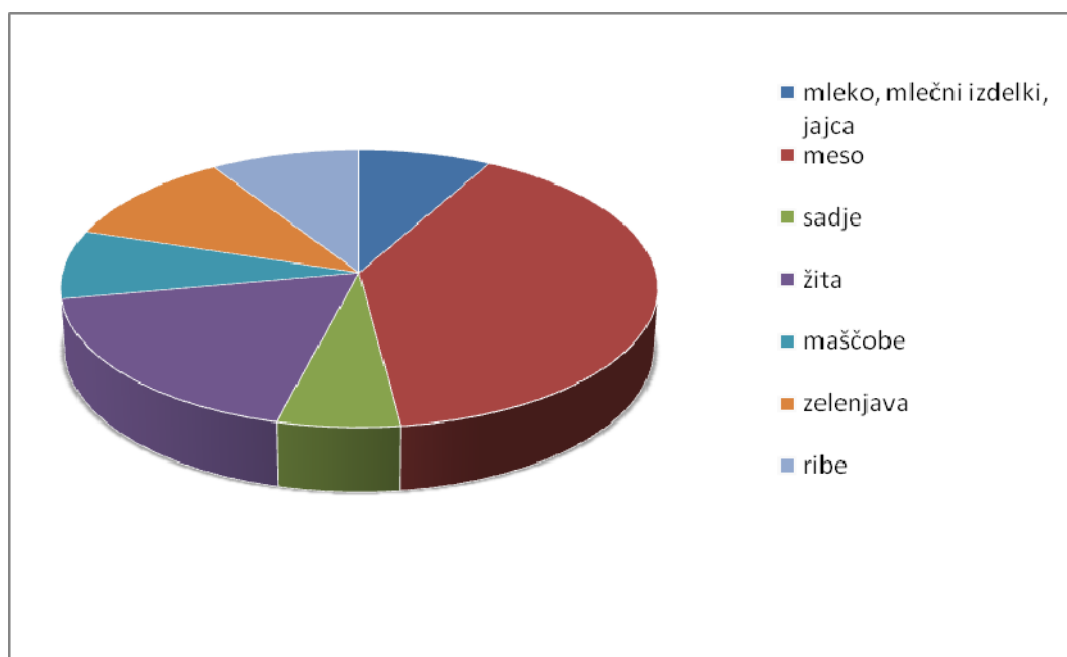
Država	Vnos selena ( $\mu\text{g}/\text{osebo}/\text{dan}$ )	Viri
Avstralija	57-87	Reilly, 1996
Belgija	30	
Brazilija	60	
Egipt	29	
Francija	47	
Finska	113	
Grčija	110-220	
Italija	49	
Japonska (z ribami bogata hrana)	500	Combs &Combs, (1986)
Japonska (tipična hrana)	100	Combs &Combs, (1986)
Kanada	98-224	Reilly, 1996
Kitajska (območje s selenozo)	4490	Combs &Combs, (1986)
Kitajska (območje s Keshanovo boleznijo)	11	Combs &Combs, (1986)
Nemčija	47	
Nizozemska	67	
Nova Zelandija	5-120	
Portugalska	10-100	
Rusija	60-80	
Slovenija	40	Pokorn in sod. (1991)
	87	Smrkolj in sod., 2005
Španija	60	
Švedska	38	
Švica	70	
Tajska	49	
ZDA	60-168	Combs &Combs, 1986
Hrvaška	27,3	Klapec in sod., (1998)
	33.9	Matek in sod. (2000)

Vsebnost selena v hrani je v glavnem odvisna od vsebnosti tega elementa v zemlji, kar pojasnjuje razlike v dnevni vnosu med državami po svetu (Reilly, 2002). Preglednica 2 kaže, da je v večini držav dnevni vnos selena okrog  $55 \mu\text{g}$ . Vendar je v predelih Evrope, Azije in Afrike veliko število ljudi, ki zaužijejo manj selena, kot je priporočeno. Glede na podatke je ocenjeno, da normalni dnevni vnos na prebivalca po svetu varira od 10 do  $200 \mu\text{g}$  Se (DRI, 2001).

## 2.4 SELEN V HRANI

Selen je prisoten v hrani večinoma v organski obliki, in sicer v hrani živalskega izvora predvsem v obliki selenocisteina, v rastlinski hrani pa v obliki selenometionina. V hrani je zelo malo anorganskega selena. Listi cvetače, rdeče pese in čebula vsebujejo anorganskega selena tudi do več kot 50 %. Različne ostale komponente selena najdemo v majhnih količinah v hrani, npr. metilni derivati selena, ki skrbijo za značilen vonj po česnu. Selen lahko uživamo tudi s prehranskimi dopolnili, kjer je v obliki selenita, selenata, selenometionina in tudi kot obogatene selenove pripravke s kvasovkami (Reilly, 1996).

Iz diagrama na sliki 3, ki je povzet po Foster in Sumar (1997), je razvidno, da veliko selena vsebujejo živila z visoko vsebnostjo beljakovin. Bogat vir so predvsem drobovina, meso, jajca in morski sadeži (razne školjke, jastogi, rakci in ostrige). Manj selena pa vsebujejo mleko, mlečni izdelki ter sadje in zelenjava. Največ selena zaužijemo ljudje z mesom, ki predstavlja okoli 40 % dnevnega vnosa selena. Z rastlinsko hrano pokrijemo le okoli 11% dnevnih potreb po selenu, saj vsebujejo živila rastlinskega izvora malo selena (Human Vitamin and mineral requirements, 2002).



**Slika 3:** Delež vnosa selena s hrano (Foster in Sumar, 1997)

Reilly (2002) navaja, da so bogat vir selena organi, kot so jetra (0,05-1,33 mg/kg), mišičnina (0,06-0,42 mg/kg) in ribe (0,05-0,54 mg/kg). Čeprav žita vsebujejo le 0,01-0,31 mg selena/kg, imajo velik prispevek k vnosu, saj jih vključujemo v večino dnevnih obrokov. Brazilski oreščki so po poročanju raziskovalcev najbogatejši naravni vir selena. Vsebujejo ga v povprečju 50 µg/g. Če vzamemo približno težo oreščka 3 g, ki ima vsebnost selena 50 µg/g, potem je potrebno pojesti le tri oreščke, da smo zaužijemo kar 450 µg selena. To pa je še varen maksimalen vnos, za odraslega človeka (Reilly, 2002).

V preglednici 3 so zbrani podatki o vsebnosti selena v različnih živilih v raznih državah. Razvidna je različna vsebnost selena v hrani, glede na zemljepisni položaj, kar je posledica nihanja vsebnosti selena v tleh. Poznana so območja z deficitom selena in območja s presežkom selena v tleh. Območij z deficitom je več, zato je tudi vsebnost selena v živilih manjša (Oldfield, 2002).

**Preglednica 3:** Vsebnost selena v posameznih skupinah živil v raznih državah ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )

Država	Hrana	Vsebnost selena ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Vir
Avstralija	žita	1,0– 20,3	McNaughton & Marks (2002)
	sadje in zelenjava	do 3,27	
	ribe	12,0 – 63,2	
	meso	4,75 – 37,9	
	jajca	9,00 – 41,4	
	mleko & mlečni izdelki	2,00 – 7,89	
Slovaška republika	žita	15 -32 ng/g	Kadrabova in sod., (1997)
	sadje in zelenjava	0,3 – 129,0	
	ribe	ng/g	
	meso	do 521 ng/g	
	jajca	18- 231 ng/g	
	mleko & mlečni izdelki	215 ng/g do 40 ng/g	
Velika Britanija	žita	1,7-9,2	Barclay in sod., (1995)
	sadje in zelenjava	0,2-1,6	
	ribe	19,0-84,0	
	meso	3,8-145,0	
	jajca	/	
	mleko & mlečni izdelki	1,0-8,0	
Tajska	žita (riž)	5,0	Sirichakwal in sod., (2003)
	sadje in zelenjava	0,6-1,2	
	ribe in morski sadeži	45	
	meso	18,2	
	jajca	40,2	
	mleko & mlečni izdelki	6,4	

Na voljo je več načinov, s katerimi lahko povečamo vsebnost selena v živilih rastlinskega in živalskega izvora. V svojo prehrano lahko vključimo več živil, bogatih s selenom kot npr. brazilske oreščke, meso, ribe in žita.

Potekajo tudi raziskave o razvoju selenoakumulirajočih kultivarjev rastlin, tako z uporabo različnih tehnik gojenja teh rastlin, kot tudi z uporabo genskega inženiringa (Reilly, 1998).

Na splošno je tudi pšenica pomemben vir selena, saj je ocenjeno, da je ponekod polovica vnosa selena s tem žitom. Občutljivost populacije na spremembo vsebnosti selena v pšenici se je očitno pokazala v Veliki Britaniji. Potem, ko so sredi osemdesetih let prejšnjega stoletja zamenjali pšenico iz ZDA z visoko koncentracijo selena s pšenico iz Evrope z nizko koncentracijo selena, se je koncentracija selena v krvi znižala za okoli 50 % (Lyons in sod., 2005). Verjetno je najboljša metoda, ki so jo uporabili na Finskem, kjer so selenat dodajali v mineralna gnojila.

#### 2.4.1 Selen v mesu in mesnih izdelkih

Meso in mesni izdelki so bogati naravni viri selena.

Selen dobivajo živali s krmo, vendar je vsebnost selena v krmnih rastlinah večinoma majhna ( $< 0,1\mu\text{g}/\text{g}$ ) (Combs in Combs, 1986). Vsebnost tega elementa v zemlji in posledično v hrani niha glede na posamezna področja, saj je porazdelitev selena v tleh odvisna od klimatskih razmer, vrste in izvora tal.



Vsebnost selena lahko v mesu povečamo tako, da živali krmimo s krmo, pridelano na področjih, bogatih s selenom, ali da selen dodajamo v krmne mešanice. Potrebe po selenu so pri živalih večje od njegove vsebnosti v krmi. Glede na raziskave, opravljene v preteklosti, vsebuje krma v Sloveniji malo selena. Stekar in Muck (1971) sta v raziskavi določili 0,005–0,188 mg Se/kg, v koruzi 0,007–0,058 mg/kg, v ječmenu pa 0,011–0,084 mg Se/kg. Dermelj in sodelavci (1991) so določili 0,040 mg Se/kg v koruzi in 0,061 mg/kg v ječmenu. Z dodajanjem selena v krmo se zagotovi priporočen dnevni vnos za domače živali.

Dodajanje selena v obliki Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> (natrijev selenat) in Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> (natrijev selenit) v krmo je bilo v Sloveniji dovoljeno s Pravilnikom o kakovosti krme (1989). Leta 2003 je stopil v veljavo Pravilnik o kakovosti, označevanju in pakiranju krme v prometu. Po tem pravilniku dovoljena količina selena v krmnih mešanicah znaša 0,5 mg/kg.

V spodnjem odstavku so razvidne vsebnosti selena, ugotovljene v uradnih vzorcih krme in surovin, ki so bili odvzeti v okviru Programa nadzora in monitoringa krme v obdobju od leta 2005 do 2007. Analitična metoda, ki je bila uporabljena, je bila HG-AFS. Najvišja predpisana vsebnost selena za vse vrste oz. kategorije živali je 0,5 mg/kg popolne krmne mešanice z vsebnostjo vode 12 % (Mohorko, 2008).

V sedmih vzorcih surovin so določili od  $0,148 \pm 0,014$  do  $0,494 \pm 0,011$  mg Se/kg. Krmne mešanice so vsebovale od  $0,019 \pm 0,001$  do  $0,63 \pm 0,015$  mg Se/kg, (n = 11). Krmne mešanice za govedoso vsebovale od  $0,069 \pm 0,003$  do 0,81 mg Se/kg, (n = 10), krmne mešanice za svinje od  $0,186 \pm 0,005$  do  $0,414 \pm 0,010$  mg Se/kg, (n = 9), krmne mešanice za perutnino od  $0,14 \pm 0,005$  do 0,77 mg Se/kg, (n = 8), krmne mešanice za kunce od 0,18 do 0,45 mg Se/kg, (n = 2). Ugotovimo, da vzorci surovin, krmnih mešanic za svinje in za kunce ustrezajo Pravilniku (do 0,5 mg Se/kg). Med vzorci krmnih mešanic, krmne mešanice za govedo in krmne mešanice za perutnino je bila v nekaterih vzorcih dovoljena vsebnost selena presežena. V hrani za ribe so določili  $0,741 \pm 0,003$  mg Se/kg.

Raziskavo o vplivu dodanega selena v krmo na vsebnost selena v mesu so delali Smrkolj s sodelavci leta 2003. Zajeli so lisasto in rjavo pasmo bikov. Krmni obrok je vseboval različne količine selena (0,4 mg Se/dan oz. 4,4 mg Se/dan). Vsebnost selena so analizirali v dvoglavni stegenski mišici oziroma črnemu kraju (*m. biceps femoris*) in dolgi hrbtni mišici (*m. longissimus lomborum*). Vrednosti so bile od 33 do 39 ng/g svežega vzorca in od 130–150 ng/g svežega vzorca, odvisno od količine selena, ki so ga med poskusom dodajali v krmo živali. Dokazali so, da na vsebnost selena v mesu vpliva dodajanje selena v krmo oz. krmne mešanice. Prišli so tudi do zaključka, da bi bilo potrebno redno spremljati vsebnost selena v krmnih mešanicah in živilih živalskega izvora. Meja med esencialnostjo in toksičnostjo selena je zelo ozka (0,1–1 mg/kg) (Smrkolj in sod., 2003).

Smrkoljeva in sod. (2005) so ugotavljali tudi vsebnost selena v ribah (153–686) ng/g, v piščančjem mesu (97–154 ng/g) in v puranjem mesu (99–116 ng/g).

Analize selena v ribah in ribjih izdelkih je v diplomskem delu opravila Volk (2006). Ugotovila je, da je koncentracija selena v svežih ribah v območju od 8,5 do 99,7 µg/100g, v ribjih izdelkih pa od 20,6 do 117,9 µg/100g. Ti rezultati se ujemajo z literaturnimi podatki. Podobno raziskavo so delali v ZDA. Ugotovili so, da je vsebnost selena v govedini odvisna od količine selena, ki se dodaja v krmo in od porekla živali (ali izvirajo s področij, revnih

ali bogatih s selenom). Prav tako so dokazali, da se sprememba količine selena v krmi izredno hitro odraža v vsebnosti selena v mišicah. Največje povečanje je bilo opaziti pri živalih, ki so izhajale s področij, ki so revna s selenom (Hintze in sod., 2002).

V preglednici 4 so primerjane vsebnosti selena v govejem mesu v različnih državah, vključno s Slovenijo. Vidimo, da se vrednosti precej razlikujejo glede na geografsko področje. Avtorji teh analiz ne navajajo vsebnosti selena v krmi.

**Preglednica 4:** Primerjava vsebnosti selena v govejem mesu (povzeto po Smrkolj s sod., 2003)

Država	Vsebnost selena (ng/g)	Reference
ZDA	200	Hintze in sod. , 2002
Egipt	21	Hussein in Bruggeman, 1999
Slovaška	28	Kadrabova in sod. 1997
Velika Britanija	76	Barclay in sod., 1995
Avstralija	42-142	Tinggi, 2003
Slovenija	35, 143	Smrkolj in sod., 2003

Prehranske navade Slovencev glede uživanja mesa in mesnih izdelkov je raziskala Koch (1997).

Na podlagi ankete je ugotovila, da več mesa in mesnih izdelkov v povprečni dnevni prehrani zaužijejo moški. V skupinah, razdeljenih glede na starost, je večja dnevno zaužita količina mesa med 25 do 45 leti, mesnin pa nekoliko več zaužije skupina med 18 in 25 letom. Med skupinami prebivalcev, ki so razdeljeni glede na izobrazbo, je ugotovljeno, da največ mesa zaužijejo ljudje z osnovnošolsko in poklicno izobrazbo, najmanj pa v skupini z visokošolsko izobrazbo, tudi mesnin pojedjo več ljudje z osnovno šolo. Mnogo več mesa zaužijejo ljudje v vaškem tipu naselja, pa tudi tisti, ki imajo indeks telesne mase višji. Pokazalo se je, da odrasli prebivalci Slovenije povprečno dnevno zaužijejo 112,8 g mesa in 70,6 g mesnin (Koch, 1997).

Podatki o letni porabi mesa in mesnih izdelkov na prebivalca so zbrani v statističnem letopisu Slovenije (2005). V letu 2005 naj bi v Sloveniji letno zaužili 42,6 kg mesa in mesnih izdelkov. To je blizu vrednosti, ki jo je leta 1997 ocenili Čepin s sodelavci. Predvideli so, da je letna poraba mesa, mesnih izdelkov, vključno z ribami 44,2 kg. Oceno so podali na osnovi podatkov o prireji, izvozu in uvozu mesa (Čepin in sod., 1997).

Podatki o porabi mesa v Sloveniji so zbrani v preglednici 5. Opazimo, da je trend porabe mesa do leta 2005 naraščal. V letu 2000 smo v Sloveniji zabeležili prvi primer bolezni BSE. Po podatkih agencije GfK Gral so se slovenski potrošniki na pojav te bolezni odzvali mirno in večjega upada porabe govejega mesa ni bilo opaziti (<http://www.gfk.si/lnovice.php?NID=346>, 2001).

### Preglednica 5: Podatki o porabi mesa v preteklih letih v Sloveniji

Leto	Poraba mesa/prebivalca/leto (kg)	Vir
1990	34,8	SLS
1995	30,4	SLS
1995/1996	41,6	Koch (1997)
1997	44,2	Čepin in sod., (1997)
1998	38,8	SLS
2000	36,3	SLS
2001	34,1	SLS
2002	33,9	SLS
2005	42,6	SLS

## 2.5 DOLOČANJE SELENA V HRANI

Določanje selena v hrani je težavno delo. Kritična faza je samo vzorčenje hrane, saj je zaradi njene sestave težko zagotoviti homogen in reprezentativen vzorec. Vzorci živil imajo kompleksno zgradbo, zato je potrebno doseči popoln razkroj, hkrati pa je potrebno preprečiti izgube zaradi nastanka hlapnih selenovih spojin. Za detekcijo selena so primerne le metode z nizko mejo zaznavnosti, ker hrana vsebuje malo selena (Combs in Combs, 1986).

### Vzorčenje in shranjevanje vzorcev

Selena je v bioloških vzorcih običajno zelo malo (ng/g do µg/g), zato je zelo pomembno, da so izgube med vzorčenjem in shranjevanjem vzorcev čim manjše. Postopek vzorčenja je v mnogih pogledih najpomembnejši korak pri določanju elementov v sledovih. Ker selen nastopa v zelo nizkih koncentracijah, so biološki vzorci, kot je meso, občutljivi na kontaminacijo. Do izgub lahko pride zaradi hlapnih selenovih spojin, zaradi adsorpcije na stene posode ter zaradi nekontroliranih sprememb v oksidacijskem številu analita (Dědina, 1995). Z nakisanjem vzorcev preprečimo adsorpcijo selena na stene embalaže. Najpogosteje uporabimo mineralni kislini HCl in HNO<sub>3</sub>, hkrati pa se z njuno uporabo zmanjša tudi izluževanje mikroelementov iz teflonskih in steklenih embalaž. Da se izognemo kontaminaciji, je za shranjevanje vzorcev najbolje uporabiti termoplastične materiale (teflon, polietilen, polipropilen). Termoplastični materiali odbijajo vodo od svoje površine, to pa omejuje transport ionov.

### Razkroj bioloških vzorcev

Razkroj vzorcev je ena najbolj kritičnih stopenj določanja selena. Manjše izgube nastopijo, kadar razkroj vzorcev poteka pri previsoki temperaturi ali pri podaljšanem segrevanju. Te izgube pripisujejo nastanku hlapnih selenovih kloridov ali oksikloridov ter delni redukciji Se<sup>6+</sup> v Se<sup>0</sup> (Dědina, 1995).

Poznamo suh razkroj, kjer vzorec upepelimo s segrevanjem pri visoki temperaturi in ob prisotnosti zraka. Ta postopek za selen ni primeren, saj pride do izgub zaradi hlapnosti spojin elementa med segrevanjem. Bolj primeren za selen je mokri postopek. Za ta razkroj najpogosteje uporabljamo anorganske kisline. Uporaba kislinske mešanice je odvisna od narave analiziranega vzorca. Moker razkroj se odvija ali v odprtih ali v zaprtih sistemih. Za

selen je bolj primeren razkroj v zaprtem sistemu, saj lahko v odprtem sistemu pride do kontaminacije iz zraka, izgub zaradi izhlapevanja ali do emisije škodljivih plinov.

## 2.5.1 Metode za določanje selena

Koncentracija selena v vzorcu je najpomembnejši dejavnik pri odločitvi, katero analizo metodo bomo uporabili. Pomembna je tudi hlapnost elementa, prisotnost motečih zvrsti, zahteva po natančnosti in zanesljivosti, oprema, ki je na voljo, čas in stroški (Foster in Sumar, 1995).

Kot najpogosteje uporabljene metode za določanje selena v hrani so fluorimetrija, hidridna tehnika atomske absorpcijske spektrometrije (HG-AAS), elektrotermična atomska absorpcijska spektrometrija (ET-AAS), atomska emisijska spektroskopija z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-AES) in induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo (ICP-MS). V zadnjem času se vse več uporablja hidridna tehnika atomske fluorescenčne spektrometrije (HG-AFS), predvsem zaradi velike občutljivosti in relativno poceni opreme (Cava-Montesinos in sod., 2003).

### 2.5.1.1 Hidridna tehnika atomske fluorescenčne spektrometrije (HG-AFS)

Atomska fluorescenčna spektrometrija se pogosteje uporablja šele v zadnjem času, predvsem zaradi razvoja primerno intenzivnega izvora za vzbujanje in zaradi odkritja primerne separacijske tehnike. Najpogostejša separacijska tehnika je v bioloških in okoljskih materialih hidridna tehnika. Hidridna tehnika v povezavi z AFS zagotavlja visoko občutljivost, saj vključuje ločitev analita od osnove (Vandecasteele in Block, 1993).

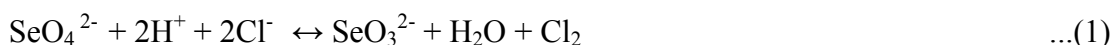
### Hidridna tehnika

Hidridna tehnika atomske fluorescenčne spektrometrije se uporablja za določitev elementov v sledovih, kot so Se, As, Sn in Te. Osnova te tehnike je nastanek hlapnega hidrida selena, na podlagi katerega ga ločimo od osnove vzorca. Nosilni plin nato odnese hidrid in presežek vodika v plamen vodika. Tu, v tako imenovanem atomizatorju hidrid razpade in nastali atomi selena fluorescirajo svetlobo karakteristične valovne dolžine. To svetlobo nato zazna atomski fluorescenčni detektor (Dedina, 1995).

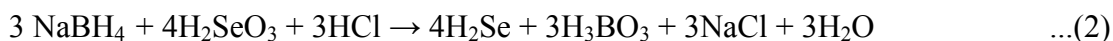
Hidridna tehnika je sestavljena iz dveh procesov:

- sprostitvev hidrida iz raztopine vzorca (pretvorba analita v nakisanem vzorcu do hidrida in pretvorba v plinsko fazo);
- prenos sproščenega hidrida s tokom nosilnega plina do atomizatorja (Dedina, 1995).

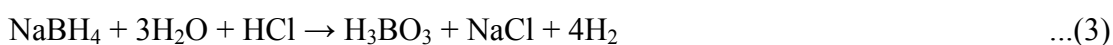
Po razkroju je selen največkrat v oksidacijskem stanju Se (VI). Za tvorbo hidridov (H<sub>2</sub>Se), pa mora biti selen v obliki Se (IV), zato je potrebna predhodna redukcija. Največkrat se kot reductent uporablja HCl (Dedina, 1995). Redukcija Se (VI) v Se (IV) poteka po enačbi:



Za tvorbo hidridov se najpogosteje uporablja redukcijski reagent natrijev tetrahidridoborat ( $\text{NaBH}_4$ ). Ta reagent je nestabilen, zato ga je potrebno pripravljati dnevno in stabilizirati v alkalni raztopini ( $\text{NaOH}$ ) ter ga hraniti pri nizkih temperaturah.  $\text{NaBH}_4$  pri nizkem pH razpade in tako se Se (IV) reducira do  $\text{H}_2\text{Se}$ :



Hidrid ločimo od raztopine v plinsko-tekočinskem separatorju. Nosilni plin nato nastali hidrid odnese v atomizer, hkrati pomaga tudi pri sproščanju hidrida iz vzorca. Kot nosilni plin uporabljajo zrak, dušik ali argon. Do nastalega hidrida mora biti nosilni plin inerten. Pri prenosu pomaga tudi vodik, ki nastane iz presežka reagenta (Dedina, 1995):



Pred vstopom plina v atomizer je potrebno sušenje. Kot sušilni plin uporabimo zrak, dušik ali argon. Hidrid nato atomiziramo v plamenu vodika. Vzbujeni atomi pri prehodu v osnovno stanje oddajajo svetlobo, ki jo zazna fotopomnoževalka (Dedina, 1995). Zaradi vpliva sestavin vzorca na signal nastanejo pri hidridni tehniki nespektralne motnje, ki jih delimo na:

- motnje v plinasti fazi, ki jih povzročajo hlapne zvrsti (hidridi in druge spojine) in kapljice v toku plina hidridnega generatorja. Te motnje so lahko neposredne ali pa zakasnele med prenosom ali v atomizatorju.
- motnje tekoče faze pa nastanejo zaradi sprememb v hitrosti sproščanja hidrida iz tekoče v plinsko fazo in zaradi manjše učinkovitosti sproščanja hidrida.

Motnje lahko zmanjšamo na več načinov, in sicer:

- z razredčitvijo vzorca,
- z metodo standardnega dodatka,
- z odstranitvijo motečih komponent,
- s pravilno izbiro kemijskih in instrumentalnih pogojev pri tvorbi hidrida na osnovi poznavanja mehanizma delovanja motečih komponent (Dedina, 1995).

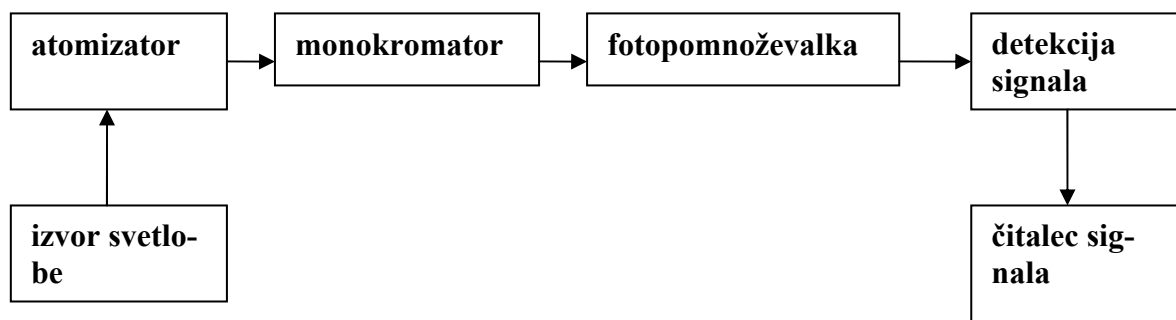
### Atomska fluorescenčna spektrometrija (AFS)

Atomska fluorescenčna spektrometrija (AFS) se pogosteje uporablja šele v zadnjem času, in sicer zaradi razvoja primerno intenzivnega izvora za vzbujanje atomov. AFS združuje atomsko emisijsko spektrometrijo s širokim linearnim območjem in atomsko absorpcijsko spektrometrijo z dobro selektivnostjo.

Princip AFS je absorpcija svetlobe, ki jo prosti atomi absorbirajo iz črtastega ali kontinuirnega izvora, pri prehodu iz vzbujenega v osnovno stanje pa fluorescirajo.

Na sliki 4 je shematski prikaz fluorescenčnega spektrometra. Atomski fluorescenčni spektrometer je ponavadi sestavljen iz enakih komponent kot atomski absorpcijski spektrometer, le da fluorescirano svetlobo merimo pravokotno na vstopno svetlobo. Intenziven izvor svetlobe je usmerjen na atomizator. Primeren izvor mora biti stabilen in mora predstavljati

dovolj močan izvor svetlobe, katere valovna dolžina je značilna za element. AFS meritve potekajo v plamenskem atomizatorju s pretočnim vnosom vzorca. Učinkovitost atomizacije in emisija ozadja sta odvisni od vrste plamena (Ar, H<sub>2</sub>, zrak-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>...). Fluorescirana svetloba se pri AFS širi na vse smeri, merimo jo z detektorjem, le-ta je nameščen pravokotno na smer svetlobe iz vira za vzbujanje. Detektorski sistem je ponavadi fotopomnoževalka (Vandecasteele in Block, 1993).



**Slika 4:** Shema atomskega fluorescenčnega spektrometra (Vandecasteele in Block, 1993)

#### 2.5.1.2 Validacija analizne metode (Skoog, 1988)

Validacija je dokumentiran postopek preizkuševanja in potrjevanja, da katerikoli material, proces, postopek, aktivnost, sistem, oprema ali mehanizem, uporabljen v proizvodnji in kontroli doseže predpisane rezultate.

Za validacijo analiznih metod uporabljamo različne parametre. Eden izmed njih je **pravilnost (točnost)**. Pravilnost metode pove, kako je rezultat, dobljen z razvito metodo, blizu prave oziroma sprejete vrednosti. Pravilnost določamo s pomočjo certificiranih referenčnih materialov ali s primerjavo z neko drugo neodvisno metodo.

Drug parameter je **natančnost**, ki pove, za koliko rezultati med seboj nihajo. Podamo jo kot **ponovljivost**, ki jo določimo, ko primerjamo rezultate, izmerjene pri ponovljivih pogojih. Ponovljivost največkrat izrazimo s standardnim odmikom ponovljivosti (SD) in relativnim standardnim odmikom ponovljivosti (RSD).

**Obnovljivost** je natančnost rezultatov, dobljenih pri merjenju istega analita v spremenjenih pogojih (druga metoda, analitik, laboratorij, drugačna instrumentacija, drug kraj, daljše časovno obdobje). Izrazimo jo s standardnim odmikom obnovljivosti (SD) in relativnim standardnim odmikom obnovljivosti (RSD).

**Linearnost** določimo tako, da izmerimo standardne raztopine različnih koncentracij in izračunamo regresijsko premico po metodi najmanjših kvadratov.

**Meja zaznavnosti** je tista minimalna koncentracija ali masa merjene komponente, ki jo je še mogoče zaznati. Izračuna se kot 3-kraten standardni odmik vrednosti slepega vzorca ter deli z naklonom umeritvene krivulje (Skoog, 1988).

### 3 MATERIALI IN METODE

#### 3.1 MATERIALI

##### 3.1.1 Vzorci

Pri diplomskem delu smo določali vsebnost selena v 150 vzorcih mesa in mesnih izdelkov. Meso je bilo slovenskega porekla, vzorčeno na slovenskem tržišču. Vzorčenje so opravili sodelavci katedre za tehnologijo mesa in gotovih jedi Oddelka za živilstvo na Biotehniški fakulteti v letu 2005. V okviru diplomskih nalog so bile izvedene tudi druge fizikalno-kemijske analize mesa (Majcen, 2006), (Križnar, 2005), (Kerčmar, 2005), (Maček, 2005), (Absec, 2005).

Slovenski predelovalci mesa so v tekstu označeni z velikimi črkami.

##### 3.1.1.1 Vzorčenje svinine

Analizirali smo 18 vzorcev svinine (preglednica 6). Živali so bile iz konvencionalne reje, razred E. Razred E pomeni stopnjo mesnatosti polovic (Bučar, 1997). Masa trupov je bila od 80 do 85 kg.

##### **Preglednica 6:** Seznam vzorcev svinine

Število vzorcev	Predelovalec	Anatomski del mišica
1	A	TB - pleče-debelo pleče ( <i>m. triceps brachii</i> )
3	B	
1	C	
1	D	
1	A	LL - kare brez krovne maščobe ( <i>m. longissimus lumborum</i> )
3	B	
1	C	
1	D	
1	A	notranje stegno ( <i>m. semimebranosus</i> ) BF - zunanje stegno ( <i>m. biceps femoris in m. semitendinosus</i> ) križ ( <i>m. gluteus superficialis, medius, profundus</i> )
3	B	
1	C	
1	D	

##### 3.1.1.2 Vzorčenje mesa mlade govedine

V analizo smo zajeli 18 vzorcev mesa mlade govedine bikov rjave pasme, ki so bili stari okrog 20 mesecev (preglednica 7). Imeli so približno 580 kg in so spadali v razred E3. Razred E pomeni stopnjo mesnatosti polovic, oznaka 3 pa pomeni stopnjo zamaščenosti. E3 je najvišja kakovost klavnih polovic (Bučar, 1997).



### Preglednica 7: Seznam vzorcev mesa mlade govedine

Število vzorcev	Predelovalec	Anatomski del (mišica)
6	E	TB - pleče ( <i>m. triceps brachii</i> )
6	E	LL - ledveni del hrbta ( <i>m. longissimus lumborum</i> )-
6	E	notranje stegno ( <i>m. semimebranosus</i> ) BF - zunanje stegno ( <i>m. biceps femoris in m. semitendinosus</i> ) križ ( <i>m. gluteus superficialis, medius, profundus</i> )

#### 3.1.1.3 Vzorčenje jagnjetine

Vzorcev jagnjetine je bilo 18 (preglednica 8). Živali so bile pasme JSR (oplemenjena jezersko-solčavska pasma). Imele so okrog 50 kg in so bile stare 120 dni.

### Preglednica 8: Seznam vzorcev jagnjetine

Število vzorcev	Predelovalec	Anatomski del mišica
6	F	TB - pleče-debelo pleče ( <i>m. triceps brachii</i> )
6	F	LL - kare brez krovne maščobe ( <i>m. longissimus lumborum</i> )
6	F	notranje stegno ( <i>m. semimebranosus</i> ) BF - zunanje stegno ( <i>m. biceps femoris in m. semitendinosus</i> ) križ ( <i>m. gluteus superficialis, medius, profundus</i> )

#### 3.1.1.4 Vzorčenje kunčjega mesa

Vzorci kunčjega mesa so izvirali od živali linije križancev SIKA. Ob zakolu so imeli povprečno 1,2 kg in so bili stari okrog 90 dni.

### Preglednica 9: Seznam vzorcev kunčjega mesa

Število vzorcev	Predelovalec	Anatomski del (mišica)
6	G	zadnji del (hrbet -ledveni del) + zadnje noge)

### 3.1.1.5 Vzorčenje piščančjega mesa

Analizirali smo skupno 29 vzorcev piščančjega mesa (preglednica 10). Piščanci so bili pasme ROSS, iz konvencionalne reje. Vzorci so bili iz različnih anatomskih delov, s kožo ali brez.

**Preglednica 10:** Seznam vzorcev piščančjega mesa

Število vzorcev	Predelovalec	Anatomski del (mišica)
2	H	piščančje prsi s kožo
2	I	
2	J	
2	H	piščančja bedra s kožo
2	I	
2	J	
2	H	piščančje prsi brez kože
2	I	
2	J	
2	H	piščančja bedra brez kože
2	I	
2	J	
5	K	piščančja krila

### 3.1.1.6 Vzorčenje puranjega mesa

Analizirali smo devet vzorcev puranjega mesa brez kože, in sicer puranje prsi in puranja bedra (preglednica 11). Purani so bili iz konvencionalne reje.

**Preglednica 11:** Seznam vzorcev puranjega mesa

Število vzorcev	Predelovalec	Anatomski del (mišica)
2	L	puranje prsi brez kože
2	I	
3	L	puranja bedra brez kože
2	I	

### 3.1.1.7 Vzorčenje rib

V analizo je bilo vključenih 12 vzorcev rib. Šest vzorcev sardel je bilo iz Jadranskega morja, analizirali smo jedilni del rib s kostmi, brez glave in drobovine. Pri šestih vzorcih gojenih postrvi sorte Šarenka, smo analizirali jedilni del rib, brez glave, drobovine in kosti.

### Preglednica 12: Seznam vzorcev rib

Število vzorcev	Predelovalec	Vrsta ribe
6	M	sardele
6	N	postrvi

#### 3.1.1.8 Vzorčenje mesnih izdelkov

V analizo mesnih izdelkov je bilo vključenih osem različnih izdelkov, skupaj 40 vzorcev različnih slovenskih predelovalcev. V tabeli 13 so vzorci razvrščeni po surovinah, iz katerih so ti izdelki narejeni, in sicer najprej pršut - izdelek iz svinjskega mesa, nato klobase oziroma salame, narejene iz različnih vrst mesa in na koncu izdelki iz piščančjega mesa. Kuhan pršut je bil I. kategorije, kranjska klobasa je bila narejena po Pravilniku, prav tako zimska salama in klasične hrenovke (Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov, 2004). Piščančje prsi v ovitku so imele oznako "Varuje zdravje".

### Preglednica 13: Seznam mesnih izdelkov

Število vzorcev	Predelovalec	Vrsta izdelka	Tip izdelka po Pravilniku (2004)
2	O	kuhan pršut	I kategorija
2	P		
2	O	kraški pršut (mišični del pršuta)	
2	P		
2	R		
2	O	kranjska klobasa	Po pravilniku
2	P		
2	S		
2	O	zimska salama	Po pravilniku
2	P		
2	T		
2	U	šunka v ovitku	
2	O	klasična hrenovka	Po pravilniku
2	V		
2	U		
2	H	piščančja hrenovka	
2	I		
2	Z		
2	H	piščančje prsi v ovitku	"Varuje zdravje".
2	I		

#### 3.1.1.9 Certificirani referenčni material (CRM)

Za preverjanje pravilnosti določanja selena v vzorcih smo izbrali naslednje certificirane materiale:

- certificirani referenčni material (CRM) Bovine Muscle Powder, 8414,

- certificirani referenčni material (CRM) Typical diet, NIST 1548a,
- certificirani referenčni material (CRM) TORT 2- Lobster Hepatopancreas Reference Material for Trace Metals.

### 3.1.2 Reagenti

Za pripravo raztopin smo uporabljali deionizirano vodo (Milli Q, Milipore). Za razkroj vzorcev in določitev selena pa smo uporabljali kemikalije:

- koncentrirano  $\text{HNO}_3$ , 65 % (Merck, suprapur),
- koncentrirano  $\text{HCl}$ , 30 % (Merck, suprapur),
- koncentrirano  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 96 % (Merck, suprapur),
- koncentriran  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 30 % (Merck),
- $\text{NaOH}$  (Merck),
- $\text{NaBH}_4$  (Fluka),
- $\text{V}_2\text{O}_5$  (Merck),
- 100 % kadečo  $\text{HNO}_3$  (Merck, suprapur)
- raztopino  $\text{V}_2\text{O}_5$  v  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : 3,4 g  $\text{V}_2\text{O}_5$  smo redčili na 30 ml z Milli Q vodo in nato dodali 170 mL koncentrirane  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pri 4 °C, raztopino smo hranili na hladnem in temnem
- 1, 2 %  $\text{NaBH}_4$  v 0,1 mol/l  $\text{NaOH}$ : odtehtali smo 6 g  $\text{NaBH}_4$  in 2 g  $\text{NaOH}$  in ju raztopili v 500 mL Milli-Q vode, nato pa shranili na hladnem do uporabe, raztopino smo pripravili vsak dan.
- standardno raztopino Se (IV) na zalogo (11,45 µg/g): delovne standarde z nižjimi koncentracijami smo naredili z redčenjem z 0,5 M  $\text{HCl}$ , vse standardne raztopne smo hranili na hladnem. Delovne standarde s koncentracijami do 100 ng Se (IV)/g smo pripravljali dnevno, zaradi nestabilnosti raztopin.

### 3.1.3 Aparature

- analizna tehtnica (METTLER AE 240 S),
- avtomatska tehtnica (METTLER PM 460 DR),
- kuhinjski rezalnik (KENWOOD),
- grelni blok (LABO),
- atomski fluorescenčni spektrometer (EXCALIBUR, PS Analytical),
- peristaltična črpalka (ISMATEC, MCP 380),
- rekorder (SERVOGOR 102).

## 3.2 METODE DELA

### 3.2.1 Priprava vzorcev

Vzorci svinine, govedine in jagnjetine so bili pridobljeni iz treh različnih mišic, in sicer triglave nadlahtne mišice (TB) (*m. triceps branchii*), najdaljše hrbtne mišice (LL) (*m. longissimus lumborum*) in dvoglave stegenske mišice (BF) (*m. biceps femoris*).

Pretežni del vzorcev smo dobili že homogeniziran in zamrznjen pri  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Majcen, 2006), (Križnar, 2005), (Kerčmar, 2005), (Maček, 2005), (Absec, 2005).

Nekaj vzorcev mesa in mesnih izdelkov je bilo potrebno pripraviti za analizo in homogenizirati. Vzorce svinjine smo za analizo pripravili po naslednjem postopku: svežemu mesu smo najprej odstranili podkožno maščobo in vezivno tkivo. Potem smo ga sesekljali oz. homogenizirali v sekljalniku. Odvzeli smo reprezentativen homogen vzorec in ga shranili v plastičnih posodicah v zamrzovalniku pri  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Pri mesnih izdelkih je bilo potrebno odstraniti ovitek, če je bil ovitek sintetičen, in sicer pred zaužitjem (tako smo na primer naredili pri zimski salami). Kjer pa ovitek lahko zaužijemo in je iz naravnih sestavin (pri hrenovkah), ga za analizo nismo odstranili. Vzorcem, ki so vsebovali vidne dele podkožne in medmišične maščobe, smo le-te odstranili, jih nato zmleli in pripravili reprezentativen vzorec. Do analize smo jih hranili v dobro zaprtih posodicah v zamrzovalniku pri  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.2.2 Razkroj vzorcev

Vzorci mesa in mesnih izdelkov smo razkrojili v 50 ml teflonskih posodah. V te posode smo odtehtali vzorec, in sicer 0,5- 0,55 g.

Sledil je razkroj vzorcev. V teflonsko posodo z vzorcem smo dodali 1,5 mL konc.  $\text{HNO}_3$ , nato pa še 0,5 mL konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Teflonsko posodico smo zaprli in čez noč segrevali pri  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  na aluminijastem grelnem bloku. Nato smo temperaturo povišali na  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  in segrevali 1 uro. Vzorce smo nato ohladili na sobno temperaturo in dodali 4 ml konc.  $\text{H}_2\text{O}_2$  (po 2 mL, v časovnem razmiku 10 minut). Ponovno smo segrevali 30 minut pri  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ohlajenim vzorcem smo dodali 0,1 mL  $\text{V}_2\text{O}_5$  v  $\text{H}_2\text{SO}_4$  in to mešanico nato segrevali približno 20 minut, oziroma do pojave rahlo modre raztopine. Sledila je redukcija z 2,5 mL konc.  $\text{HCl}$  in segrevanje na  $100\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  minut. Ko je bil razkroj končan, smo ohlajene vzorce redčili na 20 g oziroma na 40 g, odvisno od predvidene količine selena v vzorcih. Na enak način smo pripravili tudi dva slepa vzorca, ki smo ju nato tudi redčili z Milli Q vodo. S HG-AFS smo nato določali vsebnost selena v vzorcih.

Pri vsaki seriji vzorcev smo sočasno analizirali še certificiran referenčni material (CRM), in sicer Bovine Muscle Powder in Typical diet oziroma TORT 2. CRM vzorce smo odtehtali v teflonske posode 0,2-0,23 g in nato postopali enako kot z vzorci mesa in mesnih izdelkov.

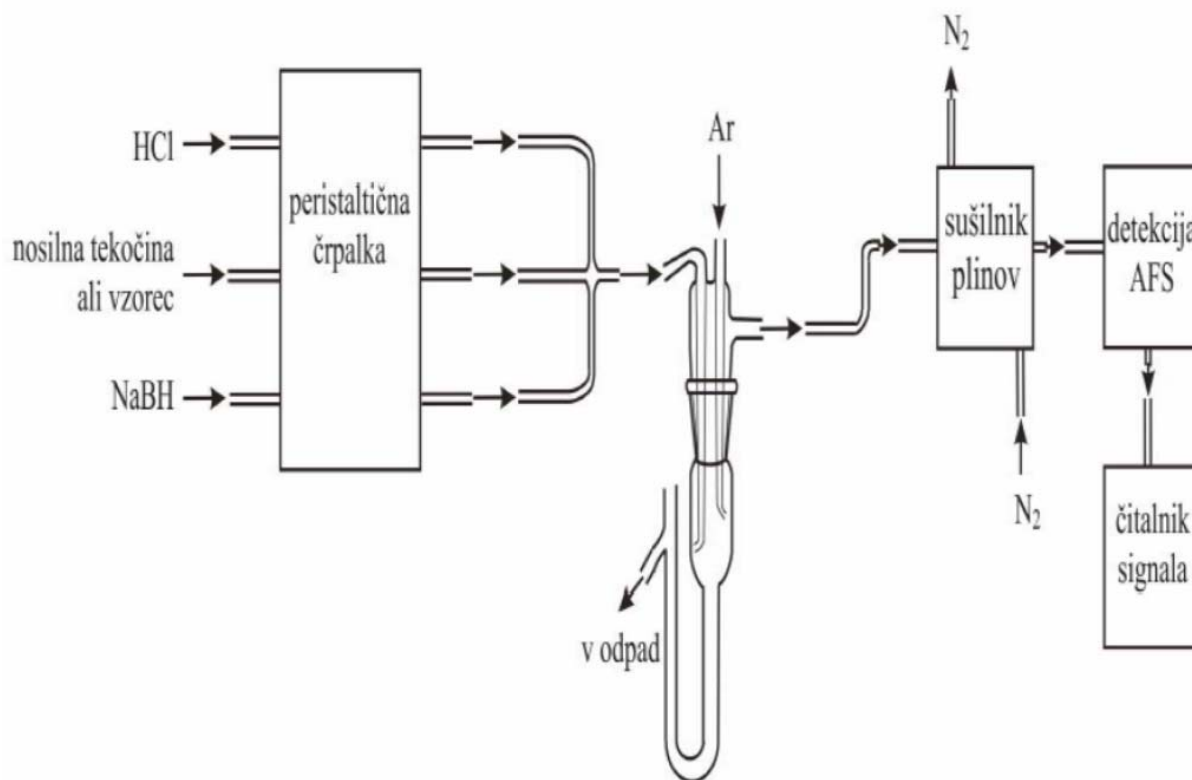
Osnovno standardno raztopino s koncentracijo  $11,45\text{ }\mu\text{g/g}$  smo pripravili tako, da smo raztopili 0,1043 g  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  s 0,5 M  $\text{HCl}$  in dopolnili do 10 ml z Milli Q vodo, nato smo redčili do 100 g. Delovne standarde raztopin z nižjimi koncentracijami smo pripravljali z redečenjem te raztopine. Tedensko smo pripravljali delovni standard s koncentracijo  $100\text{ ng Se/g}$ ,

dnevno pa smo iz tedenskega standarda pripravili 4 delovne standarde nižjih koncentracij, v območju 0,5 do 4 ng Se/g.

Uporabili smo tudi tehniko standardnega dodatka. Ves postopek od razkroja do določitve je potekal v istih teflonskih posodih.

### 3.2.3 Detekcija selena s HG-AFS

Na sliki 5 je predstavljena shema sistema HG-AFS, s katerim smo določali vsebnost selena v vzorcih.



**Slika 5:** Shema sistema HG-AFS

Merili smo pri optimalnih pogojih, ki smo jih povzeli po Mazej in sod.(2002).

Nosilna tekočina je bila 2 M HCl s pretokom 1 mL/min. Nosilna tekočina v križnem spoju je reagirala z 2 M HCl raztopino (pretok 8 mL/min). Pretoke na peristaltični črpalki smo uravnavali s cevki različnih notranjih premerov (0,76 mm, 1,02 mm, 2,06 mm) iz Tygona LFL. Povezava med injektorjem in separatorjem je bila narejena iz cevi (notranji premer 0,51 mm) in spojev PEEK-a (polietereterketon). V plinsko-tekočinskem separatorju je prišlo do ločitve plinske od tekoče faze. Argon (260 mL/min) je odnesel nastala plina H<sub>2</sub>Se in H<sub>2</sub> skozi sušilec plinov (Perma Pure Products), kjer smo kot sušilni plin uporabili dušik (3 L/min), v atomski fluorescenčni spektrometer. Nastali selenovi atomi so absorbirali svetlobo s selenove žarnice votle katode z dodatnim napajanjem. Intenzivnost fluorescirajoče svetlobe smo zabeležili z rekorderjem in nato izmerili višino vrhov.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 METODA HG-AFS ZA DOLOČANJE SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH

#### 4.1.1 Izkoristek postopka za določanje selena

Izkoristek analiznega postopka smo določili tako, da smo vzorcu z znano, predhodno določeno vsebnostjo selena, dodali različne mase standardnih raztopin selena in jih nato razkrojili v zaprtih teflonskih posodah. Vsebnost selena smo določili iz umeritvene krivulje (slika 6). V preglednici 14 so podani izkoristki postopka za različne vzorce. Povprečen izkoristek celotnega postopka je bil  $91,7 \pm 2,4$  % ne glede na osnovo vzorca.

**Preglednica 14:** Izkoristek celotnega analiznega postopka za določanje selena

Vrsta vzorca	Masa selena (ng)				Izkoristek (%)
	V alikvotu	Dodana	Pričakovana	Izmerjena	
sardele	285,3	381,3	666,6	634,5	<b>95,18</b>
	281,5	362,4	643,9	601,7	<b>93,45</b>
	274,2	709,8	983,9	902,9	<b>91,76</b>
	295,7	707	1002,7	903,6	<b>90,12</b>
kraški pršut	58,3	60,8	119,1	113,8	<b>95,54</b>
	60,7	59,5	120,3	111,4	<b>92,64</b>
	58,4	119,6	178	158,8	<b>89,22</b>
	62,9	121,7	184,5	170,8	<b>92,56</b>
svinina	43,7	63,2	106,9	97,1	<b>90,78</b>
	42,9	59,9	102,7	94,3	<b>91,76</b>
	43,7	118,7	162,4	144,5	<b>89</b>
	47,4	118,3	165,7	145,6	<b>87,85</b>
$\bar{x} \pm s$					<b>91 ± 2,4</b>

#### 4.1.2 Metoda standardnega dodatka

Za metodo standardnega dodatka smo uporabili standardno raztopino Se (IV). Vzorcem smo, preden smo jih razkrojili, dodali različne mase raztopine. Nato smo izračunali vsebnost selena v vzorcih z metodo najmanjših kvadratov (Skoog in sod., 1988).

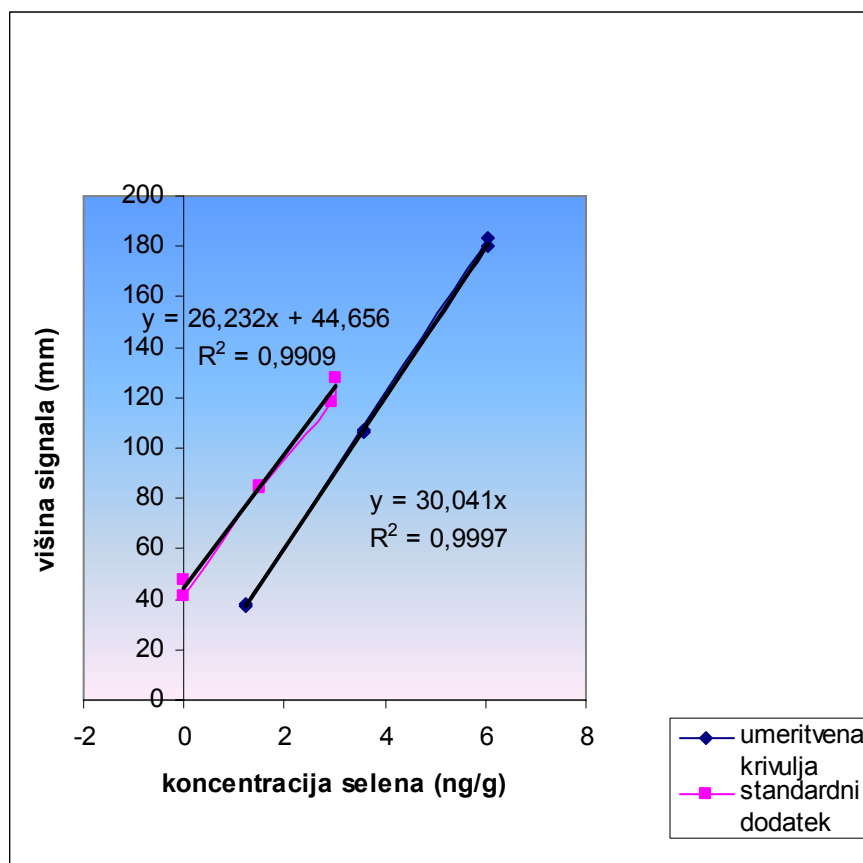
Primerjava rezultatov, dobljenih z metodo standardnega dodatka in z umeritveno krivuljo, je podana v preglednici 15. Dobljeni rezultati se v obeh primerih pri vzorcih kraškega pršuta in svinjine dobro ujemajo. Pri vzorcu sardel so odstopanja med rezultati večja.

**Preglednica 15:** Primerjava rezultatov dobljenih z regresijsko premico in premico dobljeno z metodo standardnega dodatka

Vrsta vzorca	Vsebnost Se (ng/g)	
	Metoda standardnega dodatka*	Iz regresijske premice**
kraški pršut	133 ± 12	120 ± 9
svinina	102 ± 2	100 ± 0,4
sardele	630 ± 26	763 ± 30

\* vsebnost selena ± s \*\* povprečje ± absolutna napaka

Na sliki 6 smo primerjali premici standardnega dodatka in umeritvene regresijske premice za vzorec kraški pršut. Regresijsko premico smo pripravljali dnevno z delovnimi raztopinami Se (IV) različnih koncentracij, ki smo jih pripravljali iz raztopine na zalogo.



**Slika 6.** Regresijska premica in premica dobljena z metodo standardnega dodatka za vzorec kaškega pršuta



### 4.1.3 Pravilnost in zanesljivost analitske metode

Z določitvijo vsebnosti selena v standardnih referenčnih materialih smo preverili pravilnost in zanesljivost metode. Po vsebnosti selena je bil našim vzorcem najbolj podoben certificiran referenčni material Bovine muscle powder z majhno vsebnostjo selena. Ker nismo imeli na voljo referenčnih materialov s certificirano vrednostjo selena, ki bi bila podobna kot v mesu, smo vzeli kot certificirani referenčni material še Typical diet in TORT 2 (preglednica 16).

**Preglednica 16:** Vsebnost selena v standardnih referenčnih materialih (ng/g suhe snovi vzorca)

Vzorec	Vsebnost selena (ng/g) * $\bar{x} \pm s$	Certificirana vrednost (ng/g)
Bovine Muscle Powder (NIST 8414)	59 ± 9 (n = 10)	76 ± 10
Typical diet (NIST 1548 a)	194 ± 22 (n = 9)	245 ± 28
TORT 2 (Lobster Hepatopancreas Reference Material for Trace Metals)	4520 ± 34 (n = 2)	5630 ± 480

\*n = št. določitev, vsaka določitev je bila narejena v najmanj dveh ponovitvah.

## 4.2 VSEBNOST SELENA V MESU IN MESNIH IZDELKIH

Vsebnost selena smo določali v različnih vrstah mesa in v različnih anatomskih delih telesa. V spodnjih preglednicah so podane vsebnosti selena v analiziranih vzorcih mesa in mesnih izdelkov.

### 4.2.1 Vsebnost selena v svinini

V preglednici 17 je navedena vsebnost selena v svinini (TB - pleče-debelo pleče (*m. triceps brachii*), LL- kare-ledja brez podkožne maščobe (*m. longissimus lumborum*), notranje stegno (*m. semimebranosus*), BF- zunanje stegno (*m. biceps femoris in m. semitendinosus*) Križ (*m. gluteus superficialis, medius, profundus*), dobljenih pri različnih predelovalcih. Iz rezultatov ugotavljamo, da je povprečna vsebnost selena v različnih mišicah precej podobna, 87 ng/g v TB pleče-debelo pleče: 89 ng/g LL kare in 88 ng/g BF stegno.

**Preglednica 17:** Vsebnost selena (ng/g) v svinjskem mesu v različnih anatomskih delih

Anatomski del (mišica)	Št. vzorca (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
TB - pleče-debelo pleče ( <i>m. triceps brachii</i> )	050 (A)	69 ± 0,3
	053 (B)	102 ± 6
	056 (B)	94 ± 1
	059 (B)	96 ± 3
	062 (C)	81 ± 1
	065 (D)	78 ± 0
	<b>povprečje</b>	<b>87 ± 13</b>
LL- kare-ledja brez podkožne maščobe ( <i>m. longissimus lumborum</i> )	051 (A)	68 ± 2
	054 (B)	106 ± 3
	057 (B)	93 ± 1
	060 (B)	102 ± 3
	063 (C)	82 ± 0,2
	066 (D)	80 ± 3
	<b>povprečje</b>	<b>89 ± 15</b>
notranje stegno ( <i>m. semimebranosus</i> ) BF- zunanje stegno ( <i>m. biceps femoris in m. semitendinosus</i> ) Križ ( <i>m. gluteus superficialis, medius, profundus</i> )	052 (A)	70 ± 3
	055 (B)	110 ± 10
	058 (B)	90 ± 3
	061 (B)	100 ± 0,3
	064 (C)	78 ± 0,1
	067 (D)	77 ± 0,6
	<b>povprečje</b>	<b>88 ± 15</b>

Vsebnost selena v 18 vzorcih svinine dobljene pri predelovalcih A, B, C in D, je bila od 68 do 110 ng/g svežega vzorca (preglednica 19). Najmanj selena smo izmerili v najdaljši hrbtne mišici (LL), v vzorcih dobljenih pri predelovalcu A, največ pa v dvoglavi stegenski mišici, (BF) v vzorcih dobljenih pri predelovalcu B. Ugotovili smo, da se vsebnost v enakih anatomskih delih rahlo razlikuje. Vsebnost selena v ledjih (LL) je bila od 68 do 106 ng/g, v triglavi nadlahtni mišici (TB) od 69 do 102 ng/g in v dvoglavi stegenski mišici (BF) od 70 do 110 ng/g svežega vzorca. To precej široko območje se je lahko pojavilo zaradi vzorčenja, saj je težko zajeti reprezentativen vzorec cele mišice oziroma anatomskega dela. Največje vsebnosti selena so bile v vseh treh anatomskih delih v vzorcih dobljenih pri predelovalcu B in najmanjše v vzorcih dobljenih pri predelovalcu A.

#### 4.2.2 Vsebnost selena v mesu mlade govedine

Analizirali smo 18 vzorcev mesa mlade govedine. Rezultati kažejo, da je bila povprečna vsebnost selena v analiziranih anatomskih delih precej podobna, vendar pa so se pokazale razlike v vsebnosti selena znotraj istih anatomskih delov. V triglavi nadlahtni mišici oz. plečetu (TB) so bile vsebnosti med 25 in 86 ng/g, v najdaljši hrbtne mišici od 27 do 92 ng/g, in v stegnu (BF) med 26 in 84 ng/g sveže snovi. Največjo vsebnost selena smo določili v najdaljši hrbtne mišici (LL) v vzorcu 069, in sicer 92 ng/g sveže snovi, najmanj pa v vzorcu 083, to je 25 ng/g sveže snovi.

**Preglednica 18:** Vsebnost selena (ng/g) v mesu mlade govedine v različnih anatomskih delih

Anatomski del (mišica)	Oznaka vzorca (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
TB - pleče ( <i>m. triceps brachii</i> )	068 (E)	86 ± 0,4
	071 (E)	30 ± 1
	074 (E)	44 ± 0,3
	077 (E)	47 ± 1
	080 (E)	38 ± 2
	083 (E)	25 ± 0,4
	<b>povprečje</b>	<b>45 ± 22</b>
LL - najdaljša hrbtna mišica ( <i>m. longissimus lumborum</i> )	069 (E)	92 ± 5
	072 (E)	29 ± 0,5
	075 (E)	44 ± 0,3
	078 (E)	50 ± 2
	081 (E)	49 ± 0,7
	084 (E)	27 ± 1
	<b>povprečje</b>	<b>49 ± 24</b>
notranje stegno ( <i>m. semimebranosus</i> ) BF - zunanje stegno ( <i>m. biceps femoris in m. semitendinosus</i> ) križ ( <i>m. gluteus superficialis, medius, profundus</i> )	070 (E)	84 ± 4
	073 (E)	28 ± 2
	076 (E)	30 ± 0,3
	079 (E)	45 ± 0,8
	082 (E)	41 ± 0,2
	085 (E)	26 ± 0,2
	<b>povprečje</b>	<b>42 ± 22</b>

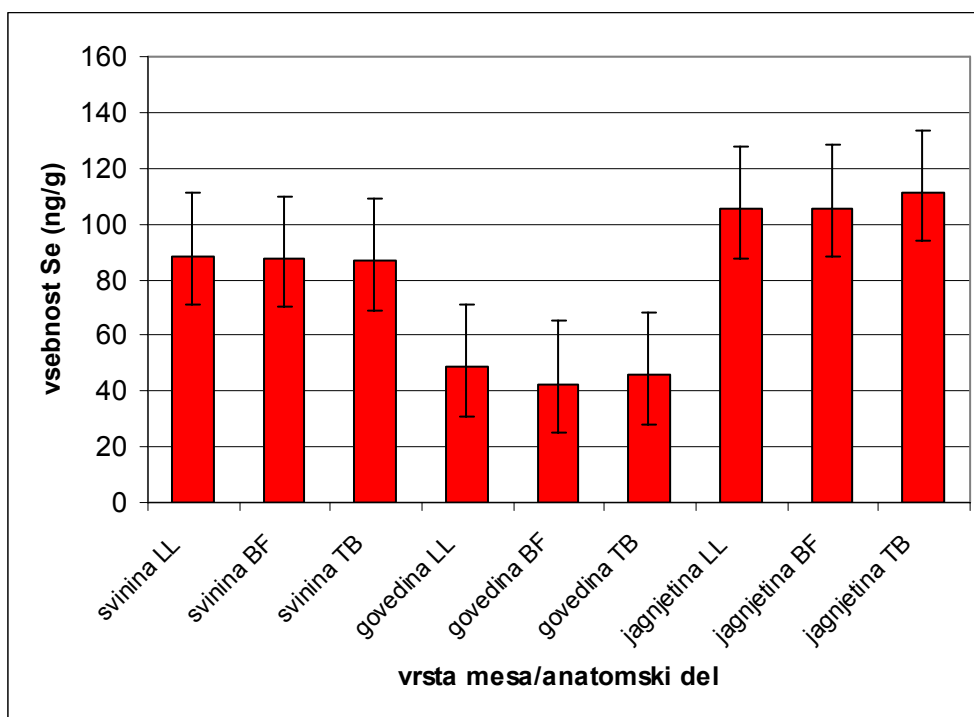
#### 4.2.3 Vsebnost selena v jagnjetini

V vzorcih jagnjetine je bila analizirana vsebnost selena v vseh treh analiziranih mišicah večja kot pri vzorcih svinine in mlade govedine. Največjo vsebnost selena smo določili v vzorcu 107, to je 121 ng/g selena. Anatomski del je bil triglava nadlahtna mišica oziroma pleče. Najmanjša vsebnost selena pa je bila v ledvenem delu hrbta, in sicer 87 ng/g pri vzorcu 102. Pri vzorcih jagnjetine nismo opazili tako velikega razpona v vsebnosti selena pri enakih anatomskih delih, a različnih vzorcih. Tako je bila v triglavi nadlahtni mišici oz. plečetu (TB) vsebnost selena od 98 do 121 ng/g, v ledvenem delu hrbta (LL) od 87 do 116 ng/g in v dvoglavi stegenski mišici oz. stegnu (BF) od 89 do 121 ng/g. Vsi vzorci jagnjetine so bili od istega predelovalca. Ugotavljamo, da so bile povprečne vsebnosti selena med različnimi anatomskimi deli trupa precej podobne.

**Preglednica 19:** Vsebnost selena (ng/g) v jagnjetini v različnih anatomskih delih

Anatomski del (mišica)	Oznaka vzorca (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
TB - pleče-debelo pleče ( <i>m. triceps brachii</i> )	098 (F)	115 ± 1
	101 (F)	98 ± 0,6
	104 (F)	105 ± 2
	107 (F)	121 ± 1
	110 (F)	113 ± 0,7
	113 (F)	115 ± 2
	<b>povprečje</b>	<b>111 ± 8</b>
LL - ledveni del hrbta ( <i>m. longissimus lumborum</i> )	099 (F)	108 ± 0,3
	102 (F)	87 ± 1
	105 (F)	108 ± 1
	108 (F)	116 ± 1
	111 (F)	102 ± 0,1
	114 (F)	111 ± 0,4
	<b>povprečje</b>	<b>105 ± 10</b>
notranje stegno ( <i>m. semimebranosus</i> ) BF - zunanje stegno ( <i>m. biceps femoris</i> in <i>m. semitendinosus</i> ) križ ( <i>m. gluteus superficialis, medius,</i> <i>profundus</i> )	100 (F)	93 ± 0,6
	103 (F)	89 ± 1
	106 (F)	121 ± 16
	109 (F)	115 ± 2
	112 (F)	104 ± 6
	115 (F)	112 ± 1
	<b>povprečje</b>	<b>106 ± 13</b>

Na sliki 7 je narisana porazdelitev selena med različnimi anatomskimi deli v vzorcih svinjine, govedine in jagnjetine. Iz slike vidimo razlike med anatomskimi deli znotraj iste vrste mesa. Razlike so tudi v vsebnosti selena med različnimi vrstami mesa, kjer je na prvem mestu po vsebnosti selena meso jagnjetine. Najmanj selena vsebujejo vzorci mlade govedine. Enaki anatomski deli svinine imajo tudi do polovico večjo vsebnost selena. Na primer mišica BF (*m. biceps femoris*) pri svinini vsebuje 88 ng/g Se, pri vzorcih mlade govedine pa le 42 ng/g, medtem ko ista mišica pri jagnjetini vsebuje kar 106 ng/g selena.



**Slika 7:** Prikaz vsebnosti selena v različnih vrstah mesa in v različnih anatomskih delih

#### 4.2.4 Vsebnost selena v kunčjem mesu

V našo analizo smo vključili 6 vzorcev kunčjega mesa iz hrbta in zadnje noge. Vsebnost selena se je gibala od 73 do 85 ng/g. Velikih odstopanj med vzorci ni bilo opaziti.

**Preglednica 20:** Vsebnost selena (ng/g) v kunčjem mesu v različnih anatomskih delih

Anatomski del (mišica)	Oznaka vzorca (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
zadnji del (hrbet + zadnje noge)	116 (G)	85 ± 3
	117 (G)	81 ± 0,7
	118 (G)	77 ± 1
	119 (G)	83 ± 2
	120 (G)	73 ± 2
	121 (G)	74 ± 2
	<b>povprečje</b>	<b>79 ± 5</b>

#### 4.2.5 Vsebnost selena v piščančjem mesu

V našo analizo smo zajeli 29 vzorcev piščančjega mesa, in sicer piščančje prsi, (s kožo in brez kože), piščančja bedra (s kožo in brez kože) ter piščančja krila. Največjo vsebnost selena smo določili v vzorcu 145, v piščančjih bedrih brez kože, in sicer 104 ng/g svežega vzorca. Sicer pa v vseh vzorcih opazimo široko območje med določenimi vsebnostmi selena. Največja vsebnosti selena je bila v vzorcih dobljenih pri predelovalcu J najmanjša pa v vzorcih dobljenih pri predelovalcu H. Tudi pri piščančjih prsih s kožo smo ugotovili, da so vzorci dobljeni pri predelovalcu H vsebovali najmanj selena, to je 53 ng/g. Vzorci dobljeni pri predelovalcu I so bili po vsebnosti selena vedno med vzorci dobljenimi pri predelovalcih H in J. Vzorci piščančjih kril dobljenih pri predelovalcu K so v povprečju vsebovali 66 ng/g selena, to je najmanj med vsemi anatomskimi deli piščanca.

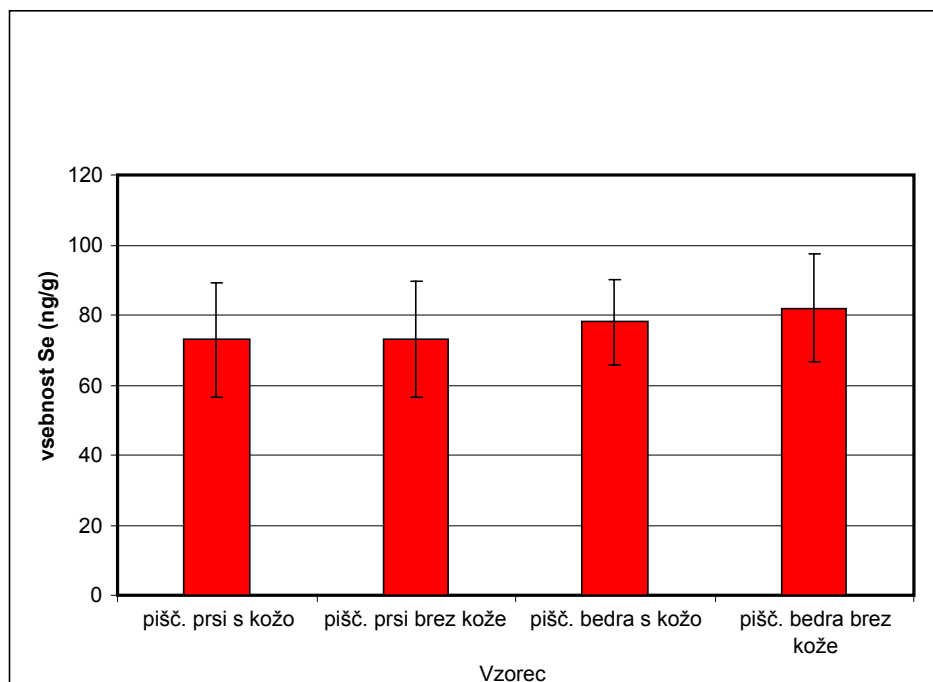
**Preglednica 21:** Vsebnost selena (ng/g) v piščančjem mesu v različnih anatomskih delih

Anatomski del (mišica)	Oznaka vzorcev (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
piščančje prsi s kožo	122 (H)	53 ± 4
	123 (H)	61 ± 1
	124 (I)	71 ± 1
	125 (J)	74 ± 0,1
	126 (J)	80 ± 0,4
	127 (J)	100 ± 5
	<b>povprečje</b>	<b>73 ± 16</b>
piščančja bedra s kožo	128 (H)	64 ± 0,4
	129 (H)	67 ± 0,3
	130 (I)	76 ± 1
	131 (I)	78 ± 0,4
	132 (J)	97 ± 2
	133 (J)	86 ± 0,1
	<b>povprečje</b>	<b>78 ± 12</b>
piščančje prsi brez kože	134 (H)	62 ± 0,3
	135 (H)	58 ± 0,3
	136 (I)	69 ± 2
	137 (I)	63 ± 1
	138 (J)	90 ± 2
	139 (J)	98 ± 1
	<b>povprečje</b>	<b>73 ± 17</b>
piščančja bedra brez kože	140 (H)	67 ± 0,6
	141 (H)	66 ± 2
	142 (I)	84 ± 0,1
	143 (I)	74 ± 1
	144 (J)	95 ± 0,5
	145 (J)	104 ± 0,8
	<b>povprečje</b>	<b>82 ± 16</b>
piščančja krila	146 (K)	54 ± 0,6
	147 (K)	66 ± 0,9
	148 (K)	68 ± 3
	150 (K)	72 ± 0,7
	151 (K)	70 ± 0,3
	<b>povprečje</b>	<b>66 ± 7</b>

#### 4.2.5.1 Statistična analiza

Rezultate meritev vsebnosti selena v piščančjem mesu smo vnesli v računalnik s programom Microsoft Excel 2000. Za obdelavo podatkov z normalno porazdelitvijo po spodaj navedenem statističnem modelu smo uporabili postopek PROC GLM (General linear models) (SAS Software, 1999). Statistični model je vključeval vpliv anatomskega dela ( $A_i$ ;  $i$  = piščančje prsi s kožo, piščančja bedra s kožo, piščančje prsi brez kože in piščančje bedra brez kože) in ponovitve ( $P_j$ ;  $j = 1-6$ ):  $y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + e_{ijk}$ .

Razlika v vsebnosti selena med kosi piščanca s kožo in brez kože je statistično neznačilna ( $p > 0,05$ ) (slika 8). V primeru piščančjih prsi brez kože in s kožo je povprečje vsebnosti selena pri obeh kosih enako, to je 73 ng/g. Tudi med bedri s kožo in brez kože ni opaziti večjih razlik. Zaključimo lahko, da prisotnost oziroma odsotnost kože na porabniških kosih piščanca ne vpliva na vsebnost selena v mesu ter, da so med vzorci dobljenimi pri predelovalcih piščančjega mesa H, I, J in K majhne razlike v vsebnosti selena.



**Slika 8:** Vsebnosti selena v vzorcih piščančjega mesa s kožo in brez kože

#### 4.2.6 Vsebnost selena v puranjem mesu

Pri analizah puranjega mesa smo največ selena določili v vzorcu 164, in sicer v vzorcih puranjih bedrih brez kože, dobljenih pri predelovalcu L (95 ng/g). Pri istih vzorcih smo določili tudi najmanj selena, in sicer v puranjih prsih brez kože, to je 57 ng/g sveže snovi. Vsebnost selena v vzorcih puranjega mesa dobljenih pri predelovalcu I je bila med 68 in 83 ng /g. Opazili smo, da med anatomskimi deli pri puranjem mesu ni velikih razlik, saj vsebujejo puranje prsi brez kože v povprečju 63 ng/g selena, puranja bedra brez kože pa 80 ng/g selena.

**Preglednica 22:** Vsebnost selena (ng/g) v puranjem mesu v različnih anatomskih delih

Anatomski del (mišica)	Oznake vzorcev (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
puranje prsi brez kože	152 (L)	58 ± 0,7
	153 (L)	57 ± 4
	154 (I)	69 ± 1
	155 (I)	68 ± 0,3
	<b>povprečje</b>	<b>63 ± 6</b>
puranja bedra brez kože	158 (L)	75 ± 0,6
	159 (L)	71 ± 2
	160 (I)	83 ± 1
	161 (I)	77 ± 0,02
	164 (L)	95 ± 2
	<b>povprečje</b>	<b>80 ± 9</b>

#### 4.2.7 Vsebnost selena v ribah

Največ selena med vsemi vzorci so pričakovano vsebovali vzorci sardel, 5-krat manj pa vzorci postrvi. Sardele so vsebovale med 709 in 777 ng/g sveže snovi, postrvi pa so vsebovale med 123 in 184 ng/g selena v sveži snovi. Tako vzorce sardel kot postrvi smo dobili od istega predelovalca M oziroma N.

**Preglednica 23:** Vsebnost selena (ng/g) v ribah

Vrsta ribe	Oznake vzorcev (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
sardele	086 (M)	777 ± 16
	087 (M)	709 ± 0,7
	088 (M)	721 ± 5
	089 (M)	742 ± 8
	090 (M)	718 ± 1
	091 (M)	761 ± 11
	<b>povprečje</b>	<b>738 ± 27</b>
postrvi	092 (N)	124 ± 2
	093 (N)	123 ± 0,4
	094 (N)	138 ± 1
	095 (N)	119 ± 1
	096 (N)	184 ± 0,3
	097 (N)	184 ± 0,1
	<b>povprečje</b>	<b>145 ± 31</b>

#### 4.2.8 Vsebnost selena v mesnih izdelkih

Med mesnimi izdelki smo največ selena določili v vzorcih kraškega pršuta. Največja vsebnost je bila v vzorcu 039 dobljenem pri predelovalcu P, in sicer 163 ng/g sveže snovi. Med



vzorci kraškega pršuta dobljenimi pri predelovalcih O, P in R ni velikih razlik v vsebnosti selena.

**Preglednica 24:** Vsebnost selena (ng/g) v mesnih izdelkih

Vrsta izdelka	Oznaka izdelkov (predelovalec)	Vsebnost selena (ng/g) $\bar{x} \pm s$
kuhan pršut	013 (O)	55 ± 8
	014 (O)	58 ± 3
	015 (P)	96 ± 4
	016 (P)	63 ± 2
	<b>povprečje</b>	<b>68 ± 19</b>
kraški pršut	037 (O)	163 ± 7
	038 (O)	104 ± 1
	039 (P)	156 ± 1
	040 (P)	120 ± 9
	041 (R)	120 ± 7
	042 (R)	131 ± 0,05
	<b>povprečje</b>	<b>132 ± 23</b>
kranjska klobasa	025 (O)	76 ± 5
	026 (O)	68 ± 4
	027 (P)	79 ± 3
	028 (P)	67 ± 2
	029 (S)	80 ± 0,6
	030 (S)	71 ± 5
	<b>povprečje</b>	<b>74 ± 6</b>
zimsko salama	031 (O)	124 ± 2
	032 (O)	119 ± 1
	033 (P)	125 ± 0,9
	034 (P)	104 ± 3
	035 (T)	122 ± 2
	036 (T)	113 ± 1
	<b>povprečje</b>	<b>118 ± 8</b>
šunka v ovitku	017 (U)	68 ± 4
	018 (U)	86 ± 0,2
	<b>povprečje</b>	<b>77 ± 13</b>
klasična hrenovka	001 (O)	44 ± 0,6
	002 (O)	32 ± 0,7
	003 (V)	22 ± 0,3
	004 (V)	25 ± 0,6
	005 (U)	40 ± 0,5
	006 (U)	43 ± 0,5
	<b>povprečje</b>	<b>34 ± 9</b>
piščančja hrenovka	007 (H)	75 ± 0,7
	008 (H)	75 ± 1
	009 (I)	86 ± 2
	010 (I)	81 ± 0,4
	011 (Z)	57 ± 2
	012 (Z)	58 ± 0,4
	<b>povprečje</b>	<b>72 ± 12</b>

...nadaljevanje na naslednji strani

...nadaljevanje preglednice 24

piščančje prsi v ovitku	019 (H)	76 ± 0,5
	020 (H)	64 ± 3
	021 (I)	50 ± 5
	022 (I)	53 ± 0,1
	<b>povprečje</b>	<b>61 ± 12</b>

Najmanj selena je bilo med mesnimi izdelki v klasičnih hrenovkah. V vzorcu 003, dobljenem pri predelovalca V je bilo le 22 ng/g selena. Med vzorci dobljenimi pri predelovalcih klasičnih hrenovk so velike razlike, saj so vsebnosti selena pri vzorcih dobljenih pri predelovalcih O in U skoraj 100 % večje, kot pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu V. Po Pravilniku so hrenovke izdelki, ki vsebujejo najmanj 75 % mesnega testa iz govejega in svinkega mesa in največ 25 % slanine. V mesnem testu mora biti najmanj 25 % svinine (Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov, 2004). Če je bil v vzorcih hrenovk velik delež govejega mesa, potem so majhne vsebnosti selena razumljive, saj smo tudi v vzorcih govedine določili zelo malo selena. V vzorcih piščančjih hrenovka je bilo opaziti več selena kot v vzorcih klasičnih hrenovk. Izmerili smo od 58 ng/g pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu Z do 86 ng/g pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu I. Vsebnosti selena v vzorcih hrenovk dobljenih pri predelovalcu H so bile 75 ng/g.

Tudi v vzorcih zimske salame je bila vsebnost selena podobna kot v vzorcih kraškega pršutu, in sicer od 104 do 125 ng/g. Najnižjo in najvišjo vrednost smo določili v vzorcih dobljenih pri predelovalcu P, medtem ko so pri vzorcih dobljenih pri predelovalcih O in T te vrednosti v ožjem območju.

Najmanj selena smo določili v vzorcu kranjske klobase dobljene pri predelovalcu P, to je 67 ng/g, največ pa pri vzorcu dobljenem pri predelovalcu S, 80 ng/g.

Vsebnost selena v vzorcih kuhanega pršuta je bila v širokem območju, od 55 ng/g pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu O do 96 ng/g pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu P.

Tudi pri piščančjih prsih v ovitku ni bilo opaziti večjih odstopanj. Najmanj selena smo izmerili pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu I, to je 50 ng/g. Pri vzorcih dobljenih pri predelovalcu H pa smo zabeležili za 26 % višji rezultat (76 ng/g).

#### 4.3 PRIMERJAVA Z LITERATURO

Diplomska naloga je bila realizirana v okviru projekta Slovenskih prehranskih tablic. Zbrali smo podatke iz prehranskih tablic in v spodnji preglednici naše podatke primerjali z nemško-avstrijsko-švicarskimi tablicami (Souci in sod., 2008), angleškimi (McCance in Widdowson, 2002) in ameriškimi (USDA, 2003) prehranskimi tablicami.

Prehranske tablice imajo pomembno vlogo pri oblikovanju in načrtovanju sestave obrokov različnim starostnim in drugim skupinam ljudi (otrok, mladine, starejših, bolnikov z različnimi potrebami), hkrati pa uporabniku nudijo informacije o kemijski sestavi živil (Jamnik in sod., 2006).

**Preglednica 25:** Vsebnost selena v mesu in mesnih izdelkih v različnih prehranskih tablicah

Vrsta mesa/mesnega izdelka	Naši rezultati	Souci, Fachmann, Kraut ("nemško-avstrijsko-švicarske tablice") 2008	McCance in Widdowson ("angleške tablice" 2002)	USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2003)
<b>Vsebnost selena (µg/100 g)</b>				
<b>svinina</b>		12	13	
ledja (LL)	6,8-10,6		13	48
stegno (BF)	7,0-11,0		12	50
pleče (TB)	6,9-10,2			37
<b>govedina</b>		3,0-10	7	
ledja (LL)	2,7-9,2	1	7	33
stegno (BF)	2,6-8,4		10	39
pleče (TB)	2,5-8,6	2		34
<b>jagnjetina</b>		4,1	4	
ledja (LL)	8,7-11,6		3	
stegno (BF)	8,9-12,1		4	33
pleče (TB)	9,8-12,1		3	38
<b>kunčje meso</b> hrbet in stegno	7,3-8,5	10	17	
<b>piščančje meso</b>		10	17	
prsi s kožo/brez kože	5,3-10,0 / 6,2-9,8	5,0-7,5		28
bedra s kožo/brez kože	6,4-9,7 / 6,6-10,4	7,3	17	23
piščančja krila	54-7,2		15	26
<b>puranje meso</b>		5		
prsi brez kože	5,7-6,9			36
bedra brez kože	7,1-9,5			
<b>postrvi</b>	11,9-18,4	18-140	21	15
<b>sardele</b>	70,9-77,7			
<b>klobase</b>	6,7-8,0	8,3	5	
<b>salame</b>	10,4-12,5		7	

Opazimo, da ni velikih odstopanj med našimi podatki in podatki iz tablic Soucija in sod. ("nemško-avstrijsko-švicarske prehranske tablice"). Odstopanja opazimo v primerjavi s prehranskimi tablicami iz Velike Britanije (McCance in Widdowson, 2002), saj so vsebnosti selena v teh tablicah večinoma večje. Le v primeru govejega mesa slovenskega porekla so vsebnosti selena večje kot v mesu iz Velike Britanije. V primerjavi s podatki iz "ameriških tablic" (USDA; 2003) so naši rezultati precej nižji. Amerika spada med območja, ki so bogata s selenom in to se posledično odraža tudi v vsebnosti selena v mesu. Povzamemo lahko, da so podatki iz naše raziskave v primerjavi s podatki navedenimi v ostalih prehranskih tablicah nekoliko nižji. Ko računamo vnos selena z jedilno porcijo (100 g) so razlike večje. Prav zato, je pomembno, da ima vsaka država svoje prehranske tablice.

Naše rezultate smo primerjali tudi z literaturnimi podatki iz raziskav različnih avtorjev. Podatki so zbrani v preglednici 26.

**Preglednica 26:** Primerjava naših podatkov o vsebnosti selena v mesu z literaturnimi podatki.

Vrsta mesa/mesnega izdelka	Vsebnost Se (ng/g)	
	Naša raziskava	Podatki iz literature
govedina	24,9-92,0	33-39 <sup>a</sup> ; 55,7 <sup>b</sup> ; 438 <sup>c</sup> ; 340-470 <sup>d</sup> ; 17,3-66,7 <sup>e</sup> ; 76 <sup>f</sup> ; 42-142 <sup>g</sup> ; 45 <sup>h</sup>
svinina	67,6-110,3	81 <sup>a</sup> ; 383 <sup>h</sup> ; 107 <sup>i</sup>
piščančje meso		54 <sup>j</sup>
p. bedro	63,6-103,8	113-153 <sup>a</sup> ; 33-215,1 <sup>e</sup> ; 69 <sup>i</sup>
p. prsi	52,6-100,4	97-154 <sup>a</sup> ; 349 <sup>d</sup> ; 123,2 <sup>e</sup> ; 108 <sup>i</sup> ; 73 <sup>h</sup>
puranje meso		
puranje bedro	70,9-95,4	99 <sup>a</sup> ; 150 <sup>f</sup> ; 108 <sup>i</sup>
puranje prsi	57,2-68,5	116 <sup>a</sup> ; 100 <sup>f</sup> ; 69 <sup>i</sup>
kunčje meso	73,4-85,4	90 <sup>h</sup> ; 167 <sup>j</sup>
jagnjetina	87,5-121,4	28 <sup>h</sup> ; 67 <sup>j</sup>
ribe	122,9-776,7	153-686 <sup>a</sup> ; 196,1-520,7 <sup>e</sup>
klobase	66,8-80,4	128 <sup>h</sup>

<sup>a</sup> Smrkolj in sod. (2005), <sup>b</sup>Hussein in Bruggeman (1999), <sup>c</sup> Hintze in sod. (2001), <sup>d</sup> Finley in sod. (1996), <sup>e</sup>Kadřabova s sod. (1997), <sup>f</sup>Barclay in sod. (1995), <sup>g</sup>Tinggi (2003), <sup>h</sup> Diaz-Alarcon s sod. (1996), <sup>i</sup>Daun in Akesson (2004), <sup>j</sup>Simonoff in Simonoff (1991)

Na splošno je iz preglednice 26 razvidno, da so podatki v širokem območju. To je povsem razumljivo, če upoštevamo, da je vsebnost selena v mesu odvisna od prehrane živali. Ko primerjamo podatke iz naše raziskave s podatki iz literature, opazimo, da sicer naše podatke lahko uvrstimo v območja ostalih raziskav, vendar so naši podatki večinoma nižji, le v primeru jagnjetine so naši podatki višji od ostalih. Avtor Diaz-Alarcon iz Španije (1996), ki je določil v jagnjetini le 28 ng/g selena, pojasnjuje, da so te vsebnosti nižje od primerjanih. Odstopanja so še posebej opazna, če primerjamo z raziskavami v ZDA, kjer so določili v jagnjetini kar 310 ng/g selena. Pri tem pa je potrebno omeniti, da je bila raziskava narejena na območju Dakote v ZDA, ki velja za zelo bogato s selenom.

Območje vsebnosti selena, ki smo ga določili v puranjem in piščančjem mesu se ujema z območji ostalih avtorjev. V primerjavi z rezultati Smrkoljeve in sod. (2005) so bile naše vrednosti nižje.

Iz preglednice 26 vidimo, da je v literaturi za govedino na voljo največ podatkov o vsebnosti selena, pa tudi, da so ti podatki zelo raznoliki in da se naši podatki uvrščajo med navedene vrednosti. Naše rezultate lahko primerjamo s tistimi, ki so jih določili Smrkolj in sod. (2005) v Sloveniji. Podatki o relativno veliki vsebnosti selena v govejem mesu so posledica reje živali na območjih, bogatih s selenom ali pa dodatka selena v krmo živali.

Ribe so bogat vir selena. To smo potrdili tudi z našo analizo. Največ selena smo določili v vzorcih sardel, in sicer od 708,7 do 776,7 ng/g sveže snovi, medtem ko jih potrvi vsebujejo približno 5-krat manj (145 ng/g). Naši rezultati se dobro ujemajo z rezultati Smrkoljeve in sod. (2005), pa tudi z rezultati diplomske naloge Volkove (2006), v kateri je določila v ribah med 85 in 997 ng/g selena.

Vsebnost selena smo primerjali tudi med kranjsko klobaso in klobaso iz Španije, ki je vsebovala več selena. V prispevku ni navedeno, iz katere vrste mesa je analizirana klobasa. Za mesne izdelke je značilno, da so narejeni po specifikacijah predelovalcev, zato je zapleteno med seboj primerjati vsebnost selena v mesnih izdelkih iz različnih držav.

#### 4.4 DNEVNI VNOS SELENA Z MESOM IN MESNIMI IZDELKI

Meso, še posebej rdeče meso, je bilo v zadnjem času večkrat deležno negativne publicitete s strani medijev. Zato je pomembno poudariti njegovo prehransko vrednost in njegovo pozitivno vlogo v zdravi prehrani.

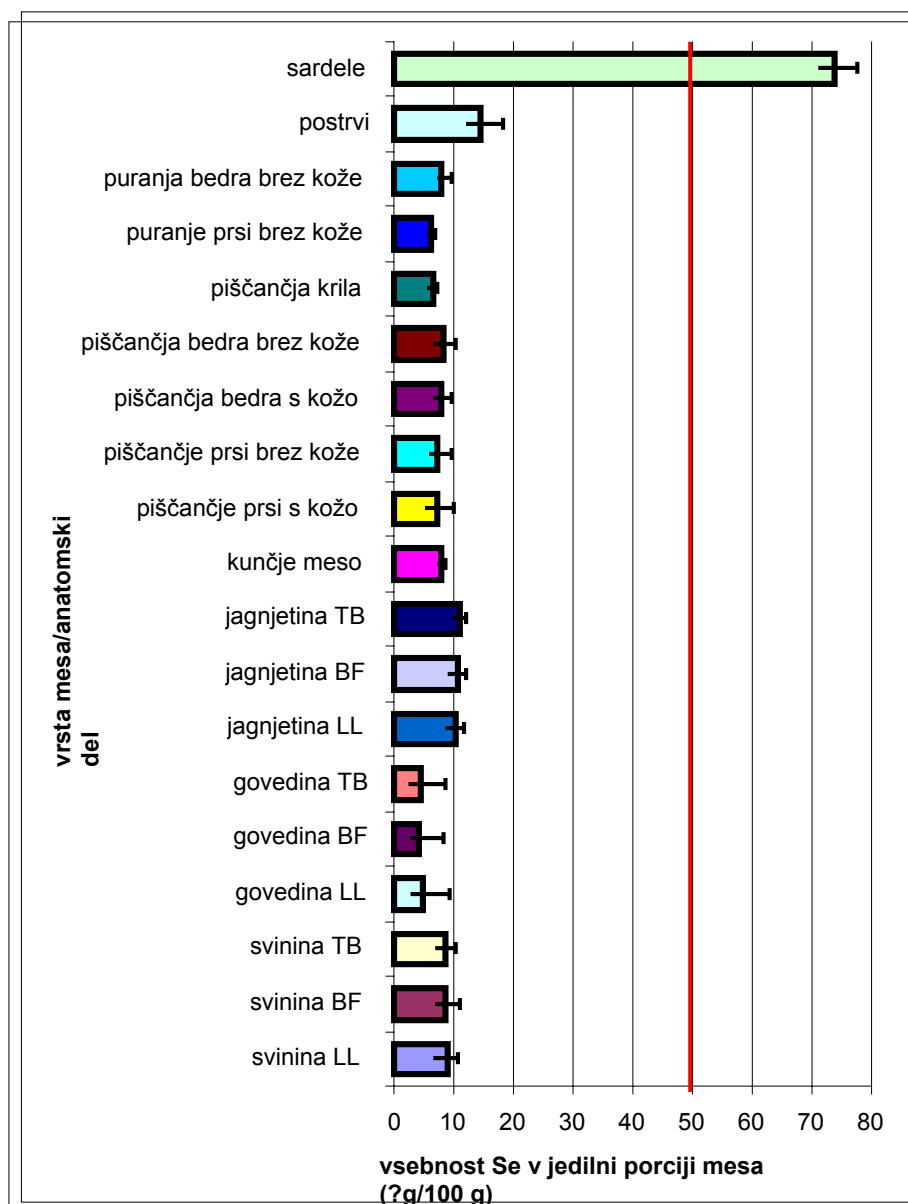
Želeli smo izvedeti, ali so meso in mesni izdelki na slovenskem tržišču dober vir selena. Zato smo ocenili dnevni vnos selena z jedilno porcijo mesa (100 g), čeprav dr.Žlender navaja, da je masa mesa, ki se uporablja pri pripravi obrokov, običajno večja, in sicer znaša okrog 120 g (osebni vir, 2007).

Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004) priporočajo dnevni vnos selena med 30 in 70  $\mu\text{g}$  selena na dan. Pri ocenjevanju dnevnega vnosa selena z mesom smo vzeli srednjo vrednost za dnevni vnos, to je 50  $\mu\text{g}$  selena. V preglednici 27 so zbrani podatki o dnevnem vnosu selena z jedilno porcijo mesa.

**Preglednica 27:** Ocena dnevnega vnosa selena ( $\mu\text{g}$ ) z jedilno porcijo (100 g) različnih vrst mesa.

Vrsta mesa/ anatomski del	Vsebnost Se v jedilni porciji mesa ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Delež Se, ki ga vnesemo z jedilno porcijo mesa, glede na dnevni vnos 50 $\mu\text{g}/\text{dan}$ * (%)
<b>svinina</b>		
LL	8,9	17,6
BF	8,8	17,4
TB	8,7	17,2
<b>govedina</b>		
LL	4,9	9,6
BF	4,2	8,4
TB	4,5	9,0
<b>jagnjetina</b>		
LL	10,5	21
BF	10,6	21,2
TB	11,1	22,2
<b>kunče meso</b>	7,9	15,8
<b>piščančje meso</b>		
prsi s kožo	7,3	14,6
prsi brez kože	7,3	14,6
bedra s kožo	7,8	15,6
bedra brez kože	8,2	16,4
krila	5,5	11,0
<b>puranje meso</b>		
prsi brez kože	6,3	12,4
bedra brez kože	8,0	16,0
<b>postrvi</b>	14,5	29,0
<b>sardele</b>	73,8	148,0

\*Po referenčnih vrednostih za vnos hranil (2004) je priporočen dnevni vnos selena od 30 do 70  $\mu\text{g}$



**Slika 9:** Vsebnost selena v jedilni porciji različnih vrst mesa

Iz preglednice 27 in slike 9 vidimo, da z mesom pokrijemo od 8,4 % (govedina) do 22,2 % (jagnejtina) priporočenega dnevnega vnosa selena. Edino s 100 g sardel pokrijemo priporočen dnevni vnos selena. Pri vseh ostalih vrstah mesa so vrednosti nižje, a so kljub temu v primerjavi z ostalimi živali razmeroma visoke.

Organizaciji WHO in FAO (2002) navajata, da z mesom pokrijemo okoli 40 % dnevnega vnosa selena. Tudi Combs in Combs (1986) navajata, da meso in ribe zagotavljajo pomemben vir selena, in sicer okoli 40 do 50 % dnevnega vnosa. Podatki naše študije pa kažejo na to, da z mesom pokrijemo le 8,4 do 22,2 % dnevnega vnosa.

Glede na to, da se pri pripravi obrokov v obratih družbene prehrane običajno odmerja okoli 120 g mesa na potrošnika (Žlender, 2007) smo preračunali, koliko odstotkov dnevnih potreb po selenu pokrijemo s takimi porcijami mesa. Ugotovili smo, da z zaužitjem 120 g

govejega mesa pokrijemo 11 % dnevnih potreb po selenu, s 120 g svinskega mesa 21 %, s 120 g jagnjetine 25 %, s 120 g piščančjega mesa 25 % in s 120 g porcijo postrvi celo 35 % potreb po selenu.

Sledi torej, da lahko pomemben delež dnevnih potreb po selenu pokrijemo s primernim vnosom mesa in rib. Pri tem pa moramo omeniti, da imajo pri vnosu selena pomembno vlogo tudi mleko in izdelki iz pšenice, saj so to živila, ki jih uživamo v večjih količinah. Ventura in sod. (2008) navajajo, da zelenjava in sadje prispevata le majhen del pri dnevnem vnosu selena.

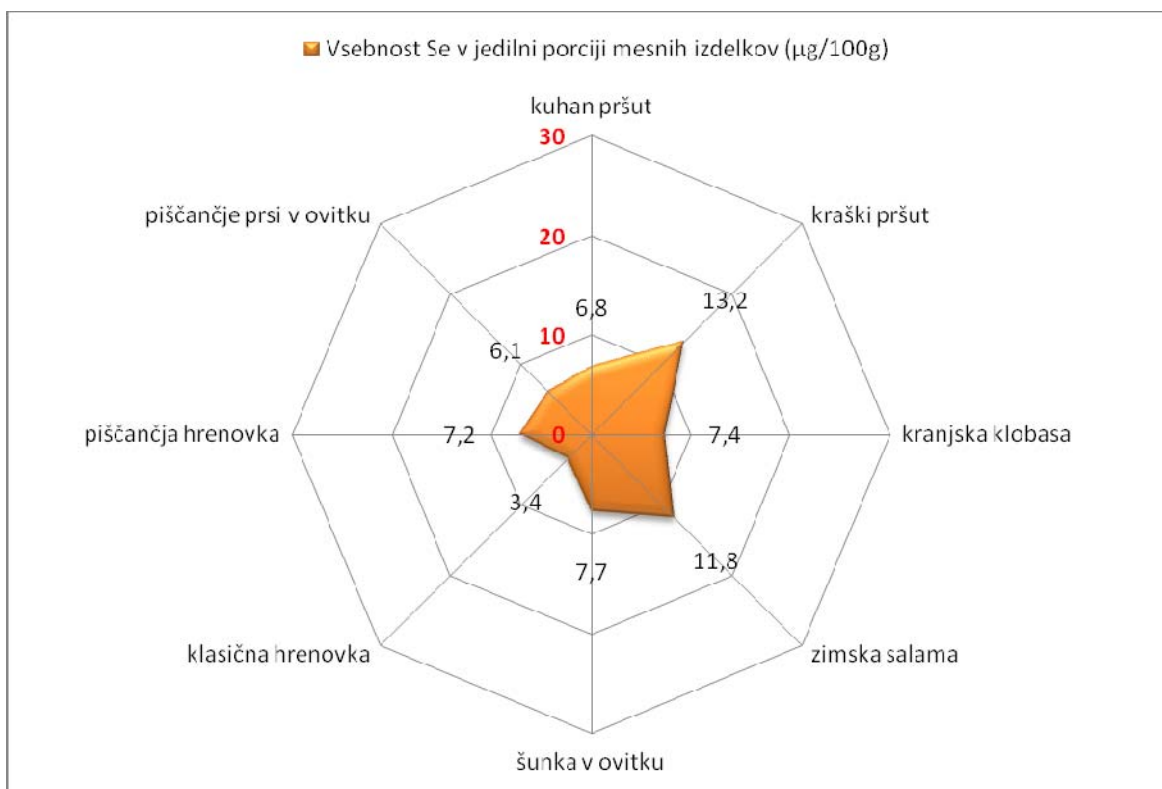
**Preglednica 28:** Ocena dnevnega vnosa selena z jedilno porcijo (100 g) različnih mesnih izdelkov

Vrsta mesnega izdelka	Vsebnost Se v jedilni porciji mesnih izdelkov ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Delež Se, ki ga vnesemo z jedilno porcijo mesnih izdelkov, glede na dnevni vnos $50\ \mu\text{g}/\text{dan}$ * (%)
kuhan pršut	6,8	13,6
kraški pršut	13,2	26,5
kranjska klobasa	7,4	14,7
zimsko salama	11,8	23,6
šunka v ovitku	7,7	15,4
klasična hrenovka	3,4	6,8
piščančja hrenovka	7,2	14,4
piščančje prsi v ovitku	6,1	12,2

\*Po referenčnih vrednostih za vnos hranil (2004) je priporočen dnevni vnos selena od 30 do 70  $\mu\text{g}$

Iz preglednice 28 in slike 10 je razvidno, da z zaužitjem 100 g izbranega analiziranega mesnega izdelka pokrijemo od 6,8 do 26,5% selena na dan, glede na dnevni vnos  $50\ \mu\text{g}$ . Največ potreb po selenu lahko v tem primeru pokrijemo s kraškim pršutom in tudi z zimsko salamo. Potrebno je poudariti, da to niso izdelki, ki bi jih v dnevno prehrano vključevali v velikih količinah.





**Slika 10:** Vsebnost selena v jedilni porciji mesnih izdelkov

#### 4.5 UGOTOVITVE GLEDE NA POSTAVLJENE HIPOTEZE

Na osnovi dobljenih rezultatov analiz ugotavljamo, da :

- smo potrdili postavljene hipoteze glede različne vsebnosti selena v različnih vrstah mesa in mesnih izdelkov,
- smo deloma potrdili hipotezo, da so naši rezultati v enakem območju kot podatki iz literature (naši podatki se sicer dobro ujemajo s podatki evropskih tabel, odstopajo pa od podatkov iz ameriških prehranskih tabel),
- smo potrdili tudi hipotezo o zelo različnem pokritju dnevnih potreb po selenu pri človeku z zaužitjem priporočene dnevne količine posamezne vrste mesa oziroma mesnega izdelka (100 g)
- ne moremo potrditi hipoteze o opaznih razlikah v vsebnosti selena med različnimi anatomskimi deli živali (različnimi mišicami).

## 5 SKLEPI

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko oblikujemo naslednje sklepe:

- Za razkroj vzorcev mesa in mesnih izdelkov smo uporabili razkrojno mešanico  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ . Razkroj je potekal čez noč pri  $80\text{ }^\circ\text{C}$  in nato 1 uro pri  $130\text{ }^\circ\text{C}$  v zaprtih posodah. Izkoristek postopka za določanje selena je bil  $91,7 \pm 2,7\%$  ( $n = 12$ ). Pravilnost metode smo preverjali z uporabo standardnih referenčnih materialov in ugotovili, da se naši rezultati ujemajo s certificiranimi vrednostmi. Metoda je primerna za določanje selena v mesu in mesnih izdelkih.
- V svežem mesu svinine je bila vsebnost selena od 68 do 110 ng/g, v mesu mlade govedine od 25 do 92 ng/g in v jagnjetini od 87 do 121 ng/g selena. Vsebnost selena se med tremi različnimi mišicami (LL - *m. longissimus lumborum*, TB - *m. triceps branchii*, BF - *m. biceps femoris* (notranje stegno - *m. semimembranosus*, zunanje stegno - *m. biceps femoris* in *m. semitendinosus*, križ - *m. gluteus superficialis, medius, profundus*) pri istih vrstah mesa ni opazno razlikovala. V piščančjem mesu smo določili 53 do 104 ng/g, v puranjem mesu pa med 63 in 80 ng/g selena. Razlike v vsebnosti selena med posameznimi anatomskimi deli piščančjega in puranjega mesa so bile majhne. Prav tako so bile majhne razlike med vzorci brez kože in vzorci s kožo. V kunčjem mesu je bilo od 73 do 85 ng/g selena.  
Med vzorci dobljenimi pri različnih predelovalcih, enakih vrst mesa ni bilo opaziti večjih razlik v vsebnosti selena.  
Z našimi analizami smo potrdili, da so ribe bogat vir selena, predvsem sardele, s 709-777 ng Se/g, nekoliko manj postrvi s 119 do 184 ng Se/g.  
V vzorcih mesnih izdelkov se je vsebnost selena gibala od 22 ng/g (klasične hrenovke) do 163 ng/g (kraški pršut). Izkazalo se je, da na vsebnost selena v izdelkih vpliva sestava mesa. Tako je bila na primer vsebnost selena v klasičnih hrenovkah (min. 25 % svinjine, ostalo govedina in slanina) manjša, kot pri hrenovkah iz piščančjega mesa.
- Dobljeni rezultati so v območju, kot jih navajajo podatki v literaturi. Podatki, dobljeni v naši raziskavi, so v območju, kot podatki v nemško-avstrijsko-švicarskih prehranskih tablicah, medtem ko so podatki v prehranskih tablicah iz Velike Britanije in Amerike višji. Pomembno je, da ima vsaka država svoje prehranske tablice, saj lahko le tako izračunamo dnevni vnos z jedilnimi porcijami živil.
- Po referenčnih vrednostih za vnos hranil (2004) je priporočen dnevni vnos za selen pri odraslem človeku med 30 in 70  $\mu\text{g}$ . Ribe so živilo z visoko vsebnostjo selena, tako da z njimi brez večjih težav pokrijemo dnevne potrebe po selenu. Manj selena kot v ribah je v mesu in mesnih izdelkih. Z jedilno porcijo mesa (100 g) lahko pokrijemo od 8,4 % (govodina) do 22,2 % (jagnejtina) dnevnega vnosa selena. Z zaužitjem 100 g mesnih izdelkov pokrijemo od 6,8 % (klasična hrenovka) do 26,5 % (kraški pršut) glede na priporočen dnevni vnos selena, 55  $\mu\text{g}$ .

## 6 POVZETEK

Namen naše raziskave je bil uporabiti hiter in preprost postopek za določanje vsebnosti selena v mesu in mesnih izdelkih. Uporabili smo metodo HG-AFS. Za razkroj vzorcev mesa in mesnih izdelkov smo uporabili mešanico kislin  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ . Pravilnost metode smo preverjali z uporabo standardnih referenčnih materialov (Bovine Muscle Powder, NIST 8414; Typical Diet, NIST 1548a in Lobster Hepatopancreas Reference Material for Trace Metals, TORT 2). Povprečen izkoristek postopka je bil 91 %.

Analizirali smo 110 vzorcev mesa. Vzorci svinine (18), mlade govedine (18) in jagnjetine (18) so bili pridobljeni iz treh različnih mišic, in sicer triglave nadlahtne mišice (TB) (*m. triceps branchii*), najdaljše hrbtnne mišice (LL) (*m. longissimus lumborum*) in dvoglave stegenske mišice BF (*m. biceps femoris*: notranje stegno - *m. semimembranosus*, zunanje stegno - *m. biceps femoris* in *m. semitendinosus*, križ - *m. gluteus superficialis*, *medius*, *profundus*). V analizo smo zajeli vzorce kunčjega mesa (6) iz zadnjega dela (hrbet, ledveni del in zadnje noge), vzorce piščančjega mesa (29) (piščančje prsi brez kože in s kožo ter piščančja bedra brez kože in s kožo in piščančja krila), vzorce rib (6) (postrvi in sardele), vzorce puranjega mesa (9) (puranje prsi s kožo in puranja bedra brez kože). Analizirali smo tudi 40 vzorcev mesnih izdelkov (kuhan pršut, kraški pršut, kranjska klobasa, zimska salama, šunka v ovitku, klasična hrenovka, piščančja hrenovka, piščančje prsi v ovitku).

Meso svinine je vsebovalo od 68 do 110 ng Se/g, meso mlade govedine od 25 do 92 ng Se/g, meso jagnjetine pa od 87 do 121 ng Se/g. Analizirani anatomski deli trupa se v vsebnosti selena niso opazno razlikovali. Piščančje meso je vsebovalo od 53 do 104 ng Se/g, puranje meso pa med 63 in 80 ng Se/g. Tudi pri piščančjem in puranjem mesu so bile razlike med anatomskimi deli v vsebnosti selena majhne. Prav tako so bile majhne razlike med vzorci brez kože in vzorci s kožo. V kunčjem mesu je bilo od 73 do 85 ng Se/g. Med različnimi vzorci dobljenimi pri predelovalcih enakih vrst mesa ni bilo opaziti večjih razlik v vsebnosti selena.

Najbolj bogate s selenom so bile ribe, predvsem sardele, s 709-777 ng Se/g, nekoliko manj postrvi s 119 do 184 ng Se/g.

V mesnih izdelkih se je vsebnost selena gibala od 22 do 163 ng/g, odvisno od vrste mesa, ki ga mesni izdelek vsebuje.

Pri primerjavi naših rezultatov s podatki iz literature smo ugotovili, da so bile vsebnosti selena v mesu in v mesnih izdelkih iz naše raziskave v območju podatkov v nemško-avstrijsko-švicarskih prehranskih tablicah ter opazno manjše kot podatki v prehranskih tablicah iz Velike Britanije in Amerike.

Ocenili smo dnevni vnos selena z mesom in mesnimi izdelki in ugotovili, da z jedilno porcijo (100 g) mesa vnesemo od 8,4 do 22,2 %, z ribami od 29 do 148 % in z mesnimi izdelki od 6,8 do 26,5 % priporočene dnevne količine vnosa selena (50 µg). Torej z zaužitjem 100 g katerekoli analizirane vrste mesa ali mesnega izdelka, razen rib, ne pokrijemo najnižje priporočene količine dnevnega vnosa selena, to je 30 µg.

Pri ocenjevanju dnevnega vnosa selena s hrano je zelo pomembno, da imamo na voljo zanesljive podatke o vsebnosti selena v hrani, ki jo uživamo.

## VIRI

Anketa o porabi gospodinjev v letu 2005. 2006. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije.  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=1007](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=1007) (december 2008): 10 str.

Absec A. 2005. Spremljanje parametrov kakovosti goveje mišice *longissimus lumborum* med zorenjem. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 64 str.

Barclay M.N.I., MacPherson A., Dixon J. 1995. Selenium content of a range of UK foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 8: 307-318.

Brown K.M., Artur J.R. 2001. Selenium, selenoproteins and human health: a review. *Public Health Nutrition*, 4, 2B: 593-599.

Bučar F. 1997. Meso-poznavanje in priprava. Ljubljana, Kmečki glas: 51, 233-254.

Cava Montesinos P., Cervera M.L., Pastor A., Guardia M. 2003. Hydride generation atomic fluorescence spectrometric determination of ultratrace selenium and tellurium in cow milk. *Analytica Chimica Acta*, 481: 291-300.

Combs G.F., Combs S.B. 1986. The role of selenium in nutrition. San Diego, Academic Press: 127-205.

Čepin S., Čepon M., Šalehar A. in sod. 1997. Trendi priraje in porabe mesa v svetu in pri nas. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50 letnici Biotehniške fakultete, Radenci 20. in 21. november 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 29-39.

Daun C., Akesson B. 2004. Comparison of glutathione peroxidase activity and of total and soluble selenium content in two muscles from chicken, turkey, duck, ostrich and lamb. *Food Chemistry*, 85: 295-303.

Dedina J. 1995. Hydride generation atomic absorption spectrometry. Chichester, New York, Brisbane, John Wiley & Sons: 526 str.

Dermelj M., Stibilj V., Stekar J., Byrne A.R. 1991. Simultaneous determination of iodine and selenium in biological samples by radiochemical neutron activation analysis. *Frasenius Journal of Analytical Chemistry*, 33: 258-261.

Diaz-Alarcon J.P., Navarro-Alarcon M., Lopez-Garcia de la Serrana H. in Lopez-Martinez M.C. 1996. Determination of selenium in meat products by hydride generation atomic absorption spectrometry-selenium levels in meat, organ meats and sausages in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 1494-1497.

DRI-Dietary Reference Intake for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. 2001. Washington D.C., USDA, National Academy of Sciences, Institute of Medicine, Food and Nutrition Board.

[http://fnic.nal.usda.gov/nal\\_display/index.php?info\\_center=4&tax\\_level=3&tax\\_subject=256&topic\\_id=1342&level3\\_id=5141](http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5141): 15 str

Dolinar A. 2007. Ugotavljanje selena v arterijski, venski in celokupni popkovni krvi in njihovih frakcijah. Diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za farmacijo: 71 str.

Finley J.W., Kincaid R.L. 1991. Selenium and glutathione peroxidase tissue distribution in rats effect dietary intake and total body burden of selenium. *Nutritional Research*, 11: 91-104.

Finley J.W. 2006. Bioavailability of selenium from foods: Brief critical review. *Nutrition Reviews*, 64, 3: 146-151.

Foster L.H., Sumar S. 1995. Selenium in the environment, food and health. *Nutrition and Food Science*, 5: 398-419.

Foster L.H., Sumar S. 1997. Selenium in health and disease: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37: 211-228.

Francesconi K. A., Pannier F. 2004. Se metabolites in urine: A critical overview of past work and current status. *Clinical Chemistry*, 50: 2240-2253.

Hartikainen H. 2005. Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. *Journal of Trace Element in Medicine and Biology*, 18: 309-318.

Hintze K.J., Lardy G.P., Marchello M.J., Finley J.W. 2002. Areas with high concentrations of selenium in the soil and forage produce beef with enhanced concentrations of selenium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1062-1067.

Human vitamin and mineral requirements. 2002. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand,

<http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2809E/y2809e01.htm#bm2>: 194-215.

Hussein L., Bruggeman J. 1999. Selenium analysis of selected Egyptian foods and estimated daily intakes among a population group. *Food Chemistry*, 65: 527-532.

Jamnik M., Golob T., Stibilj V. 2003. Slovenske prehranske tablice- predstavitev projekta. *Meso in mesnine*, 4: 59-64.

Kadřabova J., Mandarić A., Ginter E. 1997. The selenium content of selected food from the Slovak Republic. *Food Chemistry*, 58: 29-32.

Kerčmar I. 2005. Kemijska sestava in hranilna vrednost izbranih pasteriziranih mesnin slovenske proizvodnje. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 73 str.

Klapec T., Mandič M.L., Grgič J., Primorac Lj., Perl A. and Kristanovič V. 2004. Selenium in selected foods grown or purchased in eastern Croatia. *Food Chemistry*, 85: 445-452.

Klapec T., Mandič M.L., Primorac Lj. 1998. Značenje selena za zdravlje. *Osijek, Prehrabeno tehnološki fakultet*: 34-40.

Koch V. 1997. Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 236 str.

Komidar L. 2001. Miren odziv slovenskih potrošnikov na pojav BSE v Sloveniji. Ljubljana, GfK Slovenija.  
<http://www.gfk.si/Inovice.php?NID=346>: 5 str.

Križnar P. 2005. Hranilna in senzorična vrednost nekaterih mesnih izdelkov. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 68 str.

Lyons G.H., Judson G.J., Ortiz-Monasterio I., Genc Y., Stangoulis J.C.R., Graham R.D. 2005. Selenium in Australia: Selenium status and biofortification of wheat for better health. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19: 75 – 82.

Maček R. 2005. Kemijska sestava in senzorične lastnosti kunčjega mesa slovenske mesne linije SIKa. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 59 str.

Majcen N. 2006. Določanje holesterola, oksidov holesterola in maščobnih kislin v morskih in sladkovodnih ribah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 79 str.

Matek M., Blanuša M., Grgič J. 2000. Determination of the daily dietary selenium intake in Croatia. *European Food Research and Technology*, 210: 155-160.

Mazej D. 2002. Določanje selena in njegove porazdelitve v bioloških vzorcih z metodo hidridne tehnike atomske fluorescenčne spektrometrije. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 97 str.

McCance R.A., Widdowson E.M. 2002. *The composition of foods*. 6<sup>th</sup> ed. Cambridge, Royal Society of Chemistry: 500 str.

McNaughton S. A., Marks G. C. 2002. Selenium content of Australian foods: A review of literature values. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 169-182.

Mohorko M. 2008. Vsebnost selena v krmnih dodatkih. Program nadzora in monitoringa krme 2005-2007. Interno gradivo. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano republike Slovenije, VURS- Veterinarska uprava Republike Slovenije. 3 str.

Oldfield J.E. 2002. *Selenium world atlas (updated edition)*. New York, STDA - Selenium-Tellurium Development Association

[www.stda.org](http://www.stda.org). (januar 2009): 4 str.

Pokorn D., Gregorič B., Poklar T., Eržen T. 1991. Ocena prehrane v domovih za starejše občane v Ljubljani. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 57: 259-271.

Pravilnik o kakovosti krme. 1989. Uradni list SFRJ, 45, 15: 393-399.

Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 34: 3956-3963.

Pravilnik o kakovosti, označevanju in pakiranju krme v prometu. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 34: 4008-4035.

Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izdaja. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 177-181.

Reilly C. 1998. Selenium: a new entrant into the functional food arena. Trends of Food Science and Technology, 9: 114-118.

Reilly C. 1996. Selenium in food and health. London, Weinheim, New York, Blackie Academics & Professional: 228-233.

Reilly C. 2002. Metal contamination of food. Its significance for food quality and human health. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford, Blackwell Science: 214 str.

SAS. 1999. SAS-STAT User's Guide. 4<sup>th</sup> ed. Cary, SAS Institute Inc.: 891-1230.

Schwarz K., Foltz C.M. 1957. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. Journal of the American Chemical Society, 79: 3292-3293.

Simonoff M., Hamon C., Moretto P., Llabador Y., Simonoff G. 1988. Selenium in foods in France. Journal of Food Composition and Analysis, 1: 295-302.

Sirichakwal P.P., Puwastien P., Polngam J., Kongkachuichai R. 2003. Selenium content of Thai foods. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 47-59.

Skoog D.A., West D.M., Holler F.J. 1988. Fundamentals of analytical chemistry. 5<sup>th</sup> ed. New York, Chicago, San Francisco, Saunders College Publishing: 39-43.

Smrkolj P. 2003. Ugotavljanje selena in njegove porazdelitve v izbranih živilih z metodo hidridne tehnike atomske fluorescenčne spektrometrije. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 103 str.

Smrkolj P., Pograjc L., Hlastan-Ribič C., Stibilj V. 2005. Selenium content in selected Slovenian foodstuffs and estimated daily intakes of selenium. Food Chemistry, 90: 691-697.

Smrkolj P., Žgur S., Stibilj V. 2003. Selen v govejem mesu izbranih pasem. Meso in mesnine, 4: 5-8.

Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 2008. Food composition and nutrition tables. 7<sup>th</sup> ed. Stuttgart, MedPharm Scientific Publishers; Boca Raton, London, New York, CRC Press: 231-471.

Stekar J., Muck O. 1971. Količina selena v žitnem zrnju. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 18: 13-17.

Suzuki K.T., Ogra Y. 2002. Metabolic pathway for selenium in the body: Speciation by HPLC-ICP MS with use of enriched Se. Food Additives and Contaminants, 19: 974-983.

Suzuki- Kazuo T. 2005. Metabolomics of selenium: Selenium metabolites based on speciation studies: Journal of Health Science, 51: 107-114.

Tinggi U. 2003. Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: A review. Toxicology Letters, 137: 103-110.

USDA. 2003. USDA National Nutrient Database for Standard Reference: Release 17. Nutrient Data Laboratory Home Page. Washington D C, USDA- U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR17/wtrank/sr17a317.pdf> (december 2008): 25 str.

Vandecasteele C., Block C.B. 1993. Modern methods for trace elements determination. Chichester, New York, John Wiley & Sons: 330 str.

Ventura, M.G., Stibilj V., do Carmo Freitas M., Pacheco A.M.G. 2008. Determination of ultratrace levels of selenium in fruit and vegetable amples grown and consumed in Portugal. Food Chemistry (2009), doi: 10.1016/j.foodchem.2008.10.089: 1-7.

Volk S. 2006. Določanje selena v ribah in ribjih izdelkih na slovenskem tržišču. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 84 str.

Žlender B. 2007. Jedilne porcije mesa in mesnih izdelkov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo. Osebni vir.



## ZAHVALA

Delo je opravljeno in tu je priložnost, da se spomnim vseh, ki ste mi kakorkoli pomagali.

Iskrena hvala somentorici prof. dr. Vekoslavi Stibilj, ker me je veliko naučila med delom na Institutu, velikokrat in potrpežljivo brala in urejala diplomsko nalogo.

Iskreno se zahvaljujem mentorici prof. dr. Tereziji Golob, za popravke, svetovanje in vodenje skozi pisno oblikovanje naloge in za trud pri popravljanju.

Najlepša hvala tudi recenzentu prof. dr. Božidarju Žlendru za hitre popravke in strokovne nasvete.

Hvala tudi zaposlenim na Institutu Jožef Stefan, na Odseku za znanosti o okolju, ki so mi pomagali pri laboratorijskem delu.

Hvala tudi dr. Tomažu Polaku, ki mi je zagotovil podatke o vzorcih.

Hvala doc. dr. Lei Gašperlin za prijaznost in pomoč pri statistični obdelavi podatkov.

Hvala ge. Barbari Slemenik in ge. Lini Burkan za pomoč pri iskanju literature in nasvete pri grafičnem oblikovanju. Hvala tudi ge. Ivici Hočevar za pregled diplomske naloge.

Hvala moji družinici, tebi Milan, ker si moj, mi stojiš ob strani in si v oblikovanje diplomskega dela vložil veliko truda. Hvala tebi moja Manca, ker si šla spat, ko sem morala pisati. Ker si pridno sedela v naročju in mi hotela pomagati, kot praviš, pri diplomaciji. Hvala moja dva sončka.

Hvala tudi moji družini v Zburah. Brez vas, še posebej brez tebe mami ne bi nikoli zmogla. Hvala za neštete ure, ko si pazila na Manco. Tvoja pomoč je neprecenljiva. Diplomsko delo posvečam tebi oči, ker vem, da bi bil ti najbolj vesel mojega uspeha. Danes te bolj kot kdaj koli prej pogrešam ob sebi.

Hvala stricu Ivanu in teti Mileni za stanovanje v času študija. Hvala tudi Francki.

Hvala g. Klemnu Velkavrhju za pomoč pri grafičnem oblikovanju naloge in ge. Sabini Zalokar za lektoriranje.

Še enkrat hvala vsem, ki ste mi stali ob strani. Ni bilo lahko in trajalo je dolgo, da sem prišla do cilja, vendar je bilo vredno.

## PRILOGE:

### Priloga: Podatki o vzorcih

Šifra	Izdelek/Vrsta	Proizvajalec/Mišiča	Opombe	Voda (g/100g)	Beljakovine (g/100g)	Mastčobe (g/100g)	Pepel (g/100g)	Konc. Se (ng/g)
001-1	Klasična hrenovka	MIP	Klasična hrenovka	57,25	13,56	29,68	2,71	43,61
002-1	Klasična hrenovka	MIP	Klasična hrenovka	59,92	13,35	25,39	2,59	31,70
003-1	Klasična hrenovka		Klasična hrenovka	64,18	13,60	20,80	2,46	22,21
004-1	Klasična hrenovka	Celjske mesnine	Klasična hrenovka	63,81	13,04	20,96	2,61	25,28
005-1	Klasična hrenovka	Pomurka	Klasična hrenovka	55,33	12,41	30,01	2,54	39,87
006-1	Klasična hrenovka	Pomurka	Klasična hrenovka	54,48	11,54	30,50	2,51	42,55
007-1	Piščanja hrenovka	Perutnina Ptuj	Piščanja hrenovka	60,86	12,56	24,56	3,41	75,01
008-1	Piščanja hrenovka	Perutnina Ptuj	Piščanja hrenovka	60,65	13,49	21,42	3,47	75,05
009-1	Piščanja hrenovka	Pivka perutninarstvo	Piščanja hrenovka	58,66	14,52	26,57	2,82	85,77
010-1	Piščanja hrenovka	Pivka perutninarstvo	Piščanja hrenovka	57,32	14,22	27,32	2,87	81,08
011-1	Piščanja hrenovka	Žerak	Piščanja hrenovka	55,92	11,94	27,40	2,91	57,05
012-1	Piščanja hrenovka	Žerak	Piščanja hrenovka	55,58	12,01	26,97	2,86	58,32
013-1	Kuhan pršut	MIP	Kuhan pršut	73,32	14,82	5,01	3,45	66,39
014-1	Kuhan pršut	MIP	Kuhan pršut	73,30	16,48	6,65	3,19	58,42
015-1	Kuhan pršut	Kras	Kuhan pršut	74,00	20,87	2,85	3,48	95,73
016-1	Kuhan pršut	Kras	Kuhan pršut	75,58	19,36	3,43	3,60	62,51
017-1	Šunka v ovitku	Pomurka	Šunka v čevu	77,81	16,20	2,66	3,19	67,66
018-1	Šunka v ovitku	Pomurka	Šunka v čevu	77,50	16,18	2,87	3,23	86,11
019-1	Piščanje prsi v ovitku	Perutnina Ptuj		73,77	21,07	1,81	3,15	76,26
020-1	Piščanje prsi v ovitku	Perutnina Ptuj		74,75	23,01	2,05	2,88	64,44
021-1	Piščanje prsi v ovitku	Pivka perutninarstvo		77,53	16,59	1,73	3,23	56,91
022-1	Piščanje prsi v ovitku	Pivka perutninarstvo		78,08	16,90	1,36	3,22	53,13
025-1	Kranjska klobasa	MIP		56,81	19,41	20,09	3,65	71,43
026-1	Kranjska klobasa	MIP		56,68	20,11	19,61	3,58	67,51
027-1	Kranjska klobasa	Kras		54,85	17,31	22,91	2,81	78,61
028-1	Kranjska klobasa	Kras		57,03	17,80	20,59	2,85	66,77
029-1	Kranjska klobasa	Podobnik		54,13	20,77	21,11	3,53	80,39
030-1	Kranjska klobasa	Podobnik		56,87	19,10	18,35	3,62	63,02
031-1	Zimska salama	MIP		21,81	28,55	44,81	5,33	124,29
032-1	Zimska salama	MIP		24,47	25,53	45,30	5,30	118,94
033-1	Zimska salama	Kras		26,56	25,29	44,84	5,72	125,24
034-1	Zimska salama	Kras		25,04	24,45	44,59	5,67	103,89
035-1	Zimska salama	Litijske mesnine		30,50	28,68	35,66	5,16	121,58
036-1	Zimska salama	Litijske mesnine		30,69	29,53	32,46	5,50	112,71
037-1	Kraški pršut	MIP	Ne ustreza pravilniku	44,30	38,24	6,49	9,89	168,38
038-1	Kraški pršut	MIP	Ne ustreza pravilniku	54,00	30,25	7,24	7,99	104,17
039-1	Kraški pršut	Kras		52,97	30,93	8,19	6,82	156,47
040-1	Kraški pršut	Kras		46,95	35,20	7,86	8,70	119,79
041-1	Kraški pršut	Lokev		57,88	26,33	7,97	6,99	119,58
042-1	Kraški pršut	Lokev		54,76	29,75	6,86	8,12	130,61
050-1	Svinina	TB	Radgona 05.05.2005	75,51			1,03	68,96
051-1	Svinina	LL	Radgona 05.05.2005 1-4 lombalno vretence	74,59			1,02	67,60
052-1	Svinina	BF	Radgona 05.05.2005	73,59			1,06	69,84
053-1	Svinina	TB	Šentjur 05.05.2005	75,28			1,07	101,95
054-1	Svinina	LL	Šentjur 05.05.2005 1-4 lombalno vretence	75,71			1,01	105,69
055-1	Svinina	BF	Šentjur 05.05.2005	74,72			1,17	110,35
056-1	Svinina	TB	Šentjur 05.05.2005	75,47			1,03	93,79
057-1	Svinina	LL	Šentjur 05.05.2005 1-4 lombalno vretence	72,04			1,02	92,81
058-1	Svinina	BF	Šentjur 05.05.2005	75,24			0,99	89,95
059-1	Svinina	TB	Šentjur 05.05.2005	74,08			1,09	95,94

...nadaljevanje priloge

Šifra (ng/g)	Izdelek/Vrsta	Proizvajalec/Mišica	Opombe	Voda (g/100g)	Beljakovine (g/100g)	Masčobe (g/100g)	Pepel (g/100g)	Konc. Se
060-1	Svinina	LL	Šentjur 05.05.2005 1-4 lombalno vretence	73,74			1,02	95,71
061-1	Svinina	BF	Šentjur 05.05.2005	75,11			1,02	100,28
062-1	Svinina	TB	ID 234	74,13			1,09	81,39
063-1	Svinina	LL	ID 234	74,74			1,08	82,10
064-1	Svinina	BF	ID 234	72,39			1,05	77,55
065-1	Svinina	TB	ID 213	74,89			1,15	78,12
066-1	Svinina	LL	ID 213	74,49			1,18	80,33
067-1	Svinina	BF	ID 213	73,97			1,06	76,85
068-1	Govedina	TB	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 526	73,52	21,97	3,49	1,17	86,19
069-1	Govedina	LL	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 526	72,98	22,70	1,82	1,27	92,02
070-1	Govedina	BF	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 526	74,57	23,28	1,75	1,32	84,09
071-1	Govedina	TB	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 067	73,38	22,04	4,13	1,36	29,55
072-1	Govedina	LL	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 067	73,49	22,25	3,40	1,35	28,87
073-1	Govedina	BF	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 067	72,98	22,00	4,00	1,30	28,01
074-1	Govedina	TB	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 074	74,92	22,19	3,53	1,40	44,48
075-1	Govedina	LL	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 074	73,72	22,06	3,41	1,22	38,61
076-1	Govedina	BF	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 074	75,18	21,72	2,25	1,49	29,56
077-1	Govedina	TB	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 509	75,21	22,38	3,00	1,15	46,82
078-1	Govedina	LL	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 509	73,80	22,86	3,23	1,23	50,33
079-1	Govedina	BF	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 509	75,42	23,65	2,08	1,11	45,04
080-1	Govedina	TB	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 507	75,18	22,45	2,66	1,11	38,47
081-1	Govedina	LL	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 507	74,00	22,45	2,37	1,08	49,07
082-1	Govedina	BF	zakol 01.02.05; starost pod 24 mesecev; 507	74,14	21,32	2,54	1,26	41,35
083-1	Govedina	TB	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 043	76,29	22,28	2,69	1,16	24,96
084-1	Govedina	LL	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 043	73,46	22,46	2,31	1,16	26,91
085-1	Govedina	BF	zakol 03.02.05; starost pod 24 mesecev; 043	75,35	22,46	1,74	1,39	26,46
086-1	Sardele	Delamaris	ulov 11.05.2005 Koprski zaliv (10 rib)	72,02	19,50	5,00	3,13	776,74
087-1	Sardele	Delamaris	ulov 11.05.2005 Koprski zaliv (10 rib)	72,11	19,75	4,43	2,57	708,68
088-1	Sardele	Delamaris	ulov 11.05.2005 Koprski zaliv (10 rib)	72,50	19,35	4,00	2,56	713,12
089-1	Sardele	Delamaris	ulov 12.05.2005 Koprski zaliv (10 rib)	73,27	20,28	3,49	2,72	726,21
090-1	Sardele	Delamaris	ulov 12.05.2005 Koprski zaliv (10 rib)	72,05	19,86	4,00	2,54	714,54
091-1	Sardele	Delamaris	ulov 12.05.2005 Koprski zaliv (10 rib)	72,23	19,53	3,88	2,52	748,39
092-1	Postrvi	Gamelhe	14 mesecev (dve ribi)	77,84	19,21	3,16	1,26	126,93
093-1	Postrvi	Gamelhe	14 mesecev (dve ribi)	75,57	19,39	4,46	1,22	123,95
094-1	Postrvi	Gamelhe	14 mesecev (dve ribi)	75,48	18,83	5,29	1,18	135,66
095-1	Postrvi	Gamelhe	14 mesecev (dve ribi)	74,55	17,91	5,41	1,18	117,96
096-1	Postrvi	Ilirska Bistrica	18 mesecev (dve ribi)	73,51	18,89	5,14	1,36	184,48
097-1	Postrvi	Ilirska Bistrica	18 mesecev (dve ribi)	73,80	19,49	6,52	1,42	184,12
098-1	Jagnje	TB						115,41
099-1	Jagnje	LL						108,36
100-1	Jagnje	BF						94,99
101-1	Jagnje	TB						99,49
102-1	Jagnje	LL						88,63
103-1	Jagnje	BF						94,37
104-1	Jagnje	TB						103,09
105-1	Jagnje	LL						108,01
106-1	Jagnje	BF						120,95
107-1	Jagnje	TB						121,37
108-1	Jagnje	LL						115,59

...nadaljevanje priloge

Šifra	Izdelek/Vrsta	Proizvajalec/Mišica	Opombe	Voda (g/100g)	Beljakovine (g/100g)	Masčobe (g/100g)	Pepel (g/100g)	Konc. Se (ng/g)
110-1	Jagnje	TB						112,82
111-1	Jagnje	LL						101,69
112-1	Jagnje	BF						104,48
113-1	Jagnje	TB						114,84
114-1	Jagnje	LL						111,1
115-1	Jagnje	BF						111,68
116-1	Kunec	zadnji del	SIKA kontrola (105 dni stari)	72,88	21,82	4,57	1,16	85,38
117-1	Kunec	zadnji del	SIKA kontrola (105 dni stari)	70,45	20,64	6,80	1,23	81,39
118-1	Kunec	zadnji del	SIKA kontrola (105 dni stari)	72,62	22,30	4,12	1,28	77,21
119-1	Kunec	zadnji del	SIKA kontrola (105 dni stari)	72,61	21,62	5,36	1,23	83,28
120-1	Kunec	zadnji del	SIKA kontrola (105 dni stari)	73,17	21,91	5,63	1,25	73,37
121-1	Kunec	zadnji del	SIKA kontrola (105 dni stari)	71,33	20,14	7,66	1,13	73,85
122-1	Piščanje prsi s kožo	Perutnina Ptuj						52,56
123-1	Piščanje prsi s kožo	Perutnina Ptuj						60,65
124-1	Piščanje prsi s kožo	Perutninarstvo Pivka						70,59
125-1	Piščanje prsi s kožo	Perutninarstvo Pivka						73,87
126-1	Piščanje prsi s kožo							
127-1	Piščanje prsi s kožo							
128-1	Piščanja bedra s kožo	Perutnina Ptuj						63,61
129-1	Piščanja bedra s kožo	Perutnina Ptuj						67,48
130-1	Piščanja bedra s kožo	Perutninarstvo Pivka						76,28
131-1	Piščanja bedra s kožo	Perutninarstvo Pivka						77,58
132-1	Piščanja bedra s kožo							
133-1	Piščanja bedra s kožo							
134-1	Piščanje prsi	Perutnina Ptuj						61,95
135-1	Piščanje prsi	Perutnina Ptuj						58,14
136-1	Piščanje prsi	Perutninarstvo Pivka						69,34
137-1	Piščanje prsi	Perutninarstvo Pivka						63,44
138-1	Piščanje prsi							90,11
139-1	Piščanje prsi							97,76
140-1	Piščanja bedra	Perutnina Ptuj						67,22
141-1	Piščanja bedra	Perutnina Ptuj						65,78
142-1	Piščanja bedra	Perutninarstvo Pivka						84,13
143-1	Piščanja bedra	Perutninarstvo Pivka						73,61
144-1	Piščanja bedra							95,05
145-1	Piščanja bedra							103,83
146-1	Piščanja krila							54,11
147-1	Piščanja krila							66,38
148-1	Piščanja krila							68,48
150-1	Piščanja krila							71,48
151-1	Piščanja krila							69,93
152-1	Puranje prsi	Perutnina Ptuj-Jata						57,81
153-1	Puranje prsi	Perutnina Ptuj-Jata						57,2
154-1	Puranje prsi	Perutninarstvo Pivka						68,42
155-1	Puranje prsi	Perutninarstvo Pivka						67,49
158-1	Puranja bedra							74,75
159-1	Puranja bedra							70,89
160-1	Puranja bedra							82,9
161-1	Puranja bedra							77,03
164-1	Piščanja krila							95,42