

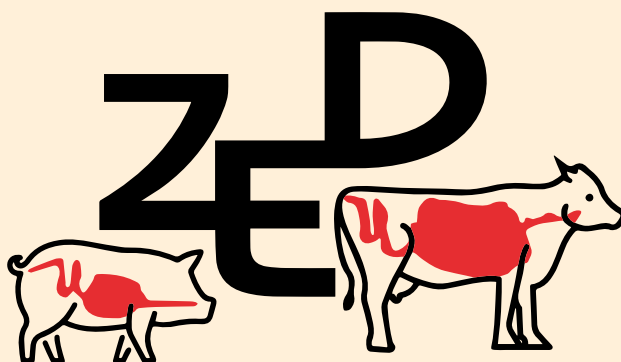


Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD
MURSKA SOBOTA

ZBORNİK PREDAVANJ

**30. mednarodno
znanstveno posvetovanje
o prehrani domačih živali**



PROCEEDINGS

***30th International
Scientific Symposium on
Nutrition of Farm Animals***

MURSKA SOBOTA

17. in 18. november 2022

17th and 18th November 2022

VPELJAVA SLEDLJIVOSTI PRI PASMI KRŠKOPOLJSKI PRAŠIČ IMPLEMENTATION OF TRACEABILITY IN KRŠKOPOLJE PIG

Suzana KRHLANKO¹, Milena KOVAČ, Anita ULE, Andrej KASTELIC, Špela MALOVRH

IZVLEČEK

Za zagotavljanje sledljivosti prašičev je potrebno v celotni prehranski verigi ohraniti identifikacijo živali, mesa ali proizvodov živalskega izvora skozi različne korake. Preverili smo zakonodajo, veljavno v Sloveniji in zootehniško dokumentacijo, ki jo zahteva Rejski program za avtohtono pasmo krškopoljski prašič. Tok informacij smo opremili z možnimi kritičnimi točkami, kjer bi lahko prišlo do napak v sistemu sledljivosti prašičev. Za preverjanje izvora mesa smo uporabili genomske informacije 40.002 SNP-jev od skupno 1520 vzorcev prašičev ter mesa in mesnih izdelkov, ki so bili deklarirani kot meso krškopoljskega prašiča ter izvirajo iz deset proizvajalcev. Za iskanje potencialnih staršev je bila uporabljena programska oprema Alpha Assign. Mesnim izdelkom, sorodnim s plemenskimi prašiči, smo preverili skladnost z zapisi v rodovniški knjigi. Od vseh vzorcev mesa je bilo ugotovljeno, da jih devet v celoti izvira od pasme krškopoljski prašič. Pri večini potrjenih izdelkov smo našli starša z znanim datumom pripusta in genomsko potrjenim rodovnikom. Štirje vzorci so imeli delno potrjeno poreklo za vsaj enega od staršev. Pri desetih vzorcih mesa sumimo, da je prišlo do vnosa genov druge pasme v eni od predhodnih generacij.

Ključne besede: krškopoljski prašič, sledljivost, preverjanje porekla, mesni izdelki

ABSTRACT

In order to ensure traceability, it is necessary to maintain the identification of animals, meat or products of animal origin throughout the food chain through the various steps. We have checked the valid legislation in Slovenia and the zootechnical documentation required by the Breeding Program for the local Krškopolje pig breed. Information flow was equipped with possible critical points where errors could occur in the pig traceability system. Genomic information of 40.002 markers on 1520 samples of pigs, meat and meat products was used to verify the origin of meat, which were declared Krškopolje pig meat and originated from ten producers. Alpha Assign software was used to search for potential stars. We checked if meat products related to pedigree pigs comply with the herd book entries. Of all the meat samples, nine were found to be entirely from the Krškopolje pig breed. A parent with known insemination date and genomically confirmed pedigree for most of the confirmed products was found. Four samples had partially confirmed ancestry for at least one parent. In ten cases, we suspect that there was an introduction of genes from another breed in one of the previous generations.

Keywords: Krškopolje pig, traceability, parentage test, meat products

¹ dipl. inž. kmet. zoot., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija; suzana.krhlanko@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Za zagotavljanje sledljivosti prašiče označujemo individualno z ušesno številko (Kovač in Malovrh, 2012; Kastelic in sod., 2019). Glede na ULRS (2013) pa morajo biti vsi prašiči na kmetiji, predvsem pa ob premiku iz reje, označeni z dvočrkovno oznako Republike Slovenije "SI" in zadnjih šest števil G-MID gospodarstva, kjer je bil prašič rojen. Takšna ušesna znamka (SIŠ številka) se namesti v desno uho ali pa se tetovira na desni del hrbta tik za pleči.

Sledljivost krškopoljskih prašičev je zagotovljena iz podatkov o razmnoževanju, ki se vodi z zootehniško dokumentacijo in hrani v podatkovni zbirki PiggyBank (Ule in sod., 2015). Dokumentacija vsebuje dnevniko o dogodkih, kot so Dnevnik pripustov in o semenitev / haremski pripust, Dnevnik prasitev, Dnevnik odstavitvev in Dnevnik izločitvev, Dnevnik označitve pujskov ter beleženje prodaje z Zahtevkom za potrditev porekla in izdajo zootehniške dokumentacije.

Krškopoljski prašiči, vpisani v rodovniško knjigo, so označeni z individualno ušesno številko (Kastelic in sod., 2019). Pogoj za označitev pujskov je, da so starši vpisani v rodovniško knjigo in je v podatkovno zbirko sporočena informacija za prasitev matere, ki vsebuje njeno ušesno številko, datum prasitve, število mrtvorojenih in živorojenih ter pripust, s katerim se določi in potrdi oče gnezda. Označimo jih praviloma do 7. dne starosti, obvezno pa pred odstavitvijo ali prestavljanjem ali mešanjem pujskov. Individualna ušesna številka se označi na levi uhelj z značko ali tetoviranjem.

Po odstavitvi so pujski večinoma združeni v večje skupine z drugimi, včasih tudi starejšimi prašiči. Naslednji korak v prireji je lahko premik prašičev zaradi prodaje ali nakupa. V tem koraku mora reja, ki prodaja plemenski podmladek, plemensko žival ali pitanca, zabeležiti odhod in oddati zahtevek za potrditev porekla pristojni organizaciji. Kupcu se pripravi zootehniško spričevalo z ustreznimi podatki o rodovniku, preveritvi porekla in rezultatih prireje. V kolikor se izloči plemenske živali, mora sporočiti podatke o izločitvi, torej datum in vzrok izločitve. Sledljivost se nato nadaljuje v klavnici, kjer je vsaka klavna polovica ali kos mesa označena s šestimi ključnimi podatki. Ti podatki vključujejo registrsko številko obrata, ime proizvajalca oz. klavnice, podatke o izvoru živali, kategorijo klavnega trupa in znotraj kategorije 2 določitev tržnega razreda, maso toplih polovic ter podatek o rejcu prašičev. O prašičih, prodanih v klavnico, je možno iz rejske dokumentacije pridobiti podatek o zakolu, pri čemer teh podatkov nimamo za prašiče, zaklane na kmetiji, kjer so bili rejani.

Problemi pri sledenju prašičem "po papirjih" je predvsem v zakasnitvi sporočanja podatkov, pri čemer so podatki težje preverljivi, ali se lahko hitro izgubijo informacije o posameznih prašičih. Prav tako lahko pripuščenje svinj z merjasci drugih genotipov ogroža samo populacijo krškopoljskih prašičev. Preveritev pasemske pripadnosti krškopoljskih prašičev izven rejskega programa z genetskimi metodami ni vedno mogoča. V kolikor so rejci, ki so izven rejskega programa, kupili plemenske živali v rejah znotraj rejskega programa, so takšne živali označene in genotipi-

zirane, njihovi potomci pa nimajo ušesne številke, pridobijo pa le SIŠ številko.

Preiskovanje sistemov sledljivosti znotraj verige temelji na identifikaciji kritičnih točk sledljivosti. To so točke, v katerih lahko pride do izgube informacij, kar pomeni, da informacije o identiteti, poreklu živali ali izdelku niso povezane s tem izdelkom (Karlsen in Olsen, 2011). Kritične točke sledljivosti za kmete in klavnice v verigi so za nizozemske reje prašičev opredelili Denolf in sod. (2014). Da bi ugotovili kritične točke sledljivosti, je potrebno zagotoviti pretok informacij skozi celotno verigo prireje živali in prav tako predelave mesa.

Namen raziskave je vpeljava metod in protokolov sledljivosti in verifikacije živali oziroma mesa z genetskimi metodami ter vzpostavitev sistema potrditve pasemske pripadnosti mesu in mesnim izdelkom, deklariranim pod pasmo krškopoljskega prašiča. S tem lahko potrošniku zagotovimo mesni izdelek z deklariranimi lastnostmi in poreklom ter povečamo zaupanje v oznako kakovosti.

2 MATERIALI IN METODE

V analizo smo vključili 1583 analiziranih vzorcev tkiv in mesnih izdelkov, deklariranih kot meso prašičev krškopoljske pasme. Zajeli smo vzorce prašičev krškopoljske pasme in mesne izdelke, ki so bili zbrani v okviru različnih projektov: projekt EIP Sledljivost porekla pri pasmi krškopoljski prašič 33117-3011/2018/11, Genska banka, projektov raziskovalne skupine na Kmetijskem inštitutu Slovenije, STRP ... V okviru projekta EIP smo podatke o genomu pridobili iz podatkov genotipizacije s čipom za prašiče GeneSeek Genomic Profiler (GGP) 80K, ki je bila izvedena v firmi Neogen. Vzorec mesa in mesnih izdelkov smo izvedli pri desetih različnih proizvajalcih. Za odvzem vzorcev mesnin ali ušesnega tkiva pri živih prašičih smo uporabili Allflex klešče za odvzem vzorcev tkiva ali rovaše. Pri odvzemu na mesnih izdelkih, ki imajo tako mišično kot maščobno tkivo, kot je na primer slanina ali suha salama, smo pazili, smo vzorčili ločeno mišico od slanine. Pripravili smo tudi mešanice mesa, deklarirane kot meso krškopoljskega prašiča, z mesom sodobnih genotipov. Genotipizacija takšnih mešanic po klasičnem postopku je zahtevnejša, saj je prisotnih več genomov. Večina takšnih vzorcev ni bila uspešno genotipizirana, v analizo pa smo zajeli le enega z uspešnostjo genotipizacije 94,39 %.

Informacije o rodovnikih smo pridobili iz podatkovne zbirke PiggyBank (Ule in sod., 2015). Pri pripravi podatkov genotipizacije smo uporabili makroje v sklopu statističnega paketa SAS 9.4. Kontrolo kakovosti genomskih podatkov smo izvedli s programom PLINK 1.9 (Chang in sod., 2015), pri čemer nam je za analizo ostalo 40.002 polimorfizmov posameznega nukleotida (ang. *single nucleotide polymorphism*, SNP) pri 1494 vzorcih prašičev ter 27 različnih vzorcih mesa in mesnih izdelkov, ki so bili deklarirani kot meso krškopoljskega prašiča. Nekaj več kot 5 % vseh vzorcev, ki smo jih poslali v analizo, ni bilo uspešno genotipiziranih.

Preveritev porekla na vzorcih mesa je bila izvedena s pomočjo vseh genotipiziranih plemenskih živali, med katere so bili vključeni tudi merjasci iz osemenjevalnih središč. Predvideli smo, da so potencialni starši zaklanih prašičev vse plemenske živali v rejškem programu, ki imajo znano vsaj eno gnezdo. Za preverjanje starševstva smo uporabili algoritem Alpha Assign programske opreme Alpha genes (Whalen in sod., 2019). Preveritev porekla se je izvedla na podlagi metode, ki temelji na verjetnosti, da določi očeta/mater za posameznika iz seznama vseh potencialnih plemenskih genotipiziranih merjascev in svinj.

Z uporabo funkcije »genome« v programu PLINK smo v naslednjem koraku pridobili genomske koeficiente sorodstva. Pričakovani genomski koeficient sorodstva med posameznikom in staršem je 0,50, s starim staršem pa 0,25. Koeficient sorodstva med brati in sestrami je bolj variabilen in se giblje na intervalu med 0,40 in 0,60 ali celo več. Mesnim izdelkom, sorodnim s plemenskimi prašiči, smo preverili skladnost z zapisi v podatkovni zbirki, kjer smo preverjali, ali je parjenje najdenih staršev zabeleženo ter ali je rodovniška številka matere skladna z najdenimi sestrami ter brati. Najdenim staršem smo prav tako z genomskimi podatki preverili poreklo. Za posamezen vzorec mesa ali mesni izdelek smo poleg potrditve starševstva poiskali tudi najbolj sorodnega prašiča, ki pripada pasmi krškopoljski prašič, ter najbolj sorodnega prašiča med genotipiziranimi prašiči slovenskih sodobnih pasem oziroma hibridov. V ta namen smo genomske podatke krškopoljskih prašičev in mesa združili s podatki plemenskih prašičev in pitancev sodobnih genotipov, ki smo jih pridobili z genotipizacijo na GGP Porcine50K čipu, ki jo je izvedla firme

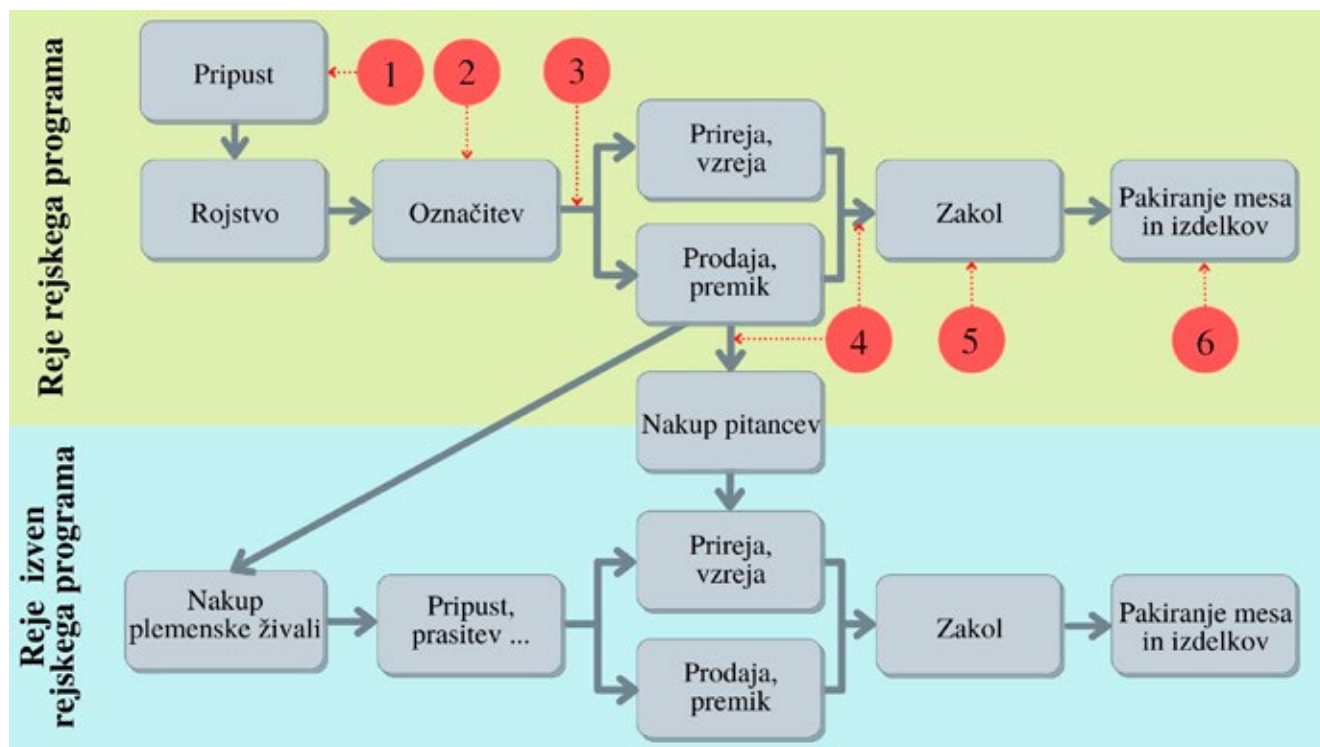
Neogen. Pred združitvijo genomskih podatkov obeh čipov smo na posameznih podatkih opravili kontrolo kakovosti podatkov, pri čemer je za analizo sodobnih pasem ostalo 40.669 SNP-jev in 530 vzorcev prašičev. Po združitvi genomskih informacij obeh čipov je za analizo ostalo 34.396 SNP-jev in 2058 vzorcev prašičev in mesnih izdelkov.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Rezultate smo razdelili na identifikacijo kritičnih točk v sledljivosti krškopoljskih prašičev v slovenskih rejah. Pri posamezni kritični točki smo poskušali določiti možne napake, ki se ob tem lahko pojavijo. Pri posameznih točkah smo preverili tudi skladnost porekel iz podatkovne zbirke z genomskimi informacijami. V naslednjem delu smo predstavili verifikacijo mesa, v kateri smo preverjali pasemsko pripadnost mesa in mesnih izdelkov, deklariranih pod pasmo krškopoljski prašič.

3.1 Identifikacija kritičnih točk sledljivosti krškopoljskih prašičev v slovenskih rejah

Pripust predstavlja prvo kritično točko (št. 1 na *sliki 1*), kjer rejec z zapisom o datumu pripusta in svinje zabeleži tudi merjasca, s katerim je bila pripuščena. Ta merjasec je tako določen kot oče bodočega gnezda. V rejškem programu je vključenih veliko rej, ki imajo več merjascev, zato je v teh še bolj pomembno, da so pri beleženju pripustov in menjavi merjasca dosledni. V kolikor je



Slika 1. Shema kritičnih točk pri oskrbni verigi z mesom krškopoljskih prašičev

Figure 1. Scheme of critical factors in supply chain of Krškopolje pig meat

zabeležen napačen merjasec, se sorodstvo med staršema spremeni in posledično se spremeni tudi koeficient inbridinga potomca. Oče takšnih gnezd bo na podlagi genomskih informacij zavrjen. Koeficient sorodstva med neznanim očetom in materjo ter inbriding njunih potomcev pa bosta neznan, zato se potomec ne vpiše v rodovniško knjigo. Predvsem je potrebno na to paziti v večjih rejah z več merjasci in haremskim pripustom. Od vseh analiziranih prašičev, za katere imamo genotipizirana oba starša (tab. 1), je imelo zavrjenega očeta 40 prašičev, kar predstavlja 6,41 % preverjenih živali s popolnim poreklom. Napaka je bila verjetno storjena ob zapisu pripusta. Sklepamo lahko, da je bila svinja pripuščena z drugim merjascem v teh rejah ali pa je prišlo do vnosa drugih genotipov.

Označitev, kjer se individualno označi vsakega živega pujska v gnezdu, predstavlja naslednjo kritično točko (št. 2 na sliki 1). Z napačno označitvijo se lahko ušesna številka pripiše napačni živali. Eden izmed primerov neustrezne označitve je označitev pujska z ušesno številko, dodeljeno pujskom iz drugega gnezda. V kolikor ob označevanju gnezda ostajajo ušesne številke, je potrebno le-te zavreči in jih ne uporabiti pri pujskih iz drugih gnezd. Napake se pojavijo tudi, v kolikor rejci kupujejo neoznačene pujske in jih označijo z neuporabljenimi ušesnimi številkami iz lastne reje. Če bi se rejci strogo držali predpisov rejskega programa, ki predpisuje označitev in sporočanje dokumentacije, bi bile te potvorbe manj pogoste ter težje izvedljive. Pomembno je, da je označitev opravljena pravočasno, znotraj zahtevanega obdobja. Izostali dokumenti se ne smejo uporabljati. V kolikor rejec namerno potvarja porekla živali (z napačnim označevanjem ali nepravilno zabeleženimi predniki živali), se rejca lahko izključi iz rejskega programa. Problem v tej kritični točki je tudi, da je žival označena z ustrežno ušesno številko, dokumentacije, ki je potrebna za sledljivost prašičev, pa rejec ne posreduje rejski organizaciji.

Od vseh analiziranih prašičev imamo za 625 genotipizirana oba starša (tab. 1), ki izvirajo iz 64 različnih rej. Pri 501 prašiču, kar predstavlja 80,16 % vseh genotipiziranih živali s popolnim poreklom, sta bila starša potrjena. Pri 49 prašičih, kar predstavlja 7,97 %, je bil potrjen le oče, mati pa je bila zavrjena. Vzrok za takšno napako bi lahko pripisali k napaki pri označitvi, kjer so se morebiti pomešali pujski. Oba zavrjena starša je imelo 35

živali in je predstavljalo skromnih 6 % vseh analiziranih živali s popolnim poreklom. Poreklo je bilo zavrjeno morebiti zaradi neustreznega pripusta, pomešanja pujskov ali pa naselitve drugih prašičev v rejo ter označitev le-teh z ušesnimi značkami, ki so bile namenjene za druge prašiče. Opazili smo tudi, da so napake pogostejše pri nekaterih rejah. Tudi, če bi od potomcev dobili vzorec mesa, bi s pomočjo teh rezultatov dobili potrditev starševstva in s tem potrditev pasemske pripadnosti.

V tretja kritična točka napako predstavlja izguba individualne ušesne znamke prašiča (št. 3 na sliki 1). Glede na Rejski program (2019) se izpadle ušesne številke nadomešča, v kolikor rejec zagotovi istovetnost živali. V kolikor je istovetnost živali nemogoče ugotoviti, se lahko poskusi istovetnost preveriti na osnovi genomskih podatkov. V tem primeru sta potrebna vzorca, odvzeta pred izgubo ušesne številke in po izgubi, kar pa ni vedno možno.

Četrta kritična točka (št. 4 na sliki 1) predstavlja premik oz. prodajo prašičev. Napaka lahko nastane, ko rejci ne sporočijo premikov nakupa ali prodaje živali, ki posledično ni shranjen v podatkovno zbirko in tok informacij. Prašiči so ob premikih med gospodarstvi označeni le s SIŠ številko, ki pa ne zagotavlja verifikacije porekla ali potrditve pasemske pripadnosti.

Peto kritično točko predstavlja klavnica, kjer se med obdelavo klavnih polovic izgubi identifikacija in s tem dostop do informacije o živali v podatkovni zbirki (št. 5 na sliki 1). Sledljivost se v klavnici izvaja tako, da je vsaka klavna polovica ali kos mesa označena s ključnimi podatki (slika 2). Ti podatki vključujejo registrsko številko obrata, ime proizvajalca oz. klavnice, podatke o izvoru živali, klavno številko trupa, maso toplih polovic ter podatek o rejcu živali. V pravilnikih v veljavi ni predpisano, da morajo te osnovne informacije vsebovati tudi informacije o pasemski pripadnosti živali. Sklepamo, da se klavnice zaradi prepoznane tržne niše za posamezni genotip odločijo za beleženje informacije o pasmi zaklanih prašičev.

Šesta kritična točka (št. 6 na sliki 1), kjer pride do napak je pri pakiranju mesa in mesnih izdelkov. V kolikor je v predelavi prisotno meso, ki izvira iz različnih rej ali od različnih genotipov, lahko pride do nenamerne ali namerne zamenjave oz. nepravilnega deklariranja teh izdelkov.

3.2 Pasemska pripadnost mesa in mesnih izdelkov

Tabela 1. Preveritev porekla prašičev s popolno genotipiziranimi starši

Table 1. Parentage verification of pigs with fully genotyped parents

Potrditev starševstva/ Parentage assessment		Potrjeni potomci/ Confirmed offspring		Štev. izvornih rej/ N° of origin farms
Oče/Sire	Mati/Dam	Štev./N°	%	
<i>confirmed</i>	<i>confirmed</i>	501	80,16	62
<i>rejected</i>	potrjena/ <i>confirmed</i>	40	6,41	8
<i>confirmed</i>	zavrjena/ <i>rejected</i>	49	7,97	11
<i>rejected</i>	zavrjena/ <i>rejected</i>	35	5,61	13
Skupaj		625		64



Slika 2. Informacije na klavnih polovicah do nadaljnje predelave

Figure 2. Information on the carcasses until further processing

Na vzorcih kosov mesa (*tab. 2*) smo lahko samo pri dveh potrdili, da potomci izvirajo od staršev, ki so vključeni v rodovniško knjigo. Na obeh vzorcih smo prav tako iz nabora vseh genotipiziranih prašičev na podlagi koeficientov sorodstva našli brata in sestro prašiča, od katerega izvira meso (0,6780 in 0,4798). Pri dveh vzorcih mesa (344752 in 345257), ki izvirata od istega proizvajalca, staršev nismo našli iz nabora potencialnih plemenskih živali, sta pa si sorodna z več krškopoljskimi prašiči, vpisanimi v rodovniško knjigo. Pri svežem kareju (344752) sklepamo, da si je najbolj soroden z živalmi, ki so bratrance/ sestrične. Pri kosu vratovine pa lahko

na podlagi genomskega koeficienta sorodstva (0,4624) sklepamo, da ima ta prašič, od katerega izvira kos mesa, genotipizirano sestro. Za to najdeno sestro smo v podatkovni zbirki preverili, ali ima potrjeno poreklo in ugotovili, da starša nista genotipizirana, zato preveritev starševstva ni bila možna za obe živali. Za vzorce mesa, ki smo jim na podlagi genomske informacije našli starše ali bližnje sorodnike, nismo ugotovili, da bi bili sorodni s prašiči sodobnih genotipov (SG), ki so bili vključeni v analizo.

Pri šestih vzorcih (*tab. 2*), ki so večinoma izvirali od enega proizvajalca, smo ugotovili, da obstaja sum na potvorbo pasemske pripadnosti. Genomski koeficient sorodstva s prašiči sodobnih genotipov se giblje med 0,1043 in 0,2049, na podlagi česar smo sklepali, da je prišlo do vnosa sodobnih pasem v eni izmed predhodnih generacij. Za razliko od sorodstva s sodobnimi genotipi pa je največji genomski koeficient sorodstva s krškopoljskimi prašiči z znanim poreklom manjši. Le pri vzorcu pečenega mesa je genomski koeficient sorodstva večji, a bolj oddaljen od starega starša, bi lahko sklepali, da je bratranec.

Med mesnimi izdelki, ki so izdelani večinoma iz posameznih kosov mesa, smo poreklo verificirali pri desetih vzorcih (*tab. 3*). Od teh smo pri sedmih našli oba starša. Pri vzorcu suhe slanine (344770) s potrjenim starševstvom, ki izvira od predelovalca 3, pripust svinje in merjasca ni bilo mogoče najti v podatkovni zbirki. S pomočjo genomskega koeficienta sorodstva smo ugotovili, da je ima najdena mati genotipizirano tudi sestro, kar smo tudi potrdili. Sestra te matere ima genomski koeficient sorodstva z vzorcem mesa 0,5000. Najden oče je z najdeno materjo ali sestro soroden v 2. generaciji, genomski koeficient sorodstva med njimi je 0,2000. V tem primeru je možnih več zaključkov, eden izmed njih je, da je meso izvira od prašiča, ki je iz istega gnezda

Tabela 2. Potrditev porekla na kosih mesa

Table 2. Breed assessment of meat

Šifra/code	Vrsta izdelka/ type of meat	Oče/Sire	Mati/Dam	Pripadnost pasmi/ Breed assessment	Max. gR	
					KP	SG
344892	Pleče-1	OK	OK	OK	0,6780	0,0746
344879	Pleče-2	/	/	! 55	0,0827	0,2049
344877	Pleče-3	/	/	! 44	0,0562	0,1783
344889	Stegno	/	/	! 11	0,0555	0,1891
344753	Vrat	/	/	! 54	0,2088	0,1043
344752	Kare	/	/	*	0,3455	0,0000
345257	Vrat	/	/	*	0,4624	0,0153
344890	Zorjena ledja	OK	/	OK	0,4798	0,0295
344864	Sveže meso	/	/	! 44	0,1246	0,1662
344783	Pečeno meso	/	/	! 44	0,1855	0,1235

KP = Krškopoljski prašič/ Krškopolje pig; SG = Prašiči sodobnih genotipov v Sloveniji/ Pigs of modern genotypes in Slovenia; gR = Genomski koeficient sorodstva/ Genomic kinship coefficient; OK = Starš najden med genotipiziranimi potencialnimi plemenskimi prašiči s potrjenim pripustom/ The parent is found among genotyped potential breeding pigs with known mating; / = Starš ni najden med genotipiziranimi potencialnimi plemenskimi prašiči s potrjenim pripustom / The parent is not found among genotyped potential breeding pigs with known mating; * = Neovrženo/ Undetermined assessment; ! = Sum na prisotnost drugih genotipov/ Suspicion on presence of other genotypes

kot najdena mater ter teta. Druga možnost je, da je ta prašič mati ali oče teh dveh svinj. Iz podatkovne zbirke smo razbrali izvor vseh prašičev, ki so sorodni s tem vzorcem mesa, in ugotovili, da izvirajo iz reje, ki ima večje število zavrženih porekel tako pri plemenskih živalih kot pri pitancih. Obstaja torej več možnost. Iz pregleda informacij v podatkovni zbirki ter genomskih informacij nismo prišli do zaključkov o potrditvi starševstva oz. verifikaciji izvora. Za vzorce mesnih izdelkov, ki imajo potrjeno pasemsko pripadnost, nismo našli pokazateljev, da imajo sorodnike med prašiči sodobnih genotipov, saj so genomski koeficienti sorodstva zelo nizki. Sorodni so le z enim do s tremi prašiči, kar pa je lahko zanemarljivo, saj bi lahko prišlo do napak pri branju genoma.

Dvema vzorcema suhih mesnih izdelkov nismo našli staršev ter potrdili porekla (tab. 3). Vzorec pršuta-2 (345262) ima največji koeficient sorodstva s krškopoljskim prašičem 0,1643, pri čemer pa iz nabora vseh genotipiziranih prašičev nismo uspeli najti bolj sorodne živali ali celo starša. Ta vzorec prav tako ni soroden s prašiči sodobnih genotipov (koeficient sorodstva je 0,0). Na podlagi vseh informacij torej ne moremo pripisati pasemske pripadnosti tega izdelka. Možno je lahko, da je pršut, katerega zorenje traja povprečno 15 mesecev, pripravljen iz pitanca, rojenega pred več kot tremi leti, kar bi pomenilo, da bližnji sorodniki niso bili genotipizirani. Druga možnost je lahko, da izvira iz črede, ki ni v rejskem programu. Ena izmed možnosti pa je tudi, da je križanec s sodobnimi genotipi prašičev, ki jih nimamo zajete v nabor ali pa je prišlo do vnosa mesa tujih pasem (mangulica, durok ...).

Pri vzorcu suhe vratovine (344761, tab. 3) staršev nismo uspeli določiti iz nabora plemenskih. Genomski koeficient sorodstva z najbolj sorodnim krškopoljskim prašičem je 0,4453, ki bi lahko bila sestra prašiča, od katerega izvira mesni izdelek. Staršev

nismo uspeli določiti, saj oče te sestre ni genotipiziran, mati pa je bila potrjena. Na podlagi vseh informacij lahko sklepamo, da je najdena žival polsestra, njena mati pa je z vzorcem mesnega izdelka sorodna v 3. generaciji, saj je koeficient sorodstva 0,19.

Med vsemi vzorci mesnih izdelkov enemu (344758) nismo potrdili pasemske pripadnosti (tab. 3), prav tako na podlagi genomskih informacij o sorodstvu sumimo, da je v poreklu prašiča, od katerega izvira mesni izdelek, prišlo do vnosa drugih pasem. Vzorec suhe slanine je soroden tako s sodobnimi pasmami kot krškopoljskimi prašiči. Vzorec izvira od proizvajalca 1, pri katerem obstaja sum na potvorbo porekla tudi na vzorcih kosov mesa, iz česar sklepamo, da proizvajalec odkupuje označene ali neoznačene prašiče, ki pa niso vpisani v rodovniško knjigo.

Med vzorci mesnih izdelkov, ki so lahko pripravljene iz več kosov mesa in posledično lahko izvirajo od več prašičev (tab. 4), smo potrdili starša le pri enem vzorcu. Oče ima delno potrjeno poreklo, in sicer le babico tega gnezda, materi pa ni bilo mogoče potrditi porekla, prav tako smo našli brata iz istega gnezda. Iz podatkovne zbirke smo lahko razbrali tudi, da starša izvirata iz reje, kjer je znano, da prihaja do napak pri beleženju porekla. Zanimivo je prav tako, da je soroden z merjascem pasme pietren. Ostala vzorca iz te skupine nimata potrjenega porekla. Oba sta si sorodna tako s krškopoljskimi prašiči kot prašiči sodobnih genotipov. Pri izdelkih iz mesa več prašičev ni rezultat genotipizacije zanesljiv, saj se lahko pri genotipiziranju prebere le genom enega izmed prašičev. V podjetju Neogen so nam prav tako sporočili, da so mešani vzorci večinoma tudi neuspešno genotipizirani. Uspešno genotipiziran je bil le eden vzorec mešanega mesa dveh različnih izvorov (344674), ki je bil na podlagi genomskih informacij identičen izvornemu kosu mesa. Genomski koeficient sorodstva

Tabela 3. Potrditev porekla mesnih izdelkov, izdelanih iz posameznih kosov mesa

Table 3. Breed assessment of meat products produced from individual pieces of meat

Šifra/code	Vrsta izdelka/ type of meat	Oče/Sire	Mati/Dam	Pripadnost	Max. gR	
				pasmi/ Breed assessment	KP	SG
344758	Suha slanina	/	/	! 1244	0,1742	0,1448
344770	Suha slanina	OK	OK	OK	0,5000	0,0000
344768	Suha slanina	OK	OK	OK	0,3044	0,0000
344756	Suha slanina	OK	OK	OK	0,4701	0,0887
345248	Suha slanina	/	OK	OK	0,5064	0,0000
345260	Suha slanina	OK	OK	OK	0,3572	0,0000
344771	Pršut-1	/	OK	OK	0,5079	0,0561
345262	Pršut-2	/	/	*	0,1643	0,0000
344755	Suha šunka	/	OK	OK	0,5221	0,0000
344761	Suha vratovina	/	/	*	0,4453	0,0518
344748	Suha vratovina	OK	OK	OK	0,5529	0,0000
344765	Suha vratovina	OK	OK	OK	0,4955	0,0362
345252	Meso iz tunke	OK	OK	OK	0,4809	0,0140

Legenda okrajšav in simbolov je pod tabelo 2/ List of acronyms and symbols is under table 2

Tabela 4. Potrditev porekla mesnih izdelkov z izvorom od več prašičev**Table 4.** Breed assessment of meat products that may come from several pigs

Šifra/code	Vrsta izdelka/ type of meat		Mati/ Dam	Pripadnost pasmi/ Breed assessment	Max. gR	
	Oče/Sire				KP	SG
344749	Suha klobasa	OK	OK	OK, !44	0,5971	0,1661
344757	Suha klobasa	/	/	!43,11	0,3466	0,2887
345255	Suha salama	/	/	!43	0,1788	0,1603
344674	Mešano meso	/	/	/	0,1801	0,2736

Legenda okrajšav in simbolov je pod tabelo 2/ List of acronyms and symbols is under table 2

je bil večji s prašiči sodobnih genotipov (0,2736), kar smo tudi pričakovali, saj je eden od kosov mesa izviral iz klavnega trupa komercialnega križanca.

4 ZAKLJUČKI

S sedanjimi genomskimi metodami lahko potrdimo izvor svežega mesa in suhomesnatih izdelkov, deklariranih pod znamko krškopoljski prašič. Postopke se lahko uporabi tudi pri drugih genotipih, če so starši v populaciji genotipizirani.

- Identificirali smo šest kritičnih točk, pri katerih lahko pride do izgube informacije o sledljivosti porekla. Kritične točke nastajajo predvsem pri beleženju pripustov, označitvi pujskov, preoznačitvi prašičev, v kolikor ušesna številka izpade. Izguba identifikacije se lahko zgodi tudi ob premiku oz. prodaji prašičev, do hude kritične točke pa lahko pride tudi ob zakolu in nato pri pakiranju mesa in mesnih izdelkov.
- Od vseh preverjenih prašičev s popolnim poreklom je bilo poreklo potrjeno pri 80 % prašičev. Pri ostalih živalih s popolnim poreklom so bili vsaj eden od staršev ali oba starša zavrtna. Predvidevamo, da se bo z leti pokritost plemenske črede s potrjenim poreklom povečevala, v kolikor bomo genotipizirali vse plemenske živali v populaciji. Živalim, ki so bile ob odvzemu vzorca starejše, je bilo nemogoče preveriti poreklo na podlagi genomskih informacij, saj so starejše plemenske živali izločene in je zanje nemogoče pridobiti vzorcev.
- Po preveritvi porekla mesu in mesnim izdelkom smo ugotovili, da pri nekaterih predelovalcih prihaja do potvorbe porekla prašičev, iz katerih predelujejo mesne izdelke. Sklepamo, da izdelujejo izdelke iz prašičev, ki so križani s sodobnimi genotipi. Takšni prašiči bi morali po pravilniku biti neoznačeni in se izdelki iz njih posledično ne smejo prodajati pod to blagovno znamko mesnine krškopoljskega prašiča.
- Pri mešanem mesu je uspešnost genotipizacije manjša, saj se v postopku genotipizacije na lokusu prebere več alelov, kar pa lahko firma, ki to opravlja, zavrne. Pri enem vzorcu, v katerem je bilo pomešano meso krškopoljskega prašiča in sodobnih genotipov, smo lahko uspešno potrdili, da pripada enemu izmed zmešanih genotipov. Drugemu genotipu nismo morali pripisati, da je isti.

5 LITERATURA

- Chang, C.C., Chow, C.C., Tellier, L.C.A.M., Vattikuti, S., Purcell, S.M., Lee, J.J. 2015. Second-generation PLINK: rising to the challenge of larger and richer datasets, *GigaScience*, 4, 1. <https://doi.org/10.1186/s13742-015-0047-8>.
- Denolf, J.M., Trienekens, J.H., Wognum, P.M., van der Vorst, J.G.A.J., Omta, S.W.F. 2014. Towards a framework of critical success factors for implementing supply chain information systems. *Computers in Industry*, 68: 16-26.
- Feng, J., Fu, Z., Wang, Z., Xu, M., Xiaoshuan, Z. 2013. Development and evaluation on a RFID-based traceability system for cattle/beef quality safety in China. *Food Control*, 31: 314-325.
- Karlsen, K.M., Olsen, P. 2011. Validity of method for analysing critical traceability points. *Food Control*, 22 (8): 1209-1215.
- Kastelic, A., Mežan, A., Čandek-Potokar, M., Malovrh, Š., Flisar, T., Urankar, J., Kovač, M. 2019. Rejski program za avtohtono pasmo krškopoljski prašič. Društvo rejcev krškopoljskih prašičev.
- Kovač, M., Malovrh, Š. 2012. Rejski program za prašiče SloHibrid. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Ljubljana: 394 str. https://agri.bf.uni-lj.si/Enota/html/RP/RP_SloHibrid12.pdf
- SAS Inst. Inc. 2012. The SAS System for Linux, Release 9.4. Cary, N.C.
- Ule, I., Malovrh, Š., Kovač, M. 2015. PiggyBank 3.0: informacijski sistem v prašičereji. [Elektronska izd.]. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko.
- ULRS 2013. Pravilnik o identifikaciji in registraciji prašičev. Ur. l. RS št. 112-4288/2013.
- Whalen, A., Gorjanc, G., Hickey, J.M. 2019. Parentage assignment with genotyping-by-sequencing data. *J. Anim. Breed. Genet.*, 136: 102-112.
- Zhao, J., Li, A., Jin, X., Pan, L. 2020. Technologies in individual animal identification and meat products traceability. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 34: 4857.

Raziskavo financira:



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje