

## TEORETIČNI IN PRAKTIČNI VIDIKI IMUNOKASTRACIJE THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF IMMUNOCASTRATION

Nina Batorek-Lukač<sup>1</sup>, Martin Škrlep<sup>1</sup>, Maja Prevolnik-Povše<sup>2</sup>, Marjeta Čandek-Potokar<sup>1,2\*</sup>

### IZVLEČEK

Zaradi poseganja v dobrobit živali in nasprotovanja javnosti je v EU predvidena ukinitve kirurške kastracije prašičev do leta 2018, obenem pa se izvajajo intenzivne raziskave možnih alternativ - kastracije z anestezijo/analgezijo, seksiranja semena, reje merjascev in imunokastracije. Pričujoča publikacija se osredotoča na imunokastracijo, opredeljuje njen princip delovanja in v primerjavi z ostalimi alternativami ovrednoti njen vpliv na metabolizem, eliminacijo vonja po merjascu, produktivnost, rastne lastnosti, kakovost klavnih trupov, dobrobit živali, ekonomiko reje in sprejemljivost za javnost. Čeprav kaže, da se bo za trg svežega mesa uveljavila reja merjascev, pa imunokastracija ostaja dobra alternativa, saj zagotavlja eliminacijo vonja po merjascu, v primerjavi s kirurškimi kastrati izboljšanje rastnih parametrov, v primerjavi z merjasci pa je primernejša z vidika dobrobiti živali ter kakovosti in primernosti mesa v primeru pitanja do večje starosti/teže.

**Ključne besede:** prašiči, imunokastracija, dobrobit, produktivnost, kakovost mesa, odnos javnosti

### ABSTRACT

Due to the welfare problem and strong public opposition, a ban on piglet castration in the EU is foreseen by the end of 2018. Alternatives to surgical castration (surgical castration with anesthesia/analgesia, sperm sexing, rearing of entire males, immunocastration) are therefore intensively studied. The present publication focuses on immunocastration, defines its physiological principles and – in comparison with other alternatives – evaluates its effect on metabolism, boar taint elimination, productivity, growth characteristics, carcass and meat quality, animal welfare, economics of rearing and public acceptability. Although the current trends show that rearing of entire males is to become a predominant practice in the future (at least for supplying the market of fresh meat), immunocastration still remains a good alternative as it provides efficient way for boar taint elimination, improves growth parameters and animal welfare compared with surgical castrates, and ensures better meat quality in comparison to boars, especially in the case of fattening to higher weights/age.

**Key words:** pigs, immunocastration, welfare, performance, meat quality, public acceptance

<sup>1</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

<sup>2</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, SI-2311 Hoče

\* [✉meta.candek-potokar@kis.si](mailto:meta.candek-potokar@kis.si)

## UVOD

Kastracija pujskov moškega spola je ustaljena praksa v večini prašičerejskih dežel, v evropski uniji pa je trenutno dovoljena do starosti enega tedna (Direktiva komisije 2008). Glavni razlog za omejeno prakso je preprečevanje razvoja vonja po merjascu. Vonj po merjascu (tudi spolni vonj) je neprijeten vonj mesa, ki ga večina potrošnikov zavrača (Weiler in sod., 2000). Za njegov nastanek sta v glavnem odgovorni dve substanci: androstenon in skatol (Patterson, 1968; Walstra in Marse, 1970). Androstenon je testikularni steroid brez anabolnega učinka s poudarjenim vonjem po urinu. Nastaja v Leydigovih celicah testisov spolno zrelih živali in se zaradi lipofilnega karakterja nalaga v maščobnem tkivu v mnogo večjih koncentracijah kot ostali steroidni hormoni (Gower, 1972). Androstenon služi kot feromon, izloča se namreč tudi preko sline, pri čemer sproža spolno vedenje pri svinjah. V nasprotju z androstenonom skatol nima nobene znane fiziološke funkcije. Za večino živali je strupen, medtem ko so prašiči nanj relativno odporni. Skatol je produkt bakterijske razgradnje aminokislina triptofan v debelem črevesju, od koder se ga del izloči s fecesom, del pa absorbira v krvni obtok in razgradi v jetrih (Zamaratskaia in Squires, 2009). Njegovo jetno presnovo zavirajo steroidni hormoni, tako se ob povišani količini androstenona v telesu poviša tudi skatol (Doran in sod., 2006), ki se zaradi svoje lipofilne narave prav tako nalaga v maščobnem tkivu in daje mesu vonj po fekalijah. V Evropi se na področju kastracije pujskov napovedujejo korenite spremembe. Zaradi povzročene bolečine (McGlone in sod., 1993; Prunier in sod., 2006) je omenjeni postopek deležen vse ostrejših kritik javnosti in v EU obstaja močna iniciativa za njeno prepoved ([http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/initiatives\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/initiatives_en.htm); <http://boars2018.com/>). Hkrati pa potekajo intenzivne raziskave alternativnih možnosti, diagnostike spolnega vonja in harmonizacije analitskih metod ([http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=urisrv:OJ.C\\_2011.243.01.0005.01](http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=urisrv:OJ.C_2011.243.01.0005.01) ENG).

## ALTERNATIVE

Predvidene alternative so kirurška kastracija z uporabo analgetike/ anestetizije, seksiranje semena (reja izključno ženskih živali), selekcija na zmanjšan spolni vonj, reja merjaščkov in imunokastracija, pri čemer sta (vsaj s praktičnega stališča) najbolj verjetni slednji dve. Pričujoča publikacija pa se osredotoča na imunokastracijo, ki je med drugim tudi predmet študij naše raziskovalne skupine v zadnjih petih letih.

**Kirurška kastracija brez anestezije** je trenutno dovoljena pri novorojenih pujskih do starosti 1 tedna. Pri posegu se po fiksaciji živali z ostrim rezilom prereže skrotum, izvleče ter odstrani moda tako, da se prereže semensko povesmo. S kastracijo se prepreči razvoj vonja po merjascu, pojav prekomerne agresivnosti in spolnega vedenja. Postopek je za pujske boleč in stresen, odprta rana pa poveča možnost bakterijskih okužb. Kasneje v pitanju imajo kastrati tudi slabše proizvodne rezultate (večja konzumacija krme, večja zamaščenost trupa) kot merjasci (Prunier in sod., 2006)

**Kastracija z uporabo anestezije/ analgetizije** je v osnovi enaka, le da se z uporabo farmakoloških sredstev pujskom med posegom

omili ali prepreči bolečino. Možna je uporaba lokalnega anestetika z aplikacijo pod kožo, v moda oz. semensko povesmo, ali pa uporaba splošne anestezije (najpogosteje s CO<sub>2</sub>). Kljub lajšanju bolečine ima postopek vrsto slabosti. Uporaba farmakoloških sredstev in aparaturo predstavlja izdaten strošek, postopek je zapleten (predvsem za rejca) in ne zagotavlja kontrole nad učinkovitostjo lajšanja bolečine (de Roest in sod., 2009).

**Seksiranje semena** je metoda, kjer se s pomočjo posebne aparature na podlagi razlike v električnem naboju loči moške in ženske semenčice, kar daje možnost reje izključno ženskega potomstva. Vendar je metoda tehnološko slabo razvita in zaenkrat neprimerna za komercialno uporabo v prašičereji (Hofmo, 2006), saj je merjaščovo seme v primerjavi z drugimi živalskimi vrstami zelo občutljivo na manipulacijo.

**Reja nekastriranih samcev (merjascsev)** je običajna praksa v nekaterih državah (Združeno kraljestvo, Irska, Španija, Portugalska), postopno pa jo uvajajo tudi nekatere prašičerejske verige na Nizozemskem, Nemčiji, Belgiji in Franciji. V primerjavi s kastrati je reja merjascsev stroškovno ugodnejša (ni stroškov kastracije in izpada zaradi okužb kastracijske rane, boljši je izkoristek krme in večja mesnatost). Vendar je tovrstna reja tudi napornejša za rejca in živali same (več agresije in spolnega obnašanja), obstaja pa tudi možnost pojava spolnega vonja (zavračanje s strani potrošnikov), slabše kakovosti mesa (povečana trdota, slabše vezanje vode, manjša zamaščenost), ter manjše primernost za predelavo v sušene mesne izdelke (Bonneau, 1998; de Roest in sod., 2009)

## IMUNOKASTRACIJA

Postopek temelji na cepljenju z vakcino proti gonadotropin sproščujočemu hormonu (GnRH) in izkorišča naravni imunski sistem živali za doseganje učinkov klasične kastracije. Reprodukcijsko aktivnost samcev namreč nadzira povezano delovanje verige treh glavnih endokrinih žlez: hipotalamusa, hipofize in mod. Kot najvišji v verigi hipotalamusa izloča GnRH, ki preko portalnega ožilja potuje v hipofizo in spodbuja sproščanje folikel stimulirajočega (FSH) in luteinizirajočega (LH) hormona, katerih ciljni organ so moda. Medtem, ko FSH pospešuje razvoj moških spolnih celic (spermatogenezo), LH stimulira izločanje steroidnih hormonov (androgenov, estrogenov in androstenov), ki so prav tako ključnega pomena za normalno reprodukcijsko funkcijo, hkrati pa vplivajo tudi na metabolizem, vedenje in razvoj spolnega vonja. Prve študije z imunokastracijo so bile opravljene že pred več kot dvajsetimi leti (Caraty in Bonneau, 1986; Falvo in sod., 1986; Awoniyi in sod., 1988), vendar zaradi vsebnosti močnih adjuvansov niso bile primerne za praktično uporabo. Komercialno vakcino (Improvac®) so najprej začeli uporabljati v Avstraliji in Novi Zelandiji v devetdesetih letih, trenutno pa je registrirana za uporabo že v več kot 50 deželah po svetu, vključno z Brazilijo (kjer se tudi najbolj intenzivno uporablja), Švico in EU (od leta 2009).

Cepivo samo ne vsebuje hormona, temveč njegov fiziološko neaktiven nadomestek, vezan na proteinski nosilec, ki sproži v telesu tvorbo protiteles proti lastnemu GnRH. Protitelesa nevtalizirajo omenjeni hormon in s tem prekinajo stimulacijo hi-

potalamo-hipofizno-gonadne (HHG) osi, posledično preprečijo tvorbo spolnih hormonov, povzročijo regresijo spolnih žlez ter spremembo v metabolizmu, kar v končni fazi vodi do sprememb v vedenju (manjša agresivnost, večji apetit in posledično konzumacija krme), sestavi telesa (večje nalaganje maščob in hitrejša rast) ter, kot najpomembnejšega, prekinjene tvorbe androstenona ter posledične eliminacije spolnega vonja. Učinek imunokastracije je primerljiv kirurški kastraciji, kjer se z odstranitvijo testisov doseže podobne učinke. Za doseganje ustreznega učinka je potrebno cepivo aplicirati dvakrat z razmikom vsaj štirih tednov. Kljub temu, da karence ni, je drugo vakcinacijo priporočljivo izvesti vsaj štiri do šest tednov pred predvidenim zakolom, ko naj bi se zagotovo izločile substance spolnega vonja iz maščobnega tkiva (<http://www.improvac.co.nz/sites/improvac/en-NZ/Pages/technicalinformation.aspx>). Imunokastracija ima tudi svoje negativne aspekte, poleg monopolnega položaja proizvajalca in strahu pred negativnim odzivom javnosti je njena slabost še ta, da ima cepivo enak učinek tudi pri ljudeh, zato je ob nevarnosti avtoimunizacije potrebno natančno upoštevati pravila varnosti pri delu.

## Fiziološki odziv na imunokastracijo (reprodukcijski organi, vonj po merjascu)

Imunokastracija se je izkazala kot zelo učinkovita pri redukciji vonja po merjascu. Učinek cepiva se pri večini živali pokaže že zelo kmalu po drugi aplikaciji. Že v prvem tednu pride do hitrega porasta protiteles proti GnRH, kar povzroči, ob prekinitvi HHG osi, tudi hiter padec gonadalnih steroidov med njimi tudi androstenona v plazmi (Claus in sod., 2007). Za očiščenje obeh komponent vonja po merjascu je potrebno nekoliko več časa. Proizvajalec vakcine priporoča vsaj 4-tedenski interval med drugo vakcinacijo in zakolom. Čeprav nedavne študije (Lealiifano in sod., 2011; Kubale in sod., 2013) navajajo padec koncentracije androstenona in skatola v maščobnem tkivu pod mejo senzorične zaznavnosti že dva tedna po uspešni imunizaciji, velja tu omeniti dejstvo, da rezultati temeljijo na živalih, zaklanih pod komercialnimi pogoji (starost cca 6 mesecev), ki so še v fazi spolnega dozorevanja, zato trdnih zaključkov o času, potrebnem za očiščenje spolnega vonja, ne moremo podati. Hkrati s padcem steroidnih hormonov je učinek imunokastracije viden tudi na spolnih organih, zmanjšana so moda in pomožne spolne žleze (Bonneau, 2010), pri čemer imunizacija najmočneje vpliva na mehurniko, sledijo ji moda in čebulnica. Učinek je viden tudi na histološkem nivoju kot atrofija Leydigovih celic, germinativnega epitela in prenehanje spermatogeneze (moda) ter zmanjševanje velikosti žleznih acinusov in izginevanje izločka pomožnih spolnih žlez (Kubale in sod., 2013). Čeprav raziskave kažejo, da učinek imunokastracije persistira tudi do 22 tednov (Zamaratskaia in sod., 2008), naj le-ta ne bi bil trajen. Dokazana je bila progresivna restavracija testikularnega delovanja in povišanje ravni androstenona po 12 tednih (Claus in sod., 2008), medtem ko je raziskava z različnimi časovnimi okviri cepljenja (Einarsson in sod., 2009) nakazala na dejstvo, da je ireverzibilna izguba reprodukcijske sposobnosti najverjetneje povezana z zgodnejšim cepljenjem. Glede učinkovitosti imunizacije pa je treba omeniti tudi dejstvo,

da nekatere živali nanjo ne reagirajo (t.i. »non-responderji«), kot je bilo dokazano v nekaterih tujih (Zeng in sod., 2002; Jaros in sod., 2005) in tudi domačih študijah (Škrlep in sod., 2012a; Kubale in sod., 2013). Številni živali, ki na cepljenje ne reagirajo je sicer relativno majhno (1-3 %) in naj bi bilo podobno številu kriptorhidov ob klasični kirurški kastraciji. Razlogi so lahko različni, od slabe imunološke odzivnosti do tehnično nepravilno izvršene imunizacije. Omenjene živali so podobne nekastriranim samcem in razvijejo vonj po merjascu. Vsekakor bo morala industrija ob uveljavitvi imunokastracije in/ali reje merjaščkov vzpostaviti sistem nadzora nad prisotnostjo vonja po merjascu na klavni liniji. Trenutno ni razvitih zanesljivih metod za tovrstno detekcijo, nekateri proizvajalci se zanašajo na vonjanje maščobnega tkiva (trenirani ocenjevalci, t.i. metoda »human nose«) po ožiganju (Bekaert in sod., 2013). V primeru imunokastracije je potrebno na klavni liniji prepoznati neuspešno imunizirane živali, za kar rabimo hitro, enostavno vendar učinkovito metodo. Ocena na osnovi velikosti testisov ni dovolj zanesljiva, saj bi bilo potrebno upoštevati še velikost pomožnih spolnih žlez (Bonneau, 2010; Candek-Potokar in sod., 2014).

## Vpliv na produktivnost, rastne lastnosti in kakovost klavnega trupa

Glede na meta-analizo številnih študij (Batorek in sod., 2012a) imunokastrati (gledano za celotno obdobje pitanja, i.e. med prvo vakcinacijo in zakolom) v hitrosti rasti prekašajo tako kirurške kastrate (SC) kot merjascce (EM), hkrati pa konzumirajo več krme kot EM in manj kot SC, pri čemer so tudi po konverziji krme boljši kot SC in nekoliko slabši od EM. Razlog za to je dejstvo, da so imunokastrati (IC) do učinkovite imunizacije fiziološko enakovredni merjascem in tako izkoriščajo prednosti njihovega rastnega potenciala. Po drugi vakcinaciji se zaradi sprememb v hormonskem statusu (i.e. padcu steroidnih hormonov ter porastu leptina ob sočasno relativno visokih rezidualnih vrednostih IGF-1 in somatotropina (Kubale in sod., 2013; Batorek in sod., 2012b)), pri imunokastratih poveča konzumacija krme in hitrost rasti. Raziskava Batorek in sod. (2013a) je pokazala, da se po učinkoviti imunizaciji metabolizem IC preusmeri v povečano nalaganje maščob na račun manjših izgub toplote, medtem ko prirast mišične mase ostane na enakem nivoju kot pri EM. V nasprotju s tem SC nalagajo maščobo na račun beljakovin. Pri tem velja še poudariti, da se omenjene raziskave nanašajo na t.i. pozno imunokastracijo (prva vakcinacija se izvede v začetku pitanja, druga pa večinoma 4-6 tednov pred zakolom), medtem ko so študije z zgodnjo imunokastracijo redke, saj tovrstni postopek ne prinaša ekonomskih prednosti. Na splošno je zamaščevanje pri imunokastratih precej odvisno od časovnega okvira imunizacije oz. od obdobja med imunizacijo in zakolom (Turkstra in sod., 2002; Lealiifano in sod., 2011; Škrlep in sod., 2012b). Daljši ko je čas med drugim cepljenjem in zakolom, večje je zamaščevanje klavnega trupa. Čeprav je večja zamaščenost (posebno še, če gre za vsebnost intramuskularne maščobe) zaželena s stališča senzorične sprejemljivosti, pa ima negativen vpliv na ekonomiko reje. Opravljena meta-analiza (Batorek in sod., 2012a) je tako pri IC dokazala večjo zamaščenost klavnih trupov in posledično manjšo mesnatost v primerjavi

vi z EM, medtem ko so bile teže glavnih klavnih kosov podobne. Primerjava IC s SC je po drugi strani pokazala manjšo zamaščenost (in večjo mesnatost), večjo težo stegna, plečeta in nižjo težo potrebušine. Eden od načinov za nadzor nad zamaščenjem je uravnavanje prehrane med pitanjem. Naše nedavne raziskave so pokazale, da je možno z restriktivnim vnosom krmil (80 % vnosa *ad libitum*, Batorek in sod., 2012b) oz. energijsko revnejše krme (5 do 9 %, Batorek et al., 2013b) precej izboljšati mesnatost na račun manjšega zamaščenja.

#### Vpliv na kakovost mesa

Glede na izsledke meta-analize (Batorek in sod., 2012a) imajo imunokastrati glede kakovosti mesa prednost pred merjasci. Izkazujejo namreč višjo vsebnost intramuskularne maščobe ter nižjo trdoto mesa, kar je ugodno predvsem s stališča senzorične kakovosti. Po drugi strani pa je bilo meso imunokastratov povezano z nekoliko višjo izsejo, nižjo vrednostjo pH in svetlejšo barvo, kar je s stališča kakovosti negativno. V primerjavi s kirurškimi kastrati se imunokastrati od njih niso razlikovali v nobeni od preiskovanih lastnosti mesa.

Po trenutnih trendih naj bi se ob napovedani prepovedi kirurške kastracije v EU uveljavila reja merjaščkov, za katere pa je nedavno objavljena meta-analiza pokazala, da izražajo slabšo kakovost (manjšo zamaščenost, slabšo sposobnost za vezanje vode in večjo trdoto) kot kirurški kastrati (Pauly in sod., 2012) hkrati pa jih je zaradi nevarnosti pojava spolnega vonja treba žrtvovati mlajše. Omenjeno lahko posebno slabo vpliva na industrijo sušenih mesnih izdelkov (ki potrebujejo surovino višje kakovosti), kar bi lahko bila težava tudi za slovenske predelovalce pršuta, ki se skoraj izključno oskrbujejo na evropskih trgih. Čeprav na tem področju še primanjkuje ustreznih raziskav/informacij, se imunizacija proti GnRH lahko izkaže kot zanimiva rešitev v primeru daljšega pitanja (na večje teže) ali na študijem v posebnih sistemih reje (npr. ekološka reja). Obstoječe študije (Boler in sod., 2011; Font i Furnols in sod., 2012) so potrdile, da so imunokastrati podobni kirurškemu kastratom tako po ustreznosti mesa kot maščobnega tkiva (količina, maščobno-kislinska sestava). V naši nedavni raziskavi (Škrlep in sod., 2014a, b), kjer smo primerjali ustreznost surovine, ki je izvirala od imunokastratov in merjascev, za predelavo v pršut, so se imunokastrati izkazali kot primernejši, saj smo jih povezali z manjšimi izgubami med predelavo, manjšo slanostjo ter večjo mehko in v vsebnosti intramuskularne maščobe v končnem izdelku, čeprav izrazitih razlik v senzorični kakovosti nismo zaznali (niti ne razlik v tujih vonjih, okusu).

#### Vpliv na dobrobit živali

Imunokastracija se je izkazala kot relativno dobra alternativa s stališča dobrobiti živali. V primerjavi s klasično kirurško kastracijo brez anestezije izključuje bolečino ob posegu; bolečina pa je omejena le na vbod injekcijske igle ob vakcinaciji (Prunier in sod., 2006), medtem ko živali večinoma ne izražajo vidnih kožnih reakcij na cepivo oz. so v te prehodnega značaja (Einarsson, 2006). V primerjavi z rejo merjascev, imunokastracija zmanjšuje agresivno obnašanje v obdobju, ko se zaradi spolnega dozorevanja le-to začne pojavljati (i.e. v starosti 5-6 mesecev). Vedenje

imunokastratov kmalu po učinkoviti imunizaciji postane podobno tistemu pri klasičnih kastratih, medtem ko so se prej obnašali podobno kot merjasci. Praktično to pomeni zmanjšano agresivnost, manj naskakovanja, hkrati pa se poveča količina aktivnosti, povezanih s hranjenjem (Cronin in sod., 2003; Rydhmer in sod., 2010). Mirnejše obnašanje je pomembno tudi s stališča kvalitete klavnih trupov, saj je povezano z manjšo incidenco kožnih lezij, ki nastanejo kot posledica agresije med prevozom na klavno linijo (mešanje skupin in posledično ponovno hierarhično rangiranje živali) in so dober indikator dobrobiti živali (Turner in sod., 2006). V eni izmed raziskav v slovenskih rejskih razmerah (Škrlep in sod., 2011) smo ugotovili, da se glede pogostosti poškodb klavnih trupov povzročeni z zobmi (direktna agresija), imunokastrati obnašajo vmesno med merjasci (najbolj agresivni) in kirurškimi kastrati (najmirnejši). V drugi raziskavi, ki se je ukvarjala s preučevanjem restriktivnega krmjenja imunokastratov (Batorek in sod., 2012b), pa smo ugotovili negativen vpliv restrikcije (i.e. povečanje incidence kožnih lezij zaradi agresije), medtem ko se imunokastrati krmljeni po volji niso razlikovali od mirnejših kirurških kastratov.

#### Ekonomika imunokastracije

Stroški nastali zaradi imunokastracije vključujejo ceno cepiva in stroške povezane z dodatnim delom ob (dvakratnem) cepjenju. Ker pa imunokastracija, kot že omenjeno, prinaša nekatere prednosti na področju učinkovitejših izrabe krme, hitrejši rasti in bolj mesnatih trupov v primerjavi s klasičnimi kirurškimi kastrati, naj bi se stroški s tem pokrivali. Glede na zaključke raziskave, ki jih podajajo de Roest in sod. (2009), naj bi se direktni stroški povezani z imunokastracijo gibali od 3 do 3,65 EUR/praišča. Pri tem niso upoštevani stroški detekcije »non responderjev« (ter izpada zaradi morebitnega vonja po merjascu), dodatne obdelave trupov na klavni liniji (rezanje ostankov testisov) ter s tem povezan nekoliko manjši izpljen. Po drugi strani pa seveda lahko računamo na boljše priraste in izrabo krme v primerjavi s kirurškimi kastrati. Hennessy (2006) tako navaja (odvisno od poskusa) od 7,7 % do 16,9 % boljše konverzijo ter od 3,5 % do 10,6 % višje priraste imunokastratov v primerjavi s kirurškimi kastrati. Končni stroški imunokastracije (de Roest in sod., 2009) se, odvisno od učinkovitosti pitanja in cene delovne sile, gibajo od -0,02 EUR/kg (Italija) do +0,007 EUR/kg (Danska). Raziskave na slovenski populaciji komercialnih pitancev so prav tako pokazale na prednosti imunokastratov pred kirurškimi kastrati. Za celotno obdobje pitanja (12-24 teden starosti) smo ugotovili značilno izboljšano konverzijo krme in sicer pri hibridu 1233 za 7,5 % (Škrlep in sod., 2010), pri hibridu 1244 pa celo za 18 % (Batorek in sod., 2012b).

#### Odnos javnosti do imunokastracije

Glede na zaključke, podane v poročilu projekta PIGCAS (Bonneau in sod., 2009), so potencialno vpleteni udeleženci (rejci, industrija, vladni organi, potrošniki, zaščitniki pravic živali) imunokastracijo kot alternativo ocenili relativno slabo, prednost pa so dali kirurški kastraciji z anestezijo/analgezijo. Eden glavnih zadržkov je njihov strah pred negativnim odzivom javnosti, ki je relativno slabo raziskan. Na splošno potrošniki zelo malo vedo o vonju

po merjascu in metodah, ki jih v reji uporabljajo, da se temu izognejo. Po rezultatih številnih potrošniških analiz so za potrošnika bistvene zdravstvena neoporečnost mesa, njegova senzorična kakovost (vonj po merjascu torej zanje predstavlja problem) in cena. Kot že omenjeno, je ustreznih objav na temo sprejemljivosti imunokastracije še vedno malo, kažejo pa na precejšnje razlike med posameznimi evropskimi državami. Za večino potrošnikov v Švici se je kot najbolj sprejemljiva izkazala uporaba kirurške kastracije z anestezijo, medtem ko so imunokastracijo večinoma zavračali (Huber-Eicher in Spring, 2008). Na Norveškem so rezultati prav tako pokazali na podporo kastraciji z anestezijo, le da je bila imunokastracija zanje znatno bolj sprejemljiva (Fredriksen in sod., 2011), medtem ko so švedski potrošniki imunokastracijo ocenili precej bolj pozitivno kot rejo merjascev in kirurških kastratov (Lagerkvist in sod., 2006). Po rezultatih raziskave iz Belgije (Tuytens in sod., 2011) potrošniki dajejo prednost imunokastraciji pred kirurško kastracijo, ugotovljeno pa je bilo, da je bistvenega pomena za rezultat predhodno informiranje potrošnikov. Obsežna raziskava, ki je zajela preko 4000 udeležencev iz Francije, Nemčije in Nizozemske (Vanhonacker in Verbeke, 2011), pa je po mnenju avtorjev pokazala, da je strah pred negativnim odzivom potrošnikov odveč, saj je bila metoda sprejemljiva za več kot 70 % vprašanih. Imunokastracijo podpirajo tudi nevladne organizacije za zaščito živali, čeprav je zanje še vedno najbolj sprejemljiva reja nekastriranih samcev. Anкета projekta PIGCAS pa je ugotovila, da je strokovna javnost bolj naklonjena imunokastraciji kot kastraciji z uporabo anestezije (Edwards in sod., 2009), saj po njihovem mnenju pripomore k izboljšanju dobrobiti živali, hkrati pa naj bi bila bolj ekonomična in praktična za uporabo.

#### ZAKLJUČKI

Po trenutnih trendih v EU je za trg svežega mesa najbolj verjetna uveljavitev reje merjascev, imunokastracija pa ostaja zelo dobra alternativa, še posebno v primeru, ko je treba zagotoviti višjo ali posebno kakovost mesa (pitanje do višjih starosti, teže). Ta praksa odgovarja na večino slabih strani ostalih alternativ kirurške kastracije, vključujoč ekonomsko dobit, senzorično kakovost mesa in dobrobit živali. Glavna slaba stran je strah pred sprejemljivostjo za potrošnike, kljub temu, da so javnomnenjske raziskave dokaj spodbudne. Imunokastracija se predvidoma ne bo uveljavila v veliki meri, saj je za rejca manj praktična kot reja merjaščkov. Ima pa pred slednjo veliko prednost, saj omogoča pitanje na večje teže in s tem surovino primerne kakovosti za sušene mesnine, kjer meso merjascev ne pride v poštev. Prav tako ima imunokastracija velik potencial za kastracijo izločenih plemenskih merjascev, saj je bolj praktična in cenovno ugodnejša, predvsem pa bolj primer-na s stališča dobrobiti.

#### ZAHVALA

Delo je nastalo v sklopu projekta L4-5521, MR štipendije Nine Batorek in programa P4-0133, financiranih s strani Agencije za raziskovalno dejavnost (ARRS). Projekt L4-5521 sofinancirata Celjske mesnine d.d. in Ministrstvo za kmetijstvo (MKO).

#### 6 LITERATURA

- Awoniyi, C.A., Chandrashekar, V., Arthur, R.D., Schanbacher, B.D., Amador, A.G., Falvo, R.E. 1988. Pituitary and Leydig cell function in boars actively immunized against gonadotrophin-releasing hormone. *Journal of Reproduction and Fertility* 84: 295-302.
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., Van Milgen, J. 2012a. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science* 90: 4593-4603.
- Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Louveau, I., Noblet, J., Bonneau, M., Čandek-Potokar, M. 2012b. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science* 90: 4593-4603.
- Batorek, N., Noblet, J., Dubois, S., Bonneau, M., Čandek-Potokar, M., Labussiere, E. 2013a. Effect of immunocastration in combination with addition of fat to diet on quantitative oxidation of nutrients and fat retention in male pigs. *4th International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition, Sacramento, California, USA*, 185-186.
- Batorek, N., Noblet, J., Bonneau, M., Čandek-Potokar, M., Labussiere, E. 2013b. Effect of dietary net energy content on performance and lipid deposition in immunocastrated pigs. *Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Nantes, France*, s. 560.
- Bekaert, K.M., Aluwé, M., Lanhaeche, L., Heres, L., Duchateau, L., Vandendriessche, F., Tuytens, F.A.M. 2013. Evaluation of different heating methods for detection of boar taint by means of the human nose. *Meat Science* 94: 125-132.
- Boler, D.D., Clark, D.L., Baer, A.A., Meeuwse, D.M., King, V.L., McKeith, F.K. 2011. Effects of increasing lysine on further processed product characteristics from immunologically castrated male pigs. *Journal of Animal Science* 89: 2200-2209.
- Bonneau, M. 1998. Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Science* 49, Suppl. 1: S257-S272.
- Bonneau, M., Oliver, M.A., Fredriksen, B., Edwards, S.A., Ouedraogo, A., Spooler, H., von Borell, E., Lundström, K., de Roest, K., Prunier, A., Tuytens, F.A.M., Migdal, W., Font i Furnols, M. 2009. PIGCAS, Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. *Report on recommendations for research and policy support*. <http://w3.rennes.inra.fr/pigcas/>
- Bonneau, M. 2010. Accessory sex glands as a tool to measure the efficacy of immunocastration in male pigs. *Animal* 4: 930-932.
- Caraty, A., Bonneau, M. 1986. Active immunisation of male pigs against GnRH: effects on gonadotrophin hormones and on androstenone level in fat tissue. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* 303: 673-676.
- Claus, R., Lacom, M., Danowski, K., Pearce, M.C., Bauer, A. 2007. Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunisation against GnRH in boars. *Vaccine* 25: 4689-4696.
- Claus, R., Rottner, S., Rueckert, C. 2008. Individual return to Leydig cell function after GnRH-immunization in boars. *Vaccine* 26: 4571-4578.
- Čandek-Potokar, M., Prevolin, M., Škrlep, M. 2014. Testes weight is not a reliable tool for discriminating immunocastrates from entire males. *International Symposium of Animal Science, Beograd, Srbija*, članek v tisku.
- Cronin, G.M., Dunshea, F.R., Butler, K.L., McCauly, I., Branet, J.L., Hemsworth, P.H. 2003. The effects of immunocastration and surgical castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 81: 111-126.

- de Roest, K., Montanari, C., Fowler, T., Baltussen, W. 2009. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 3: 1522-1531.
- Direktiva komisije 2008. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs.
- Doran, E., Whittington, F.W., Wood, J.D., McGivan, J.D. 2002. Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstene in isolated pig hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions* 140: 81-92.
- Edwards, S.A., Oliver, M.A., Ouedraogo, A., Gonzalez, J., Gil M., Fredriksen, B., von Borell, E., Baumgartner, J., Giershing, M., Jaegglin, N., Prunier, A., Tuytens, F.A.M., Spoolder, H., Lundström, K., Zamaratskaia, G., Matthews, K., Haugen, J.E., Squires, E.J., de Roest, K., Montanari, C., Fowler, T., Baltussen, W., Migdal, W., Font i Furnols, M., Bonneau, M. 2009. PIGCAS, Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. Report on evaluation of research and other information. <http://w3.rennes.inra.fr/pigcas>
- Einarsson, S. 2006. Vaccination against GnRH: pros and cons. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48, Suppl. 1: S10.
- Einarsson, S., Anderson, K., Wallgren, M., Lundström, K., Rodriguez-Martinez, H. 2009. Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin releasing hormone, using Improvac, in sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs. *Theriogenology* 71: 302-310.
- Falvo, R.E., Chandrashekar, V., Arthur, R.D., Kuentler, A.R., Hasson, T., Awoniyi, C., Shanbacher, B.D. 1986. Effect of active immunisation against LHRH or LH in boars: reproductive consequences and performance traits. *Journal of Animal Science* 63: 986-994.
- Fredriksen, B., Sibeko Hohnsen, A.M., Skuterud, E. 2011. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives. *Research in Veterinary Science* 90: 352-257.
- Gower, D.B. 1972. 16-Unsaturated C 19 steroids. A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *Journal of Steroid Biochemistry*, 3: 45-103.
- Hennessy, D. 2006. Global control of boar taint. Part 4. Immunological castration in action. *Pig Progress* 22: 14-16.
- Hofmo, P.O. 2006. Sperm sorting and low dose insemination in the pig - an update. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48: 11.
- Huber-Eicher, B., Spring, P. 2008. Attitudes of Swiss consumers towards meat from entire or immunocastrated boars: A representative survey. *Research in Veterinary Science* 85: 625-627.
- Jaros, P., Burgi, E., Stark, K.B.C., Claus, R., Hennessy, D., Thun, R. 2005. Effect of active immunization against GnRH on androstene concentration, growth performance and carcass quality in intact males. *Livestock Production Science* 92: 31-38.
- Kubale, V., Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Bonneau, M., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. 2013. Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter. *Theriogenology* 79: 69-80.
- Lagerkvist, C.J. 2006. Swedish Consumer Preferences for Animal Welfare and Biotech: A Choice Experiment. *AgBioForum* 9: 51-58.
- Lealifano, A.K., Pluske, J.R., Nicholls, R.R., Dunshea, F.R., Campbell, R.G., Hennessy, D.P., Miller, D.W., Hansen, C.F., Mullan, B.P. 2011. Reducing the length of time between harvest and the secondary gonadotropin-releasing factor immunization improves the growth performances and clears boar taint compounds in male finishing pigs. *Journal of Animal Science* 89: 2782-2792.
- McGlone, J.J., Nicholson, R.I., Hellman, J.M., Herzog, D.N. 1993. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. *Journal of Animal Science* 71: 1441-1446.
- Patterson, R.L.S. 1968. 5 $\alpha$ -androst-16-ene-3-one: Compound responsible for taint in boar fat. *Journal of Science of Food Agriculture* 19: 31-38.
- Pauly, C., Luginbühl, W., Ampuero, S., Bee, G. 2012. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted - Results of a meta-analysis study. *Meat Science* 92: 858-862.
- Prunier, A., Bonneau, M., von Borell, E.H., Cinotti, S., Gunn, M., Fredriksen, B., Giershing, M., Morton, D.B., Tuytens, F.A.M., Velarde, A. 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* 15: 277-289.
- Rydhmer, L., Lundström, K., Andersson, K. 2010. Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal* 4: 965-972.
- Škrlep, M., Šegula, B., Zajec, M., Kastelic, M., Košorok, S., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. 2010. Effect of immunocastration (IMPROVAC<sup>®</sup>) in fattening pigs 1: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slovenian Veterinary Research* 47: 57-64.
- Škrlep, M., Batorek, N., Šegula, B., Kubale, V., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. 2011. Incidenca kožnih poškodb na klavnih trupih prašičev: primerjava merjasev, imunokastratov in kirurških kastratov. *Slovenian Veterinary Research* 48, Suppl. 13: 204-206.
- Škrlep, M., Batorek, N., Bonneau, M., Prevolnik, M., Kubale, V., Čandek-Potokar, M. 2012a. Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. *Czech Journal of Animal Science* 57: 290-299.
- Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Batorek, N., Šegula, B., Prevolnik, M., Pugliese, C., Bonneau, M. 2012b. Length of the interval between immunocastration and slaughter in relation to boar taint and carcass traits. 20<sup>th</sup> Int. Symp. »Animal Science Days«, Kranjska Gora, Slovenija, 247-251.
- Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Batorek-Lukač, N., Prevolnik-Povše, M., Pugliese, C., Flores, M., Labussiere, E. 2014a. Use of entire males and salt reduction in dry-cured ham production 1) Green ham properties, processing yields, chemical composition. 2<sup>nd</sup> International Symposium on Fermented Meats, Valencia, Spain.
- Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Batorek-Lukač, N., Prevolnik-Povše, M., Pugliese, C., Flores, M., Labussiere, E. 2014b. Use of entire males and salt reduction in dry-cured ham production 2) Rheological traits and sensory profile. 2<sup>nd</sup> International Symposium on Fermented Meats, Valencia, Spain.
- Turkstra, J.A., Zeng, X.Y., Diepen, J.T.M., van Jongbloed, A.W., Oonk, H.B., van de Viel, D.F.M., Meloen, R.H. 2002. Performance of male pigs immunised against GnRH is related to time of the onset of biological response. *Journal of Animal Science* 80: 2953-2959.
- Turner, S.P., Franworth, M.J., White, I.M.S., Brotherstone, S., Mendl, M., Knap, P., Penny, P., Lawrence, A. 2006. The accumulation of skin lesions and their use as a predictor of individual aggressiveness in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 96: 245-259.
- Tuytens, F.A.M., Vanhonaeker, F., Langendries, K., Aluwé, M., Millet, S., Bekaert, K., Verbeke, W. 2011. Effect of information provisioning on attitude toward surgical castration of male piglets and alternative strategies for avoiding boar taint. *Research in Veterinary Science* 91: 327-332.
- Vanhonaeker, F., Verbeke, W. 2011. Consumer response to the possible use of vaccine method to control boar taint v. physical piglet castration with anaesthesia: a quantitative study in four European countries. *Animal* 5: 1107-1118.

- Walstra, P., Maarse, G. 1970. Onderzoek gestachlengen van mannelijke mestvarkens. Researchgroep voor Vlees en Vleeswaren TNO, IVO-rapport C-147, Rapport 2, s. 30.
- Weiler, U., Font i Furnols, M., Fischer, K., Kemmer, H., Oliver, M.A., Gispert, M. 2000. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstene on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstene concentrations. *Meat Science* 54: 297-304.
- Zamaratskaia, G., Rydhmer, L., Andersson, H.K., Chen, G., Lowagie, S., Andersson, K., Lundström, K. 2008. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac<sup>™</sup>, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Animal Reproduction Science* 108: 37-48.
- Zamaratskaia, G., Squires, E.J. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3: 1508-1521.
- Zeng, X.Y., Turkstra, J., Meloen, R., Liu, X., Chen, F., Schaaper, W., Oonk, H., Guo, D., van de Viel, D.F.M. 2002. Active immunization against gonadotropin-releasing hormone in Chinese male pigs: effects of dose on antibody titer, hormone levels and sexual development. *Animal Reproduction Science* 70: 223-233.