

Poročilo o izvajanju pilotnega projekta

Naslov projekta**VPELJAVA ODBIRE PLEMENSKIH ŽIVALI NA PODLAGI KAKOVOSTI MESA PRI PASMI KRŠKOPOLJSKI PRAŠIČ****Obdobje na katerega se nanaša poročilo:**

5.11.2019 - 4.11.2021

Vodilni partner

KGZS, KGZ Novo mesto

Mag. Andrej Kastelic

Ime in priimek ter kontakt osebe, odgovorne za pripravo poročila na KISMarjeta Čandek-Potokar; meta.candek-potokar@kis.si; 01 28 05 124

Sodelavci vključeni v izvajanje nalog: Martin Škrlep, Nina Batorek Lukač, Urška Tomažin, Klavdija Poklukar, Marjeta Čandek-Potokar

Kraj in datum

Ljubljana, 8.11.2021

1. Povzetek izvedenih aktivnosti

Na Kmetijskem inštitutu Slovenije (KIS) smo sklopu projekta izvedli naslednje aktivnosti:

Uvodni sestanek s koordinatorjem projekta (Domžale, 17.12.2019)**Pregled rezultatov – predstavitev na seminarju o krškopoljskem prašiču.** Pregled dosedanjih raziskav je bil predstavljen na Seminarju o krškopoljskem prašiču dne 5.3.2020. Seminar je potekal na Biotehniški fakulteti, Oddelek za zootehniko. Naslednji seminar planiran 12.3.2020 je bil zaradi COVID-19 situacije odpovedan.**Sestanek projektnih partnerjev** (Novo mesto, 17.6.2020)

Predstavitve dela KIS na pilotnem projektu na dogodkih v organizaciji vodilnega partnerja KGZS-NM (10.7.2021 na Kmetiji Ložar, 21.7.2021 na kmetiji dežman, 30.7.2021 na kmetiji Kamenik, 25.8.2021 na sejmu AGRA, 11.9.2021 na kmetiji Belčji vrh)

Vzorčenje mišičnine (*m. longissimus dorsi*) za meritve in analize kakovosti mesa. V obdobju od 5.11.2019 do 4.11.2021 je bilo zbranih 197 vzorcev. Od kmetijskih gospodarstev, ki so partnerji projekta, so vzorce za izvajanje analiz kakovosti mesa prispevale kmetije Žgajnar (19 vzorcev), Dežman (12 vzorcev) in kmetija Kamenik (8 vzorcev). Kmetija Ložar in Društvo za razvijanje podeželske dediščine Belčji vrh nista prispevala nobenega vzorca. Ostali zbrani vzorci mišičnine krškopoljskega prašiča (85%) so bili preko Društva rejcev krškopoljskih prašičev pridobljeni pri rejcih, ki niso partnerji projekta.

Vzorčenje za *RYR1* genotipizacijo - odvzeli smo koščke uhlja za izolacijo DNA oz. genetske analize. Vzorce za izvedbo genotipizacije na *RYR1* smo poslali Biotehniški fakulteti. Dodatno smo tudi sami izolirali DNK iz vseh zbranih vzorcev uhljev in določili *RYR1* genotip z metodo PCR-RFLP (polimorfizma dolžin restrikcijskih fragmentov), ki smo jih ločili z uporabo gelske elektroforeze. Pri izolaciji DNK in genotipizaciji sta nam pomagali dijakinji (Biotehniškega izobraževalnega centra), ki sta rezultate uporabili za projektno nalogo pri predmetu Biotehnologija. Za svojo raziskovalno nalogo sta prejeli Krkino nagrado.

Ocenjevanje kakovosti mesa (meritve, analize), ki zajema meritve klavnih lastnosti na klavnih trupih (debelino maščobe na vihru in za zadnjim rebrom ter izvedli meritvi M in S, na podlagi katerih izračunamo mesnatost klavnih trupov). Zabeležili smo težo živih živali oziroma klavnih trupov. Dan po zakolu smo na ohlajenih trupih odvzeli vzorec kareja (*m. longissimus dorsi*) skupaj s kostjo in slanino za izvedbo analiz kakovosti mesa po standardnem postopku; določili smo površino mišice in pripadajoče maščobe, ocenili barvo mesa, marmoriranost, izmerili pH vrednost. Objektivno barvo (svetlost - L*, rdeč odtenek - a*, in rumen odtenek - b*) smo izmerili s pomočjo Minolta kromametra. Določili smo sposobnost mesa za vezavo vode s pomočjo določanja deleža izcejenega mesnega soka, izgub med tajanjem in izgub pri kuhanju. S pomočjo teksturometra smo izmerili trdoto (strižno silo). Z metodo bližnje infrardeče spektroskopije (NIRS) smo določili kemijsko sestavo mesa (delež vode, beljakovin in maščobe), v vzorcih hrbtna slanina pa določili maščobnokislinsko sestavo (delež nasičenih, enkrat nenasičenih ter večkrat nenasičenih maščobnih kislin).

Diseminacijske aktivnosti KIS:

- a) simpozij v Beogradu, Srbija (13th International Symposium Modern trends in livestock production 6-8 Oct 2021),
- b) simpozij ZED (Zdravčevi-Erjavčevi dnevi 4-5 Nov 2021),
- c) predstavitev projekta na EIP-AGRI platformi, ki vključuje 3 povzetke za prakso ("practice abstract") v slovenskem in angleškem jeziku: 1) *RYR1 in kakovost mesa pri avtohtonih pasmah prašičev*, 2) *Intramuskularna maščoba je zaželeno za vidika kakovosti mesa*, 3) *Prehranske potrebe prašičev avtohtonih pasem*. Gre za obliko kratke informativne predstavitve, ki jo spodbuja Evropska komisija v sklopu projektov, ki jih financira. Povzetki so dostopni na tej povezavi <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/find-connect/projects/vpeljava-odbire-plemenskih-%C5%BEivali-na-podlagi>
- d) predstavitev na simpoziju in razglasitvi 51. Krkine nagrade

Priloge kot dokazila o izvedenih aktivnostih: ocena primernosti lastnosti kakovosti mesa ter seznam vzorcev; povzetki za prakso (»practice abstracts«); predstavitve in objave

4. Primerjava doseženih ciljev, rezultatov in neposrednih učinkov z načrtovanimi ter pojasnila morebitnih odstopanj – vezano na aktivnosti KISa		
Načrtovani cilji	Doseženi cilji	Pojasnila morebitnih odstopanj
Odvzem vzorcev in genotipizacija	<p>KIS je zbral vse vzorce živali, ki so jih ponudili člani partnerstva in drugi rejci; skupno ima zbrane podatke meritev kakovosti mesa za > 197 živali</p> <p>KIS je opravil genotipizacijo za <i>RYR1</i> na vseh živalih za katere ima podatke kakovosti mesa</p>	za raziskovalno nalogo dveh dijakinj biotehniške gimnazije je KIS dodatno tudi analiziral vzorce oz. določil <i>RYR1</i> genotip (genotipizacija je sicer naloga BF), ki so hkrati analizirani na kakovost mesa
Ocena primernosti lastnosti kakovosti mesa za potencialno odbiro na podlagi kakovosti mesa	KIS je na podlagi analize 197 vzorcev mišičnine in rezultatov genotipizacije pripravil oceno primernosti lastnosti kakovosti mesa za potencialno odbiro na podlagi kakovosti mesa	
Razširjanje rezultatov	KIS je izvedel različne oblike razširjanja rezultatov (gl. opise v prilogi)	
Načrtovani rezultati	Doseženi rezultati	Pojasnila morebitnih odstopanj
Genotipizacija in analiza kakovosti mesa Ocena primernosti lastnosti kakovosti mesa za odbiro	Analiza kakovosti mesa Genotipizacija Ocena primernosti lastnosti kakovosti mesa za odbiro	Dodatno opravljene genotipizacije za raziskovalno nalogo, ki je dobila nagrado Krke
Načrtovani neposredni učinki	Doseženi neposredni učinki	Pojasnila morebitnih odstopanj
Zmanjšanje vpliva neželene genske mutacije <i>RYR1</i> Napredek pri kakovosti mesa	Zavedanje rejcev o vplivu mutacije C1843T (Arg615Cys) na <i>RYR1</i> genu na kakovost mesa in s tem pomenu izločanja te mutacije iz populacije prašičev Zavedanje rejcev o pomenu eliminacije <i>RYR1</i> gena ter skrbi za kakovost mesa npr. pomen intramuskularne maščobe za senzorično kakovost mesa	

5. Opis izvedenih aktivnosti za doseg ciljev (razdelitev tudi po posameznih partnerjih)		
Član partnerstva	Izvedena aktivnost	Cilj, h kateremu je prispevala izvedena aktivnost
KIS	<p>Uvodni sestanek s koordinatorjem 17.12.2019 (na BF, Oddelek zootehnika)</p> <p>Pregled rezultatov dosedanjih raziskav – predstavitev na Seminarju o krškopoljskem prašiču dne 5.3.2020 (na BF, Oddelek zootehnika)</p> <p>Sestanek projektnih partnerjev 17.6.2020 (na KGZS, Novo mesto)</p> <p>Vzorčenje genetskega materiala, mesa (glej seznam vzorcev)</p> <p>Izvedba meritev in laboratorijskih analiz za oceno kakovosti mesa (glej seznam vzorcev)</p> <p>Izvedba diseminacijskih aktivnosti (udeležba na promocijskih aktivnostih projekta, na mednarodnih simpozijih in predstavitev projekta ter objava praktičnih povzetkov na EIP-AGRI platformi)</p>	<p>Vsi cilji (vzorčenje, genotipizacija, ocena kakovosti mesa, diseminacija)</p> <p>Širjenje pridobljenih znanj in ocena primernosti lastnosti kakovosti mesa</p> <p>vzorčenje, genotipizacija, ocena kakovosti mesa, diseminacija</p> <p>Odvzem vzorcev in genotipizacija</p> <p>Ocena primernosti lastnosti kakovosti mesa za potencialno odbiro plemenskih živali</p> <p>Razširjanje znanja o problematiki med rejci krškopoljskega prašiča in informiranje širše javnosti – znanstveno strokovne in splošne javnosti na različnih promocijskih dogodkih</p>

Po potrebi dodajte vrstice z ustreznim opisom in obrazložitvijo.

10. Samoevalvacija izvedenega projekta, ki jo opravi upravičenec do podpore:

Ocenjujemo, da smo na KIS delo opravili v skladu s predvidenim programom. Želeli bi, da bi člani partnerstva zagotovili več vzorcev, saj so jih drugi rejci, ki niso bili partnerji (preko Društva) zagotovili 85%. Zbiranje vzorcev je zaradi majhne in razpršene populacije zelo zamudno, težavno in drago, saj so zakoli v majhnem obsegu, načini reje, starosti in teže ob zakolu pa zelo raznolike. To bo izziv in oteževalna okoliščina za vpeljavo sistematičnega dela v rejskem programu.

11. Finančno poročilo:

Upravičena aktivnost	Član partnerstva 3 (KIS)		
	Prvo 12-mesečje	Drugo 12-mesečje	Skupaj
Stroški dela na projektu	10500	4900	15400
Potni stroški	509,71	533,33	1043,04
Stroški materiala	545,09	748,52	1293,61
Posredi stroški	1575	735	2310
SKUPAJ	13129,8	6916,85	20046,65

Upravičena aktivnost	Član partnerstva 3 (KIS)		
	Prvo 12-mesečje	Drugo 12-mesečje	Skupaj
Vodenje in koordinacija izvedbe projekta	x	x	x
Aktivnosti, ki so neposredno povezane z izvedbo projekta, in administrativno-tehnične aktivnosti	8813,39	129,65	8943,04
Priprava in izvedba praktičnega preizkusa novega oziroma izboljšanega proizvoda, prakse, procesa ali tehnologije	4316,41	3620	7936,41
Analiza izvedljivosti prenosa novega oziroma izboljšanega proizvoda, prakse, procesa ali tehnologije v prakso		458,59	458,59
Razširjanje rezultatov projekta		2708,61	2708,61
SKUPAJ	13129,8	6916,85	20046,65

Načrtovana aktivnost: vpeljava rutinskih postopkov pri odbiri živali, ki bi vključevala parametre kakovosti mesa – ocena primernosti lastnosti mesa za odbiro***OCENA PRIMERNOSTI LASTNOSTI KAKOVOSTI MESA ZA ODBIRO NA PODLAGI KAKOVOSTI MESA PRI PASMİ KRŠKOPOLJSKI PRAŠIČ******UVOD***

Krškopoljski prašič, edina slovenska lokalna (avtohtona) pasma prašičev je cenjena zlasti zaradi dobre kakovosti mesa. Raziskave pa kažejo, da je pogostost recesivnega alela na genu *RYR1* pri krškopoljskih prašičih precej visoka. Omenjeni recesivni alel oz. mutacija je povezan s poslabšanjem določenih lastnosti kakovosti mesa (predvsem tehnološke kakovosti), kar pa za predelavo mesa ni ugodno. Po zadnjih literaturnih podatkih in ugotovitvah projekta v evropskem projektu programa H2020 TREASURE (Muñoz in sod., 2018) se frekvenca recesivnega alela pri krškopoljskih prašičih giblje okrog 0,20 kar je največ v primerjavi z ostalimi evropskimi lokalnimi pasmami prašičev. Razlog za je v dolgoletni izgubi strokovnega dela na pasmi zaradi česar se je v pasmo nenadzorovano vnašalo gene sodobnih pasem (Kastelic in Čandek-Potokar, 2013). Ker ima pasma sloves odlične kakovosti mesa, je rejcem potrebno predstaviti vpliv mutacije in zakaj je pomembno, da se prisotnost škodljivega alela izloči. V pilotnem projektu smo na KIS spremljali povezavo med genotipom na *RYR1* genu in kakovostjo mesa pri krškopoljskem prašiču.

KLJUČNE UGOTOVITVE PREUČEVANJA MIŠIČNINE KRŠKOPOLJSKIH PRAŠIČEV V PROJEKTU

- ▶ Prašiči pasme Krškopoljski prašič so šli v zakol pri večji teži kot običajni pitanci (v povprečju je bila ta 159 kg pri povprečni starosti 366 dni); pomembnih razlik med genotipoma NN in Nn nismo ugotovili
- ▶ Na preučevanem vzorcu živali so nosilci mutiranega *RYR1* gena (Nn) imeli za pb. 10 % manjši dnevni prirast in večjo mesnatost – vpliv (»effect size«) je srednji
- ▶ Ugotovljene lastnosti mišičnine pri Nn genotipu so potrdile iz literature znana dejstva, da prisotnost alela »n« vpliva na dinamiko posmrtno razgradnje glikogena in s tem na tehnološke lastnosti mišičnine (slabša sposobnost vezanja vode in barvo) – vpliv (»effect size«) je velik
- ▶ Razlike med NN in Nn v drugih lastnostih pomembnih za senzorično kakovost (vsebnost intramuskularne maščobe, izmerjena strižna trdota) so bile statistično nepomembne, čeprav se je pokazal rahel trend poslabšanja pri Nn (vpliv (»effect size«) je majhen do srednji)
- ▶ Nosilci mutiranega *RYR1* gena (Nn) se statistično pomembno razlikujejo v maščobnokislinski sestavi – skladno z razlikami v zamaščenosti tj. njihovo manjšo zamaščenostjo in imajo večji delež nenasičenih maščobnih kislin (PUFA) in manjši delež

nasičenih in mononenasičenih maščobnih kislin (SFA in MUFA) – ugotovljeni vpliv (»effect size«) je srednji do velik

- ▶ Vsebnost intramuskularne maščobe je bila v povprečju 3,8 % kar je zadovoljivo z vidika minimalnih zahtev, ki jih literatura postavlja za zagotavljanje ustrezne senzorične kakovosti (>2,5% v LD mišici); je pa ta vrednost glede na zamaščenost pasme ter starost/težo ob zakolu relativno nizka
- ▶ Majhnost in razpršenost populacije, raznolikost prakticirane starosti in teže prašičev ob zakolu predstavlja izziv z vidika organizacije sistematičnega selekcijskega dela

PREDLOGI ZA REJSKI PROGRAM

- ▶ Sistematično testirati vse potencialne plemenske živali na *RYR1* in nosilce mutacije (homozigote in heterozigote) ne vključevati kot plemenske živali. Pri tem je potrebno zagotoviti, da ne pride do parjenja v sorodstvu, torej prednost ima preprečevanje parjenja v sorodstvu – protokol je v sklopu projekta pripravila BF
- ▶ V rejskem programu organizirati/vključiti sistematično testiranje na kakovost mesa predvsem je potrebno v oceno plemenske vrednosti vključiti vsebnost intramuskularne maščobe.

Načrtovana aktivnost: odvzem vzorcev tkiv

Seznam vzorcev analiziranih na KIS (kakovost mesa, izolacija DNA ter *RYR1* genotipizacijo) v obdobju 5.11.2019 - 4.11.2021

Identifikacija živali - ušesna številka	Datum zakola	Rejec	Član projektnega partnerstva
88-991-36	11.11.2019	Tekavec	NE
88-1081-56	11.11.2019	Tekavec	NE
88-1081-52	11.11.2019	Tekavec	NE
88-1081-57	11.11.2019	Tekavec	NE
88-1058-38	11.11.2019	Tekavec	NE
88-989-53	9.12.2019	Tekavec	NE
88-1031-54	9.12.2019	Tekavec	NE
88-1497-31	9.12.2019	Tekavec	NE
88-1031-52	9.12.2019	Tekavec	NE
88-1497-29	9.12.2019	Tekavec	NE
88-1224-46	9.12.2019	Tekavec	NE
88-989-52	9.12.2019	Tekavec	NE
88-1530-4	12.12.2019	Dežman	DA
88-1530-8	12.12.2019	Dežman	DA
88-1530-6	16.12.2019	Dežman	DA
88-1416-30	13.01.2020	Žgajnar	DA
88-1359-25	13.01.2020	Žgajnar	DA
88-1615-3	13.01.2020	Žgajnar	DA
88-1416-15	13.01.2020	Žgajnar	DA

Identifikacija živali - ušesna številka	Datum zakola	Rejec	Član projektne partnerstva
88-1377-22	13.01.2020	Žgajnar	DA
88-1190-21	13.01.2020	Žgajnar	DA
88-516-115	14.01.2020	Tekavec	NE
88-1058-39	14.01.2020	Tekavec	NE
88-1008-57	14.01.2020	Tekavec	NE
88-1058-20	14.01.2020	Tekavec	NE
88-1051-20	14.01.2020	Tekavec	NE
88-1430-24	4.02.2020	Žgajnar	DA
88-1624-5	4.02.2020	Žgajnar	DA
88-1448-21	4.02.2020	Longo	NE
88-1448-22	4.02.2020	Longo	NE
88-1454-22	12.02.2020	Žgajnar	DA
88-1402-20	12.02.2020	Žgajnar	DA
88-1402-19	12.02.2020	Žgajnar	DA
88-1584-7	12.02.2020	Žgajnar	DA
88-1430-19	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1454-21	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1190-35	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1190-36	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1416-26	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1402-21	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1584-5	11.03.2020	Žgajnar	DA
88-1505-1	10.03.2020	Kamenik	DA
88-1214-64	10.03.2020	Kamenik	DA
88-1645-6	6.04.2020	Tekavec	NE
88-1294-40	6.04.2020	Tekavec	NE
88-1645-5	6.04.2020	Tekavec	NE
88-1433-24	9.06.2020	Pribinovina	NE
88-1433-25	9.06.2020	Pribinovina	NE
88-1202-47	9.06.2020	Pribinovina	NE
88-1202-52	9.06.2020	Pribinovina	NE
88-1202-48	9.06.2020	Pribinovina	NE
88-1444-20	9.06.2020	Goričanec	NE
88-1616-8	9.06.2020	Goričanec	NE
88-1616-7	9.06.2020	Goričanec	NE
88-1432-25	9.06.2020	Goričanec	NE
88-1432-22	9.06.2020	Goričanec	NE
88-1616-3	9.06.2020	Goričanec	NE
88-1294-37	1.09.2020	Tekavec	NE
88-1497-32	1.09.2020	Tekavec	NE
88-1294-41	1.09.2020	Tekavec	NE
88-1631-16	1.09.2020	Tekavec	NE
88-1294-39	1.09.2020	Tekavec	NE
88-1530-9	1.09.2020	Dežman	DA

Identifikacija živali - ušesna številka	Datum zakola	Rejec	Član projektne partnerstva
88-1199-60	1.09.2020	Dežman	DA
88-1433-28	2.09.2020	Pribinovina	NE
88-1202-53	2.09.2020	Pribinovina	NE
88-1420-18	2.09.2020	Pribinovina	NE
88-1420-16	2.09.2020	Pribinovina	NE
88-1382-32	5.10.2020	Tekavec	NE
88-1276-43	5.10.2020	Tekavec	NE
88-1382-36	5.10.2020	Tekavec	NE
88-1631-19	5.10.2020	Tekavec	NE
88-1382-31	5.10.2020	Tekavec	NE
88-1382-33	9.11.2020	Tekavec	NE
88-1155-30	9.11.2020	Tekavec	NE
88-1382-30	9.11.2020	Tekavec	NE
88-1632-5	9.11.2020	Tekavec	NE
88-1276-40	9.11.2020	Tekavec	NE
88-1382-37	30.11.2020	Tekavec	NE
88-1276-37	30.11.2020	Tekavec	NE
88-1645-2	30.11.2020	Tekavec	NE
88-552-94	30.11.2020	Tekavec	NE
88-1580-18	21.12.2020	Tekavec	NE
88-1625-29	21.12.2020	Tekavec	NE
88-1106-37	21.12.2020	Tekavec	NE
88-1276-41	4.01.2021	Tekavec	NE
88-1580-11	4.01.2021	Tekavec	NE
88-1600-15	4.01.2021	Tekavec	NE
88-1550-24	21.01.2021	Kamenik	DA
88-1550-33	21.01.2021	Kamenik	DA
88-1550-31	21.01.2021	Kamenik	DA
88-1468-25	25.01.2021	Tekavec	NE
88-1468-27	25.01.2021	Tekavec	NE
88-1625-25	25.01.2021	Tekavec	NE
88-1693-19	23.02.2021	Žgajner	NE
88-1682-12	23.02.2021	Žgajner	NE
88-1806-5	23.02.2021	Žgajner	NE
88-1771-10	23.02.2021	Žgajner	NE
88-1640-6	23.02.2021	Žgajner	NE
88-1550-30	3.03.2021	Kamenik	DA
88-1734-16	3.03.2021	Kamenik	DA
88-1550-35	3.03.2021	Kamenik	DA
88-1799-2	9.03.2021	Žgajner	NE
88-1806-3	9.03.2021	Žgajner	NE
88-1674-8	9.03.2021	Žgajner	NE
88-1820-2	9.03.2021	Žgajner	NE
88-1631-28	26.03.2021	Tekavec	NE

Identifikacija živali - ušesna številka	Datum zakola	Rejec	Član projektne partnerstva
88-1795-3	26.03.2021	Tekavec	NE
88-1625-27	26.03.2021	Tekavec	NE
88-1433-41	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1708-10	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1677-3	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1734-11	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1717-6	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1202-68	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1202-71	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1192-66	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1708-7	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1734-10	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1202-67	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1717-11	7.04.2021	Pribinovina	NE
88-1433-45	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1717-7	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1433-47	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1192-67	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1202-66	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1717-10	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1433-48	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1708-11	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1717-8	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1192-64	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1708-5	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1717-4	13.04.2021	Pribinovina	NE
88-1037-66	28.04.2021	Gruden	NE
88-1758-2	3.05.2021	Dežman	DA
88-1758-7	3.05.2021	Dežman	DA
88-1758-8	3.05.2021	Dežman	DA
88-1758-10	3.05.2021	Dežman	DA
88-1758-11	3.05.2021	Dežman	DA
88-1758-12	3.05.2021	Dežman	DA
88-1813-5	31.08.2021	Žgajner	NE
88-1824-1	31.08.2021	Žgajner	NE
88-1813-8	31.08.2021	Žgajner	NE
88-1937-3	31.08.2021	Žgajner	NE
88-1799-11	31.08.2021	Žgajner	NE
88-1771-19	31.08.2021	Žgajner	NE
88-1645-29	6.09.2021	Tekavec	NE
88-1834-1	6.09.2021	Tekavec	NE
88-1645-27	6.09.2021	Tekavec	NE
88-1645-30	6.09.2021	Tekavec	NE
88-1645-31	6.09.2021	Tekavec	NE

Identifikacija živali - ušesna številka	Datum zakola	Rejec	Član projektne partnerstva
88-1645-24	6.09.2021	Tekavec	NE
88-1771-18	7.09.2021	Žgajner	NE
88-1878-2	7.09.2021	Žgajner	NE
88-1924-3	14.09.2021	Žgajner	NE
88-120-8	14.09.2021	Žgajner	NE
88-1813-10	14.09.2021	Žgajner	NE
88-1820-1	14.09.2021	Žgajner	NE
88-1799-12	14.09.2021	Žgajner	NE
88-1824-9	14.09.2021	Žgajner	NE
88-1799-4	14.09.2021	Žgajner	NE
88-1229-59	27.09.2021	Tekavec	NE
88-1224-57	27.09.2021	Tekavec	NE
88-1224-64	27.09.2021	Tekavec	NE
88-1224-60	27.09.2021	Tekavec	NE
88-1224-66	27.09.2021	Tekavec	NE
88_1058_44	27.09.2021	Tekavec	NE
88-1777-9	28.09.2021	Dežman	NE
88-1758-5	28.09.2021	Dežman	NE
88-1777-10	28.09.2021	Dežman	NE
88-1700-14	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1878-11	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1870-14	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1914-3	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1910-3	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1830-18	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1771-23	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1792-7	28.09.2021	Žgajner	NE
88-1799-8	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1640-1	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1813-1	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1878-5	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1910-5	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1878-4	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1860-4	7.10.2021	Žgajner	NE
88-1114-52	25.10.2021	Tekavec	NE
88-1224-65	25.10.2021	Tekavec	NE
88-1276-55	25.10.2021	Tekavec	NE
88-989-57	25.10.2021	Tekavec	NE
88-1370-57	25.10.2021	Tekavec	NE
88-1811-9	25.10.2021	Tekavec	NE
88-1709-2	2.11.2021	Žgajner	NE
88-1738-13	2.11.2021	Žgajner	NE
88-1711-7	2.11.2021	Žgajner	NE
88-1853-9	2.11.2021	Žgajner	NE

Identifikacija živali - ušesna številka	Datum zakola	Rejec	Član projektne partnerstva
88-1870-11	2.11.2021	Žgajner	NE
88-1914-1(7)	2.11.2021	Žgajner	NE

Načrtovana aktivnost: presoja pojavnosti RYR1 gena

Raziskovalna naloga dijakinj Klare Tomažin in Gaje Caserman, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana, Gimnazija in veterinarska šola »Določanje mutacije na genu RYR1 pri krškopoljskem prašiču«

<https://www.krkinenagrade.si/o-krkinih-nagradah/krkine-nagrade-po-letih/2021/>

Klara Tomažin, Gaja Caserman, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana, Gimnazija in veterinarska šola

Mentorica: **Klavdija Poklukar**, Kmetijski inštitut Slovenije

Somentor: **Rok Demič**, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana, Gimnazija in veterinarska šola

Določanje mutacije na genu RYR1 pri krškopoljskem prašiču

Krškopoljski prašič je edina slovenska avtohtona pasma prašičev. V preteklosti so jo skoraj iztrebili, zato so jo križali s sodobnimi pasmami. Posledica je bil vnos mutacije na genu RYR1, ki lahko povzroči avtosomno bolezen, imenovano sindrom maligne hipertermije. Pri mutaciji se nukleotid citozin zamenja s timinom. Posledica mutacije je povečana mesnatost, vendar je s tem povezana slabša kakovost mesa. Meso ima manjšo sposobnost vezave vode, kar je neugodno predvsem za predelavo v suhomesnate izdelke. S projektno nalogo smo želeli določiti število dominantnih homozigotov, heterozigotov in recesivnih homozigotov pri 168 krškopoljskih prašičih. Praktično delo smo izvedli v okviru projekta Vpeljava odbire plemenskih živali na podlagi kakovosti mesa pri pasmi krškopoljski prašič na Oddelku za živinorejo Kmetijskega inštituta Slovenije. DNK smo izolirali iz ušes prašičev in jo pomnožili s tehniko verižne reakcije s polimerazo. Z restrikcijo smo pomnoženi fragment DNK razrezali, nato pa posamezne odseke ločili z gelsko elektroforezo in tako določili genotip prašičev. Pri preiskovanih vzorcih krškopoljskih prašičev smo odkrili 106 dominantnih homozigotov, 62 heterozigotov in dva recesivna homozigota. Frekvenca recesivnega alela je bila 0,19 in je bila v primerjavi z drugimi evropskimi pasmami prašičev zelo velika.

Klara Tomažin, Gaja Caserman, General Upper Secondary School and Veterinary Technician School, Biotechnical Education Centre Ljubljana

Supervisor: **Klavdija Poklukar**, Agricultural Institute of Slovenia

Co-supervisor: **Rok Demič**, General Upper Secondary School and Veterinary Technician School, Biotechnical Education Centre Ljubljana

Determination of Mutation on the RYR1 Gene of the Krškopolje Pig

The Krškopolje pig is the only Slovenian autochthonous breed of pig. In the past, the Krškopolje pig was crossed with modern breeds, which led to the input of the RYR1 gene into the population. This can lead to an autosomal recessive genetic disorder called the malignant hyperthermia syndrome. The cause of this disorder is the replacement of the nucleotide cytosine with the nucleotide thymine. A consequence of the mutation is increased meatiness, which is associated with deterioration of the meat quality. Meat has a lower ability to bind water, which makes it unfavourable for processing into cured meat products. The objective of this thesis was to determine the number of dominant homozygotes, heterozygotes, and recessive homozygotes in 168 Krškopolje pigs. This work was carried out under the project 'Introduction of selection of breeding animals based on meat quality in the Krškopolje pig breed' at the Animal Production Department of the Agricultural Institute of Slovenia. A pure DNA sample from the pig's ear was obtained with DNA extraction. The extracted DNA was amplified using PCR. Afterwards, the restriction endonuclease HhaI was used to digest gene fragments. Genotypes of the pigs were identified using gel electrophoresis. We found 106 dominant homozygotes, 62 heterozygotes, and two recessive homozygotes in the Krškopolje pig sample. The recessive allele frequency was 0.19, which is higher compared to the other European local pig breeds.

Načrtovana aktivnost: pregled rezultatov dosedanjih raziskav – predstavitev s predavanjem na Seminarju o krškopoljskem prašiču (BF, Groblje dne 5.3.2020)

6. 03. 2020

Vpliv mutacije RYR1 na kakovost mesa in izdelkov iz krškopoljskega prašiča

Genotipizacija krškopoljskih prašičev (n=36) iz 12 različnih rej na c. C1843T (p. Arg615Cys) mutacijo na genu RYR1 (i.e. gen za stresno preobčutljivost prašičev)

Incidenca mutiranega "n" alela pri KKP ocenjena na 0.24

Alentejano	0,04	Crna Slavonska	0	Moya Romagnola	0,05
Apulo Calabrese	0,05	Gascon	0,03	Moravka	0,02
Basque	0	Iberico	0	Negra Majorqui	0
Bisaro	0,05	Lietuvos Baltosios	0	Nero Siciliano	0,05
Casertana	0,09	Lietuvos veltines	0,09	Sarda	0,05
Cinta Senese	0,01	Mangulka	0	Schwäbisch-Hällisches	0

RYR1 (ex. halotan gen) → stresni sindrom pri prašičih; recesivna mutacija za stres

Mutacija povezana s poslabšano kakovostjo mesa in boljšo omiščenostjo/mesnatostjo.

Delna dominanca za količino in kakovost mesa

Funded by European Union Horizon 2020 Grant agreement No 634476

Vpliv mutacije RYR1 na kakovost mesa in izdelkov iz krškopoljskega prašiča

Vpliv mutiranega "n" alela na omiščenost in (poslabšano) kakovost mesa je zelo podoben kot pri modernih pasmah.

Kakovost trupa:

- Večja omiščenost
- Nižja zamaščenost
- Slabši prirast (!?)

ADG (kg/day)	KL trup (kg)	Klavnost (%)
Mišica (mm)	L. dorsl, cm²	Mesnatost, %
Slanina, zadnje rebro, mm	Slanina nad L.dorsl, cm²	Slanina, nad 6lvt. medius, mm

Čandeli-Potškar et al. 2017, Proc 11 Int Symp Modern trends in livestock production, 111-119

Funded by European Union Horizon 2020 Grant agreement No 634476

Načrtovana aktivnost: Presoja lastnosti kakovosti mesa, študija vpliva RYR1 gena

Proceedings of the 13th International Symposium
Modern Trends in Livestock Production
October 6 – 8, 2021, Belgrade, Serbia

THE EFFECT OF RYR1 GENE ON MEAT QUALITY IN AUTOCHTHONOUS BREED KRŠKOPOLJE PIG

Urška Tomažin¹, Klavdija Poklukar¹, Martin Škrlep¹, Nina Batorek Lukač¹, Marjeta Čandek-Potokar^{1,2}

¹Agricultural Institute of Slovenia, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

²University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, SI-2311 Hoče, Slovenia

Corresponding author: Marjeta Čandek-Potokar, meta.candek-potokar@kis.si

Abstract: The study investigated the incidence of the mutation on the *RYR1* gene and its influence on meat quality in the only Slovenian local pig breed - Krškopolje. Samples of 201 fattening pigs from 25 farms were collected for genotyping and meat quality analysis. The frequency of the mutant allele was 19.9% (3, 74 and 174 pigs with n/n, N/n and N/N genotype, respectively). Pigs of the N/n genotype had lower daily gain and carcass fatness than N/N pigs. The rate of pH decline in the *longissimus lumborum* muscle (LL) was faster in heterozygous pigs, as evidenced by lower pH 45 min post-mortem, but no effect on ultimate pH was observed. Consistent with post-mortem pH decline, a higher drip loss of LL muscle was observed for N/n pigs. The fatty acid composition of backfat was also influenced by the *RYR1* genotype. Consistent with the relationship between fatness and fatty acid composition, higher levels of saturated and monounsaturated fatty acids and lower levels of polyunsaturated fatty acids were observed in fatter N/N pigs.

Key words: Krškopolje pig; *RYR1* gene; meat quality

Introduction

Krškopolje pig is the only Slovenian local (autochthonous) pig breed. As it has not been subjected to genetic selection, it is characterised by lower performance and higher fatness compared with modern breeds, but recognised for having better meat quality (Batorek *et al.*, 2019). To ensure their sustainability, they are, similar like other European local breeds, particularly suitable for the production of value-added dry-cured products. Only meat of the highest quality is suitable for the production of high quality products, however, studies conducted in recent years have shown that the frequency of the recessive allele on the *RYR1* gene, which is responsible for the malignant hyperthermia and stress susceptibility and known to cause pale, soft and exudative meat, is quite high in Krškopolje pigs.

For example, *Muñoz et al. (2018)* reported that the frequency of the recessive allele in Krškopolje pigs was 0.21, which was the highest among the twenty studied European local breeds. The reason for that can be searched in many years of exclusion from the breeding programme, loss of interest for the breed and no professional work resulting in uncontrolled introgression of genes from the modern breeds (*Kastelic and Čandek-Potokar, 2013*). However, as the breed is reputed for excellent meat quality, it is important to show the breeders how *RYRI* gene affects the quality of meat and why it is important to eliminate the presence of damaging allele. In order to investigate the relationship between the presence of mutated allele and meat quality in the local pig breed, a large number of pigs from different farms from all over Slovenia were included in the study to screen the whole population and to investigate the possibility of including the result of the genomic analysis in the breeding programme.

Materials and Methods

The samples of Krškopolje pigs ($n=201$) originating from 25 Slovenian farms were collected for DNA extraction and meat quality analysis. Samples of ears for the purpose of DNA extraction were taken at slaughter line and the pigs were identified by their individual ear numbers. The carcasses were weighed and measurements of fat and muscle thickness were taken for the estimation of lean meat content according to the method approved for Slovenia (OJ EU L56/28, 2008). Back fat thickness at the level of last rib and at withers was additionally measured. When possible, measurement of pH was taken in *longissimus lumborum* muscle (LL) at the level of last rib 45 minutes (pH45) post mortem using MP120 Mettler Toledo pH meter (Mettler-Toledo, GmbH, Schwarzenbach, Switzerland). A day after slaughter the carcasses were cut at the level of last rib and samples of *longissimus lumborum* (LL) muscles with corresponding fat and skin were taken for further analysis. On LL muscle, marbling (on scale from 1 to 7) and subjective colour (on scale from 1 to 6) were visually assessed, and surfaces of muscle and corresponding fat area were measured. Measurement of ultimate pH (pH24) was also taken. Objective colour (CIE L^* , a^* , and b^* colour parameters) was measured with Minolta Chroma Meter CR-300 (Minolta Co. Ltd, Osaka, Japan) on freshly cut surface of the muscle. In addition, chroma ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) and hue angle ($h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) were calculated. Protein, water and intramuscular fat (IMF) content was determined in minced samples by near-infrared spectral analysis (NIR Systems 6500, Foss NIR System, Silver Spring, MD, USA) using internal calibrations with the predictive ability based on R^2 (0.82, 0.97, 0.81, for moisture, IMF and protein content, respectively) and Sy_x (0.65%, 0.30%, 0.73%, for moisture, IMF and protein content, respectively).

Water holding capacity was determined by means of drip loss (after 24 hours of storage) according to the EZ method (*Christensen, 2003*), thawing and cooking losses. For thawing loss, a chop of LL (8×5×4 cm) was weighed, vacuum packed and frozen at -20°C. After thawing (overnight at 4°C), the samples were gently drained with a paper towel and reweighed. The same sample was used for determination of cooking loss and shear force. For cooking loss, the samples were cooked in a thermostatic water bath (ONE 7-45, Memmert GmbH, Schwabach, Germany) until the internal temperature reached 72°C, cooled and reweighed. Three to four 1.27-cm-diameter cores were excised from the cooked muscle parallel to the muscle fibres and shear force was measured perpendicular to muscle fibres using a TA Plus texture analyser (Ametek Lloyd Instruments Ltd., Fareham, UK) equipped with a 60° V-shaped rectangular-edged blade and a crosshead speed set at 3.3 mm/s. Fatty acid composition was estimated in subcutaneous fat tissue by near-infrared spectral analysis (NIR Systems 6500, Foss NIR System, Silver Spring, MD, USA). The percentages of fatty acid groups (saturated fatty acids – SFA, monounsaturated fatty acids – MUFA, polyunsaturated fatty acids – PUFA, n-3 PUFA and n-6 PUFA) were predicted using internal calibrations with the predictive ability based on R^2 (0.83, 0.91, 0.89, 0.83, 0.89 for SFA, MUFA, PUFA, n-3 PUFA and n-6 PUFA, respectively) and $Sy.x$ (0.79 %, 0.70%, 0.57%, 0.06%, and 0.51 % for SFA, MUFA, PUFA, n-3 PUFA and n-6 PUFA, respectively).

Genomic DNA was extracted from pig ear tissue using QIAamp DNA Mini kit (Qiagen, Germantown, MD, USA), according to the manufacturer's instructions. Polymerase chain reaction (PCR) was performed to screen for C/T SNP (C1843T) in the amplified 134 bp fragment of *RYR1* gene, using the forward: 5'-GTGCTGGATGTCCTGTGTTCCCT-3' and reverse: 5'-CTGGTGACATAGTTGATGAGGTTTG-3' primer pairs as described by Brenig & Brem (1992). Thermocycler programme was set as follows: 3 min at 95 °C, 30 cycles at 95 °C for 30 s, at 59 °C for 40 s, and at 72 °C for 60s, followed by final elongation step at 72 °C for 5 minutes. The reaction consisted of 5 µl of 2x DreamTaq buffer, 1 µM primers, 3.3 µl dH₂O and 1 µl of DNA isolate. The fragment was digested with restriction endonuclease HhaI (ER1851, Thermo Fisher Scientific) to obtain fragments of 50 and 84 bp in case of the wild type allele. The restriction reaction consisted of 10 µl PCR product, 1.5 µl TANGA buffer, 4.2 µl H₂O and 0.3 µl (3U) of restriction enzyme. The samples were incubated overnight at 37 °C. Fragments after restriction were separated by electrophoresis under 100 V for 2 h on 2 % agarose gel stained with ethidium bromide. The GeneGenius gel imaging system (Syngene, Cambridge, UK) was used to observe the results.

The analysis of variance was performed using the General Linear Models (GLM) procedure of the SAS/STAT module (SAS 8e, 2000; SAS Inc., Cary, NC, USA). The model included the fixed effect of *RYR1* genotype, however, due to low

number of pigs with the n/n genotype, they were excluded from the analysis. In case of carcass traits, final live weight was included as a covariate in the model. Differences between genotypes were considered significant if $P < 0.05$. The results are presented as least square means (LS-means) with root-mean-square errors (RMSE). Effect size, presented as Hedges' g (difference between means of N/N and N/n divided by pooled SD), was also calculated. Effect sizes of 0.20, 0.50, and 0.80 are considered small, medium, and large, respectively.

Results and Discussion

All three genotypes of the *RYRI* gene were detected in the investigated Krškopolje pigs; there were 3, 74 and 174 pigs with n/n, N/n and N/N genotype, respectively. Indicative frequency of the recessive "n" allele in Krškopolje pig population is thus 19.9% which is similar as reported in recent years (Tomažin *et al.*, 2017; Muñoz *et al.*, 2018).

In the investigated Krškopolje pigs, the age at slaughter and their final body weight were 366 ± 138 days and 159 ± 41 kg, respectively. There was no difference in final weight between N/N and N/n genotypes (Table 1); however, average daily gain (from birth to slaughter) was higher in N/N pigs, indicating an effect of *RYRI* gene on growth rate. Better growth rate of N/N pigs confirms the results obtained in our recent study on Krškopolje pig (Tomažin *et al.*, 2017). Contrary to our results on local pig breed, most of the studies performed on modern pig breeds reported no significant differences in growth performance between N/N and N/n genotypes (Sather *et al.*, 1991; Leach *et al.*, 1996; Larzul *et al.*, 1997; Tor *et al.*, 2001) except the study of McPhee *et al.* (1992) which also reported lower daily gains for pigs of N/n genotype and lower feed intake (which was not measured in our study).

As expected, carcass traits (indicating body composition) were significantly influenced by *RYRI* genotype. The heterozygous (N/n) pigs had thicker muscle and thinner fat measured above the *gluteus medius* muscle which led to their higher meat percentage (Table 1). Meat percentage of both genotypes was very low, as known for local pig breeds (Čandek-Potokar *et al.*, 2019) not subjected to selective breeding for improved meatiness. Meta-analysis performed on modern pig breeds (Salmi *et al.*, 2010) showed similar results i.e. higher lean percentage in N/n compared to N/N pigs. Consistent with their higher lean meat percentage, N/n pigs exhibited bigger loin muscle thickness and area (Table 1). Similar results were also observed in our previous study (Tomažin *et al.*, 2017). In modern pig breeds, only one study (Fisher *et al.*, 2000) reported larger *longissimus dorsi* muscle thickness and area in N/n than N/N pigs, while other studies reported

no significant differences in muscle size between the two genotypes (*De Smet et al., 1996; Leach et al., 1996; Hamilton et al., 2000*).

Table 1. Effect of *RYR1* genotype on productive performance and carcass traits of Krškopolje pigs

	N/N (n=124)	N/n (n=74)	RMSE	P value	Effect size ¹
Age at slaughter, days	353	390	137.0	0.0699	-0.27
Final body weight, kg	160.1	157.3	41.5	0.6548	0.07
Average daily gain, g/day	473	433	91.4	0.0039	0.45
Muscle thickness, mm	69.2	73.4	8.19	0.0010	-0.43
Fat thickness over <i>gluteus medius</i> , mm	44.3	40.3	8.08	0.0014	0.41
Fat thickness at last rib, mm	45.3	43.2	7.49	0.0542	0.27
Fat thickness at withers, mm	67.2	64.7	10.47	0.1126	0.20
Meat percentage, %	36.7	40.3	6.00	0.0001	-0.56
Loin eye area, cm ²	41.2	46.9	13.03	0.0047	-0.37
Loin eye fat area, cm ²	43.8	44.9	15.67	0.6446	-0.07

¹Hedge's g value

RMSE – root-mean-square error

In agreement with literature reports (*De Smet et al., 1996; Larzul et al., 1997; Monin et al., 1999; Fisher et al., 2000; Jankowiak et al., 2010; Tomažin et al., 2017; Ólivan et al., 2018*) regarding the effect of *RYR1* on muscle pH decline, pH value at 45 min post-mortem was higher in N/N than N/n pigs, while no differences were observed for pH 24 h post-mortem (Table 2). There were no differences between N/N and N/n pigs in CIE colour parameters which agrees with the results of our previous study on Krškopolje pigs (*Tomažin et al., 2017*), while on the contrary, in modern pig breeds, meta-analysis of *Salmi et al. (2010)* reported the differences between N/N and N/n pigs in colour parameters lightness (L*) and yellowness (b*). Even though the differences in CIE colour parameters were insignificant in the present study, a trend towards more intense colour of N/N than N/n pigs was noted (P=0.096 and 0.117, Hedge's *g*=0.25 and -0.23, for subjective colour and L*, respectively). It is known that recessive allele of *RYR1* gene influences the dynamics of post-mortem glycolysis by favouring calcium release in muscle cells thus accelerating the pH decline (*Monin, 2004*) which results in reduced water retention capability. In accordance with lower pH 45 min post-mortem, higher drip loss of LL muscle was observed in N/n than N/N pigs which corroborates with numerous studies (see meta-analysis of *Salmi et al., 2010*). Contrary to our previous study on Krškopolje pigs (*Tomažin et al., 2017*), no differences in thawing and cooking losses were observed in the present one. In modern pig breeds, many studies also failed to observe the difference in thawing or cooking losses between N/N and N/n pigs (*Boles et al., 1991; Leach et al., 1996; Monin et al., 1999; Fisher et al., 2000; Hamilton et al., 2000; Van der*

Maagdenberg *et al.*, 2008). Contrary to most of the literature reports on modern pig breeds showing lower tenderness or higher shear force in N/n than N/N genotype (Boles *et al.*, 1991; McPhee and Trout, 1995; Van der Maagdenberg *et al.*, 2008), shear force value did not differ between the two genotypes in the present study, which is inconsistent also with our previous study on Krškopolje pig (Tomažin *et al.*, 2017). A comparison with our results on modern pig breeds slaughtered at similar weight and assessed with the same methodology in the same laboratory (unpublished results), Krškopolje pigs do not seem to differ from pigs of modern breeds (54.7 N vs. 54.6 N for Krškopolje and modern breeds, respectively; Hedge's $g=0.01$).

With regard to chemical composition of LL muscle, no differences between N/N and N/n pigs were determined (Table 2), which corroborates with the results reported for local breeds Zlotnicka Spotted breed (Jankowiak *et al.*, 2010) and Krškopolje pig (Tomažin *et al.*, 2017) or modern pig breeds (Leach *et al.*, 1996; Hamilton *et al.*, 2000; Álvarez-Rodríguez *et al.*, 2017).

Table 2. Effect of *RYR1* genotype on meat quality (*longissimus lumborum* muscle)

	N/N (n=124)	N/n (n=74)	RMSE	P value	Effect size ¹
pH45	6.55	6.37	0.220	0.0120	1.02
pH24	5.52	5.52	0.228	0.8334	0.03
Subjective colour (1-6)	3.5	3.2	1.08	0.0959	0.25
Marbling (1-7)	2.78	2.66	1.27	0.5325	0.09
Objective colour parameters:					
CIE L*	52.1	53.3	5.30	0.1168	-0.23
CIE a*	9.92	10.37	2.40	0.2063	-0.19
CIE b*	4.46	3.96	3.05	0.2612	0.17
C*	11.2	11.4	2.85	0.5351	-0.09
h°	22.4	20.2	13.66	0.2737	0.16
Chemical analysis:					
Intramuscular fat, %	3.9	3.7	1.46	0.4057	0.12
Protein, %	23.5	23.3	0.98	0.3339	0.14
Water, %	71.9	72.1	1.22	0.2912	-0.16
Water holding capacity:					
Drip loss after 24 h, %	4.3	5.8	2.30	<0.0001	-0.64
Thawing loss, %	12.2	13.1	3.83	0.1373	-0.26
Cooking loss, %	26.8	27.0	4.37	0.7474	-0.06
Hardness, WBSF, N	53.6	56.0	11.97	0.2233	-0.21

¹Hedge's g value; RMSE – root-mean-square error, C* - chroma, h° - Hue angle, WBSF – Warner-Bratzler shear force.

Fatty acids composition of backfat tissue differed between the two genotypes (Table 3). The percentages of SFA and MUFA were higher and the

percentages of n-3, n-6 and total PUFA were lower in N/N than N/n pigs. There are few available studies that compared *RYRI* genotypes with respect to fatty acid composition and no major differences between N/N and N/n genotypes were reported (García-Macías *et al.*, 1996; Biedermann *et al.*, 2000; Álvarez-Rodríguez *et al.*, 2017). In addition to the diet, which we were unable to control in the present study, fatty acid composition depends largely on the fat content of the pigs. The SFA and MUFA content increases, while the PUFA content decreases with increasing backfat thickness (Wood *et al.*, 2008). Therefore, we can hypothesise that the difference between the two genotypes can be explained by the difference in body fatness, however, further research is needed in this regard.

Table 3. Effect of *RYRI* genotype on fatty acid composition (wt % of all fatty acids) of subcutaneous back fat tissue

	N/N (n=124)	N/n (n=74)	RMSE	P value	Effect size ¹
SFA	41.2	40.3	1.98	0.0193	0.54
MUFA	47.7	46.4	2.86	0.0182	0.54
PUFA	11.7	13.8	2.70	<0.0001	-0.95
n-3 PUFA	1.11	1.42	0.412	<0.0001	-0.91
n-6 PUFA	10.6	12.4	2.42	<0.0001	-0.92
n-6 PUFA / n-3 PUFA	10.1	9.4	2.62	0.1558	0.32

¹Hedge's *g* value; RMSE – root-mean-square error, MUFA – monounsaturated fatty acids, PUFA – polyunsaturated fatty acids, SFA – saturated fatty acids.

Conclusion

The incidence of the mutant *RYRI* allele in the population of Krškopolje pigs is relatively high so it was of interest to evaluate its effect on productive performance and meat quality and to compare with what is known for modern breeds. Results confirm a significant difference between N/n and N/N genotypes on performance and meat quality also in local breed Krškopolje pig, however, the effects are not always equivalent to what has been reported for modern pig breeds and this might be due to different (less intensive) production systems (diet, higher age and weight, outdoor access).

Uticaj mutacije *RYR1* gena na kvalitet mesa autohtone „krškopoljske“ rase svinja

Urška Tomažin, Klavdija Poklukar, Martin Škrlep, Nina Batorek Lukač, Marjeta Čandek-Potokar

Rezime

Studija je istraživala učestalost mutacije na genu *RYR1* i njen uticaj na kvalitet mesa jedine slovenačke lokalne/autohtone rase svinja – krškopoljska svinja. Uzorci 201 tovljenika sa 25 farmi prikupljeni su za genotipizaciju i analizu kvaliteta mesa. Učestalost mutiranog alela bila je 19,9% (3, 74 i 174 svinje sa n/n, N/n i N/N genotipom, respektivno). Svinje n/n genotipa imale su manji dnevni prirast i sadržaj masti u trupu od n/n svinja. Stopa pada pH u mišiću *longissimus lumborum* (LL) bila je brža kod heterozigotnih svinja, o čemu svedoči niži pH 45 minuta post mortem, ali nije primećen nikakav efekat na krajnji pH. U skladu sa post-mortem padom pH, primećen je veći kalo mišića LL kod N/n svinja. Na sastav masnih kiselina leđnog masnog tkiva takođe je uticao genotip *RYR1*. U skladu sa odnosom između masnog tkiva i sastava masnih kiselina, viši nivoi zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina i niži nivoi polinezasićenih masnih kiselina zabeleženi su kod masnijih N/N svinja.

Ključne reči: krškopoljska svinja; gen *RYR1*; kvalitet mesa

Acknowledgment

The study is part of the project “Introduction of meat quality into the breeding programme of Krškopolje pigs” financed by the European Commission in the frame of Rural Development Programme 2014–2020 for Slovenia, sub-measure M16.2 (operational groups). Authors would also like to acknowledge the core financing of Slovenian Agency of Research (grant P4-0133) and Ministry of Agriculture, Food and Forestry (breeding programme of Krškopolje pig). Breeders of Krškopolje pigs are acknowledged for their cooperation and support.

References

ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ J., GARCÍA-HERNÁNDEZ E., TORRÀS O., TOR M., VILLALBA D., PENA R. (2017): Nutrigenetic response of dietary linseed inclusion on pork fatty acid composition in halothane gene carriers. Proceedings of

the 63rd International congress on meat science and technology (Cork, Ireland). Wageningen Academic Publishers. The Netherlands, 39–40.

BATOREK LUKAČ N., TOMAŽIN U., ŠKRLEP M., KASTELIC A., POKLUKAR K., ČANDEK-POTOKAR M. (2019): Krškopoljski prašič (Krškopolje pig). In: European local pig breeds - Diversity and performance. Eds. Čandek-Potokar M. and Nieto Linan R.M. IntechOpen, London, UK, 141–154.

BIEDERMANN G., JATSCH C., PESCHKE W., LINDNER J.-P., WITTMANN W. (2000): Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettqualität von Pietrain-Schweinen unterschiedlichen MHS-Genotyps und Geschlechts - 2. Mitteilung: Fettsäuremuster der Depotfette Rückenspeck, Flomen und intermuskuläres Fett sowie der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*. Archiv für Tierzucht, 43 (2), 165–178.

BOLES J.A., PARRISH Jr. F.C., SKAGGS C.L., CHRISTIAN L.L. (1991): Effect of porcine somatotropin, stress susceptibility, and final end point of cooking on the sensory, physical, and chemical properties of pork loin chops. Journal of Animal Science, 69, 2865–2870.

BRENIG B., BREM G. (1992): Molecular cloning and analysis of the porcine halothane gene. Archiv für Tierzucht, 35, 129–135.

CHRISTENSEN L.B. (2003): Drip loss sampling in porcine *m. longissimus dorsi*. Meat Science, 63, 469–477.

ČANDEK-POTOKAR M., BATOREK LUKAČ N., TOMAŽIN U., ŠKRLEP M., NIETO R. (2019): Analytical review of productive performance of local pig breeds. In: European local pig breeds - Diversity and performance. Eds. Čandek-Potokar M. and Nieto Linan R.M. IntechOpen, London, UK, 281–303.

DE SMET S.M., PAUVELS H., DE BIE S., DEMEYER D.I., CALLEWIER J., EECKHOUT W. (1996): Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. Journal of Animal Science, 74, 1854–1863.

GARCÍA-MACÍAS J.A., GISPERS M., OLIVER M.A., DIESTRE A., ALONSO P., MUÑOZ-LUNA A., SIGGENS K., CUTHBERT-HEAVENS D. (1996): The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. Animal Science, 63, 487–496.

HAMILTON D.N., ELLIS M., MILLER K.D., McKEITH F.K., PARRETT D.F. (2000): The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. Journal of Animal Science, 78, 2862–2867.

FISHER P., MELLETT F.D., HOFFMAN L.C. (2000): Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. Meat Science, 54, 97–105.

JANKOWIAK H., KAPELAŃSKI W., WILKANOWSKA A., CEBULSKA A., BIEGIEWSKA M. (2010): The effect of *CLPS* and *RYR1* gene polymorphism on

meat quality of Zlotnicka spotted pigs. *Journal of Central European Agriculture*, 11, 93–98.

KASTELIC A., ČANDEK-POTOKAR M. (2013): Application of quality labels in support of conservation of local breeds – a challenge for Slovenian Krškopolje pig. In *Proceedings of the 8th International Symposium on the Mediterranean Pig*, Ljubljana, Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*, Supplement 4, 205–209.

LARZUL C., LE ROY P., GUEBLEZ R., TALMANT A., GOUGE J., SELLIER P., MONIN G. (1997): Effect of halothane (NN, Nn, nn) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 114, 309–320.

LEACH L.M., ELLIS M., SUTTON D.S., MCKEITH F.K., WILSON E.R. (1996): The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science*, 74, 934–943.

McPHEE C.P., DANIELS L.J., KRAMER H.L., NOBLE J.W., TROUT G.R. (1992): The effect of the Halothane gene on performance, carcass and meat quality in a fat and a lean line of pigs. *Proceedings of the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 10, 76–79.

McPHEE C.P., TROUT G.R. (1995): The effects of selection for lean growth and the halothane allele on carcass and meat quality of pigs transported long and short distances to slaughter. *Livestock Production Science*, 42, 55–62.

MONIN G., LARZUL C., LE ROY P., CULIOLI J., MOUROT J., ROUSSET-AKRIM S., TALMANT A., TOURAILLE C., SELLIER P. (1999): Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *Journal of Animal Science*, 77, 408–415.

MONIN G. (2004): Conversion of muscle to meat/Colour and texture deviations. In: *Encyclopedia of meat sciences*. Eds Jensen W. K., Devine C. and Dikeman M. Elsevier Ltd., Oxford, UK, 323–330.

MUÑOZ M., BOZZI R., GARCÍA F., NÚÑEZ Y., GERACI C., CROVETTI A., GARCÍA-CASCO J., ALVES E., ŠKRLEP M., CHARNECA R., MARTINS J.M., QUINTANILLA R., TIBAU J., KUŠEC G., DJURKIN-KUŠEC I., MERCAT M.J., RIQUET J., ESTELLÉ J., ZIMMER C., RAZMAITE V., ARAUJO J.P., RADOVIĆ Č., SAVIĆ R., KAROLYI D., GALLO M., ČANDEK-POTOKAR M., FONTANESI L., FERNÁNDEZ A.I., ÓVILO C. (2018): Diversity across major and candidate genes in European local pig breeds. *PLOS ONE*, 13(11): e0207475, 1–30.

OJ EU L56/28 (2008): Commission Decision of 8th December 2005 authorising methods for pig carcasses in Slovenia.

OLIVÁN M., GONZÁLEZ J., BASSOLS A., DÍAZ F., CARRERAS R., MAINAU E., ARROYO L., PEÑA R., POTES Y., COTO-MONTES A., HOLLUNG K., VELARDE A. (2018): Effect of sex and RYR1 gene mutation on

the muscle proteomic profile and main physiological biomarkers in pigs at slaughter. *Meat Science*, 141, 81–90.

SATHER A.P., MURRAY A.C., ZADAWSKI S.M., JOHNSON P. (1991): The effect of halothane gene on pork production and meat quality of pigs reared under commercial conditions. *Canadian Journal of Animal Science*, 71, 956–967.

TOMAŽIN U., BATOREK LUKAČ N., ŠKRLEP M., PREVOLNIK POVŠE M., OGOREVC J., DOVČ P., ČANDEK-POTOKAR M. (2017): Meat quality of krškopolje pigs as affected by RYR1 genotype. *Proceedings of the 11th International Symposium Modern Trends in Livestock Production*. Belgrade, Serbia, 528–538.

TOR M., ESTANY J., VILLALBA D., CUBILÓ D., TIBAU J., SOLER J., SANCHEZ A., NOGUERA J.L. (2001): Within-breed comparison of RYR1 pig genotypes for performance, feeding behaviour, and carcass, meat and fat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 118, 417–427.

VAN DEN MAAGDENBERG K., STINCKENS A., CLAEYS E., BUYS N., DE SMET S. (2008): Effect of the insulin-like growth factor-II and RYR1 genotype in pigs on carcass and meat quality traits. *Meat Science*, 80, 293–303.

WOOD J.D., ENSER M., FISHER A.V., NUTE G.R., SHEARD P.R., RICHARDSON R.I., HUGHES S.I., WHITTINGTON F.M. (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.

Razširjanje rezultatov projekta- predavanje na Simpoziju»Modern Trends in Livestock Production« (Beograd, Srbija, 6.-8 .Oktober 2021)

<http://istocar.bg.ac.rs/en/simpozijum/>



Predavanje na simpoziju Zdravčevi-Erjavčevi dnevi« (Murska Sobota, 4.-5. .November 2021)

<https://www.kgzs-ms.si/wp-content/uploads/2021/10/PROGRAM-ZED2021-SLO.pdf>

PETEK, 5. november 2021

- 7.45 Registracija udeležencev
- 8.00 VUKOVIČ, V., GJORGJIEVSKI, S., TRENOVSKI, I., ČERGOVSKI, D., SALATIČ, D., STOILOV, D., STOJKOVSKI, S., STOJKOVSKI, A. (Univerza Sv. Cirila in Metoda, Fakulteta za agronomijo in živilstvo, Skopje): *The results of two Macedonian TN InGene farms. Rezultati dveh makedonskih TN InGene farm. (20)*
- 8.20 SALOBIR, J. Funkcionalna krmila v prehrani pujskov. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prehrano): *Functional feedstuffs in piglet nutrition. (20)*
- 8.40 BATOREK LUKAČ, N., TOMAŽIN, U., ŠKRLEP, M., BALAŠKO, M., ŽELJ, I., MEŽAN, A., PREVALNIK, D., SEVER, S., OUČEK, K., JERIČ, D., ČANDEK-POTOKAR, M. (Kmetijski inštitut Slovenije): *Rastnost prašičev različnih genotipov v sklopu preizkušanja tehnologije pitanja na višje teže (praktični preizkusi na kmetijah). Growth performance of different piglet genotypes reared to higher weights (case-studies). (15)*
- 8.55 KRHLANKO, S., KOVAČ, M. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prašiče): *Vpliv krmljenja pred odstavitvijo na priraste v prvih tednih po odstavitvi. Effect of supplementary feeding on growth in first weeks after weaning. (15)*
- 9.10 KOVAČ, M., LOŽAR, K., FORTUNA, L., ULE, A., MALOVRH, Š. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prašiče): *Vpliv zamika odkupa pitancev na prihodek reje. Influence of fattener sale delay on farm income. (15)*
- 9.25 KRHLANKO, S., KOVAČ, M., MALOVRH, Š. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prašiče): *Prisotnost mutacije na genu RYR1 v populaciji krškopoljskega prašiča. Presence of a mutation in the RYR1 gene in the Krskopolje pig population. (15)*
- 9.40 ŠKRLEP, M., TOMAŽIN, U., POKLUKAR, K., BATOREK LUKAČ, N., KASTELIC, A., ČANDEK-POTOKAR, M. (Kmetijski inštitut Slovenije): *Vpliv mutacije na genu RYR1 na kakovost mesa krškopoljskega prašiča. The effect of mutation on RYR1 gene on meat quality of krskopolje pigs. (15)*

PREDSTAVITEV POSTERJEV

- 9.55 REZAR, V., PUŠNIK, J., TERZER KUŽNER, A. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prehrano): *Uporaba napajalnega avtomata za krmljenje pujskov. The use of milk feeding system for piglets. (5)*
- 10.00 ČANDEK-POTOKAR, M. (Kmetijski inštitut Slovenije): *Novi trendi pri objavljanju in prenosu znanj o živalski produkciji – predstavitev platforme Animal Open Space in projekta EUREKA. New trends in publishing research and the transferring knowledge on animal production – presenting Animal Open Space platform and EUREKA project. (5)*
- 10.10 *Diskusija (20)*
- 10.30 PEČJAK, M., REZAR, V. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prehrano): *Vpliv vročinskega stresa na rejo pitovnih piščancev. Impact of heat stress on broiler production. (15)*
- 10.45 LEVART, A., PEČJAK, M., KAVČIČ, A., REZAR, V., SALOBIR, J., LESKOVEC, J. (BF, Odd. za zootehniko, Katedra za prehrano): *Ocena vpliva vročinskega stresa na izkoristljivost hranil in kakovost nastilja pri pitovnih piščancih. Assessment of effect of heat stress on nutrition utilization and litter quality in broilers. (15)*

VPLIV MUTACIJE NA GENU *RYR1* NA KAKOVOST MESA KRŠKOPOLJSKEGA PRAŠIČA



M. Škrlep¹, U. Tomažin¹, K. Poklukar¹, N. Batorek-Lukač¹,
A. Kastelic², M. Čandek-Potokar¹

¹KIS, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

²KGZ NM, Šmihelska c. 14, 8000 Nova mesto

29. Zadrvčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

 Kmetijski inštitut Slovenije
Agricultural Institute of Slovenia

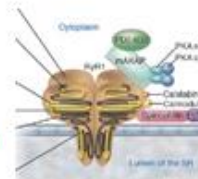


29. Zadrvčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

Ozadje študije

Mutacija na genu *RYR1*:

- Ryanudinski receptor (→ regulacija izpusta Ca^{2+} iz SR → mišična kontrakcija)
- Mutacija = substitucija c.C1843T, p. Arg615Cys
- Pozitiven vpliv na razvoj mišic in mesnatost klavnega trupa
- Recessivna mutacija za dovzetnost na stres (maligna hipertermija)
- Nepopolno recesivna pri kakovosti mesa – vpliv tudi pri heterozigotih (hitrejši padec pH, denaturacija proteinov, slaba SVV in bleda barva)



Krškopoljski prašič

- Edina naša avtohtona pasma
- V preteklosti majhna populacija, ki se zdaj povečuje
- Znan po dobri kakovosti mesa
- Usmeritev v predelavo suhomesnatih izdelkov



Ozadje študije

- Velik % nosilcev mutiranega alela "n" v populaciji KKP že dolgo znan:
 - Dovč in sod., 1996 (frekvenca alela "n"=0.432)
 - Kastelic, 2001 (40% Nn, 10% nn)
 - Čandek-Potokar in sod., 2003 (70% Nn, 18% nn)
 - Tomažin in sod. 2017 (frekvenca alela "n"=0.20)
- Do zdaj še nobene eliminacije (→ premajhna populacija)
- Omejeni podatki glede vpliva mutacije pri KKP

- Cilj študije:
 - **Preučiti trenutno situacijo glede pojavnosti mutacije.**
 - **Ugotoviti učinek mutacije na kakovost klavnega trupa in mesa pri KKP.**

Zasnova poskusa

Vzorec živali

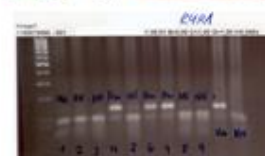
- 201 pitancev KKP, starih povprečno 340 dni
- 25 rej iz celotne SLO

Meritve po zakolu

- Lastnosti klavnega trupa (teža, debelina slanine in mišice, površina LD in pripadajoče slanine, mesnatost)
- Kakovost mesa – LD (pH45/24, marmoriranost, barva, parametri SVV, strižna trdota)
- Kemična sestava LD (IMM, voda, proteini) ← NIRS

Določanje genotipa na RYR1

- Ekstrakcija DNK (tkivo uhljev)
- Genotipizacija na mutacijo C1843T z metodo PCR-RFLP



29. Zadrvčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

Rezultati – frekvenca alelov

- Relativno visoka pojavnost alela "n" (tudi v primerjavi z drugimi lokalnimi pasmami) = 19,9 %
- **Izmed 201 prašičev 3 nn, 74 Nn, 124 NN**
- Razlog: najverjetneje križanje z modernimi pasmami (nosilcem mutacije RYR1) v času, ko je bila populacija še majhna.



29. Zadrvčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

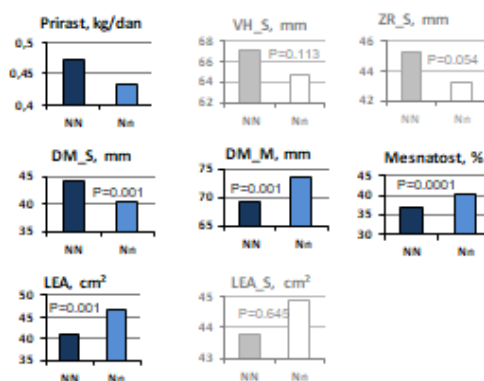
Rezultati – lastnosti klavnih trupov

RYR1 mutacija povezana z:

- Nižjim prirastom (!?)
- Večjo omišičenostjo
- Manjšo zamaščenostjo



- Večjo mesnatostjo



VH_S = debelina slanine na vihru; ZR_S = debelina slanine za zadnjim rebrom; DM_S = debelina mišice po dvomestni metodi; DM_M = debelina slanine nad mišico gluteus medius; LEA = površina mišice longissimus dorsi za zadnjim rebrom; LEA_S = površina slanine nad mišico longissimus dorsi za zadnjim rebrom.

29. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

Rezultati – lastnosti klavnih trupov

RYR1 mutacija povezana z:

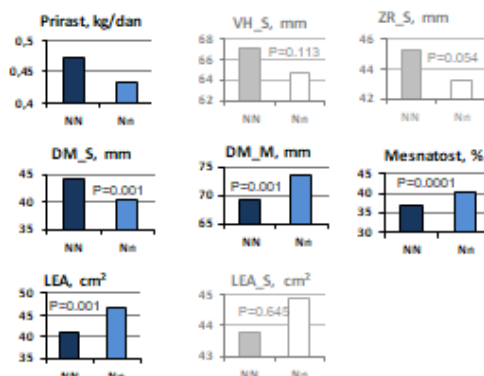
- Nižjim prirastom (!?)
- Večjo omišičenostjo
- Manjšo zamaščenostjo



- Večjo mesnatostjo



Kmetijski inštitut Slovenije



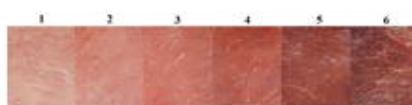
VH_S – debelina slanine na vihru; ZR_S – debelina slanine za zadnjim rebrom; DM_S – debelina mišice po dvomestni metodi; DM_M – debelina slanine nad mišico *gluteus medius*; LEA – površina mišice *longissimus dorsi* za zadnjim rebrom; LEA_S – površina slanine nad mišico *longissimus dorsi* za zadnjim rebrom.

29. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

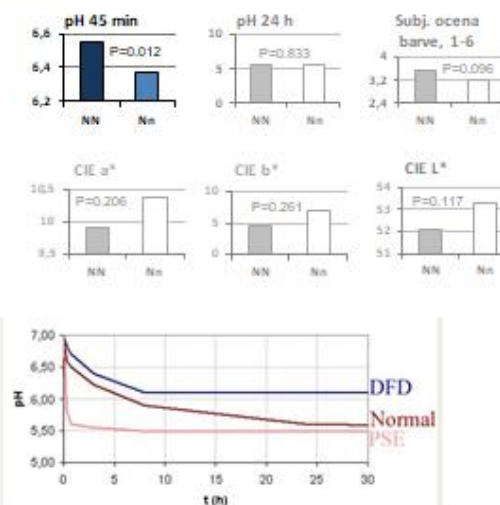
Rezultati – pH vrednost, barva mesa

RYR1 mutacija povezana z:

- Hitrejši padec pH vrednosti (nižji pH po 45 min.)
- Ni vidnejšega vpliva na končno pH vrednost
- Ni vidnejšega vpliva na barvo mesa



Kmetijski inštitut Slovenije

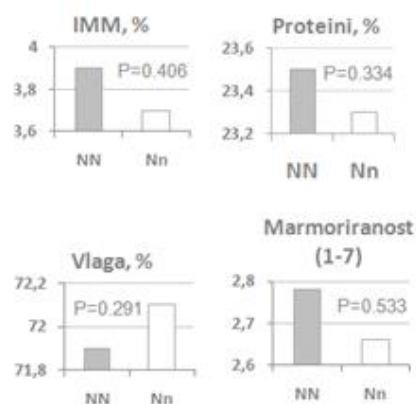
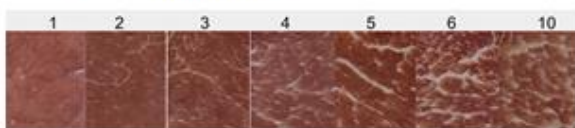


29. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

Rezultati – kemična sestava

RYR1 mutacija ni vplivala na:

- Komponente kemične sestave mesa (intramuskularno maščobo, proteine in vlago)
- Oceno marmoriranosti

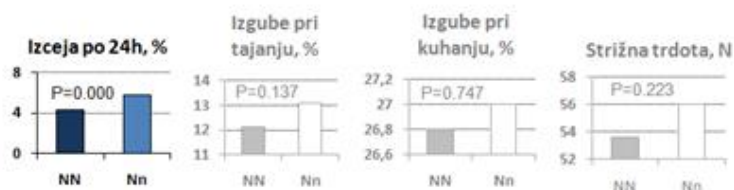


29. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

Rezultati – SVV, trdota

RYR1 mutacija povezana z:

- Povečano izcejo (34 % večja pri nosilcih mutacije)
- Ni vidnejšega vpliva na izgube pri tajanju in kuhanju
- Ni vidnejšega vpliva na trdoto



29. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 4.-5. 11. 2021

Zaključki

- 1) Pri KKP incidenca mutiranega alela na genu *RYS1* je (ostaja) relativno visoka.
- 2) Mutacija je povezana z manjšo zamaščenostjo trupa in manjšimi prirasti.
- 3) Mutacija negativno vpliva na lastnosti mesa (hiter padec pH, posledično slabša sposobnost vezave vode).
- 4) Potrebni so intenzivni rejski ukrepi za zmanjšanje frekvence mutacije → zagotovitev dobre kakovosti mesa za predelavo.



 Kmetijski inštitut Slovenije

Hvala za vašo pozornost!

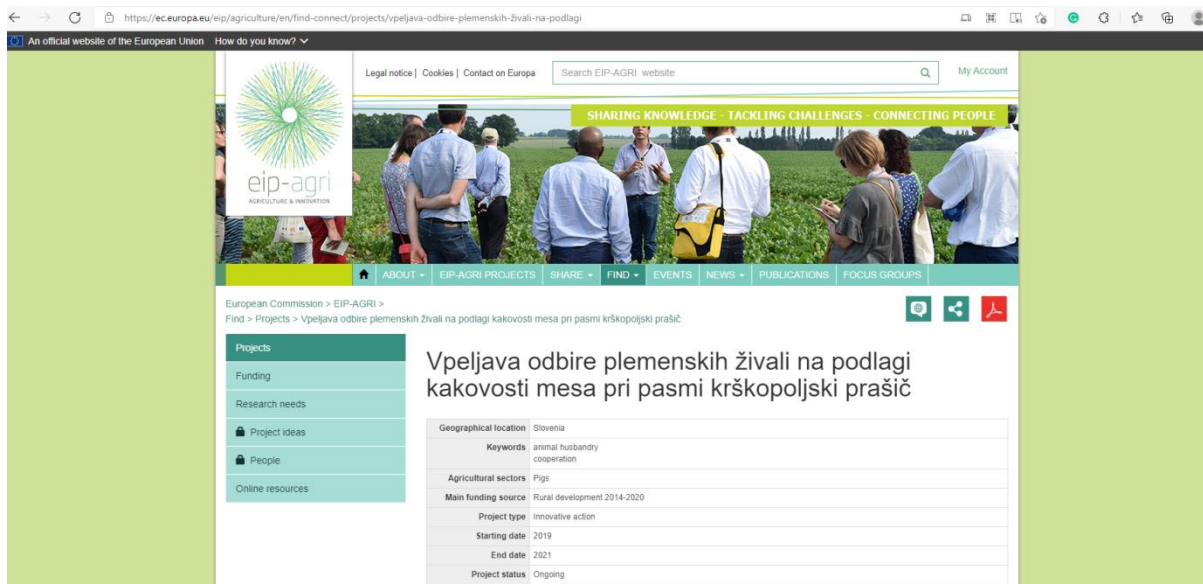


Študija je bila izvedena v okviru projekta "Vpeljava odbire plemenskih živali na podlagi kakovosti mesa pri pasmi krškopoljski prašič", ki ga sofinancira Evropska komisija v okviru Programa razvoja podeželja 2014-2020 za Slovenijo, podukrep M16.2. Poleg omenjenega je bila študija sofinancirana tudi s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (program P4 0133) in Ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano (Rejski program za avtohtono pasmo krškopoljski prašič). Avtorji se za podporo in sodelovanje zahvaljujejo tudi rejcem krškopoljskih prašičev.

 Kmetijski inštitut Slovenije

Predstavitev projekta na platformi EIP-AGRI skupaj s tremi povzetki za prakso (»practice abstract«) v slovenskem in angleškem jeziku;

<https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/find-connect/projects/vpeljava-odbire-plemenskih-%C5%BEivali-na-podlagi>



The screenshot shows the EIP-AGRI website interface. The main heading is "Vpeljava odbire plemenskih živali na podlagi kakovosti mesa pri pasmi krškopoljski prašič". Below the heading is a table with project details:

Geographical location	Slovenia
Keywords	animal husbandry cooperation
Agricultural sectors	Pigs
Main funding source	Rural development 2014-2020
Project type	Innovative action
Starting date	2019
End date	2021
Project status	Ongoing

Povzetki za prakso (angl. Practice abstracts) so kratke informativne predstavitve, ki jih spodbuja Evropska komisija v sklopu projektov, ki jih financira. Na platformi EIPAGRI smo pripravili predstavitev projekta s tremi povzetki za prakso:

- RYR1 in kakovost mesa pri avtohtonih pasmah prašičev,
- Intramuskularna maščoba je zaželena z vidika kakovosti mesa,
- Prehranske potrebe prašičev avtohtonih pasem.

▼ Practice summary

▼ Practice abstract 1

Short title (in English):

RYR1 in kakovost mesa pri avtohtonih pasmah prašičev

Short summary for practitioners (in English):

Mutacija na genu RYR1 (gen, ki kodira rianodinski receptor 1), v prašičereji bolj poznana kot »halotan gen«, je odgovorna za pojav stresnega sindroma oziroma maligne hipertermije in je povezana z slabšo kakovostjo mesa označeno tudi kot bledo, mehko, vodeno (BMV) meso. Kljub temu, da je mutiran alel (»n«) recesiven, to velja samo glede dovzetnosti na stresni sindrom, ne pa tudi glede vpliva na mesnatost in kakovost mesa, saj so nosilci - heterozigoti bolj mesnati in imajo slabšo kakovost mesa, ki se kaže v bolj bledi barvi, večji izceji, bolj ohlapni mišičnini, kar se lahko odrazi tudi na slabših senzoričnih lastnostih. V projektu smo ugotovili, da je prisoten tudi pri edini slovenski avtothoni pasmi krškopoljski prašič. Raziskava je dodatno pokazala, da so pri avtothoni pasmi učinki tega gena podobni kot pri modernih pasmah. Zato se je združenje rejcev krškopoljskega prašiča odločilo, da skupaj s strokovnjaki (pilotni projekt evropskega inovativnega partnerstva) pristopi k postopnemu izločanju neželenega alela ter s tem k uvedbi kakovosti mesa v rejski program za avtothono pasmo krškopoljski prašič.

Short title (native language):

RYR1 and meat quality in autochthonous pig breeds

Short summary for practitioners (native language):

A mutation in the RYR1 gene (a gene encoding the ryanodine receptor 1), better known in pig breeding as the "halothane gene," is responsible for the development of stress syndrome or malignant hyperthermia and is associated with poorer meat quality also known as pale, soft, exudative (PSE) meat. Although the mutant allele ("n") is recessive, this only applies to susceptibility to the stress syndrome, and not to the effect on meatiness and meat quality, because carriers – heterozygotes, are meatier and have poorer meat quality. This is evidenced in paler colour, greater water loss, looser muscle tissue, and can also be reflected in poorer sensory properties. In the project, we found out that the mutation is also present in the only Slovenian autochthonous breed Krškopolje pig. The research has further shown that the effects of this gene in this autochthonous breed are similar to those in modern breeds. Therefore, the Krškopolje Pig Breeders' Association decided to cooperate with experts (a pilot project of the European Innovation Partnership) in order to gradually eliminate the unwanted allele and thus introduce the meat quality into the breeding program for the autochthonous breed Krškopolje pig.

▼ Practice abstract 2

Short title (in English):

Intramuskularna maščoba je zaželena z vidika kakovosti mesa

Short summary for practitioners (in English):

Intramuskularna maščoba je maščoba, ki se nahaja v obliki lipidnih kapljic v mišičnih vlaknih in med snopiči mišičnih vlaken kot maščobno tkivo; slednje vidimo s prostim očesom kot marmoriranost. Poleg genotipa (pasma, selekcija) in spola (najbolj zamaščene so kastrirane živali) na vsebnost intramuskularne maščobe lahko vplivamo s prehrano in povečevanjem teže in starosti ob zakolu, saj se intramuskularna maščoba prične nalagati najkasneje v razvoju. Starejše in težje živali imajo več intramuskularne maščobe a je to povezano z večjo zamaščenostjo. Ob omejevanju krme se nalaganje maščobnega tkiva zmanjša, tako podkožnega kot tudi intramuskularnega, zato je potrebno z omejevanjem krme oz. energije (npr. 80 % krmljenja po volji) zmanjšati tudi koncentracijo beljakovin (oz. esencialnih aminokislin, predvsem lizina) v krmi. Drug način za povečanje vsebnosti intramuskularne maščobe, ki se ga poslužujejo v sistemu reje iberijskih prašičev za proizvodnjo visoko kakovostnih sušenih mesnin, je izkoriščanje principa kompenzacijske rasti. V tem sistemu so prašiči na začetku pitanja (≈45-90 kg) krmljeni restriktivno (omejeno) in rastejo počasi, v zadnjih nekaj mesecih pa preidejo na velike količine s škrobom bogate krme (želod, kostanj), zaradi česar se močno poveča hitrost rasti in nalaganje maščobe, poleg podkožne tudi intramuskularne. Intramuskularna maščoba ugodno vpliva na senzorično kakovost mesa, njena vsebnost naj bi bila vsaj 2,5%, a je pogosto nižja. Krškopoljski prašič je kot druge neselekcionirane pasme prašičev bolj zgodaj zrela pasma in s tem bolj nagnjena k zamaščevanju, kljub temu pa vsebnost intramuskularne maščobe pri tej pasmi ni izrazito visoka ($3,83 \pm 1,46\%$) in bi jo veljalo vključiti v rejski program.

Short title (native language):

Intramuscular fat is desirable in terms of meat quality

Short summary for practitioners (native language):

Intramuscular fat is the type of fat which in the form of lipid droplets found within muscle fibres and between muscle fascicles; we can see the latter with the naked eye as marbling. In addition to genotype (breed, selection) and sex (castrated animals are the fattest), intramuscular fat content can also be influenced by diet, as well as higher weight and age at slaughter, since intramuscular fat begins to accumulate latest in development. Older and heavier animals have more intramuscular fat, which is associated with their higher fatness. Restrictive feeding reduces the accumulation of adipose tissue, both subcutaneous and intramuscular; when feed or energy supply is limited (e.g., 80% ad libitum), it is therefore necessary to reduce the concentration of protein (or essential amino acids, especially lysine) in the diet. Another strategy to increase intramuscular fat content, used in the Iberian pig breeding system to produce high quality dried meat, is the principle of compensatory growth. In this system, pigs are fed restrictively (limited) and grow slowly at the beginning of fattening (≈45-90 kg), but in the last months of fattening they switch to large amounts of starchy feed (acorns, chestnuts), which greatly increases their growth rate and fat accumulation, not only subcutaneous but also intramuscular. Intramuscular fat has a beneficial effect on the sensory quality of meat, its content should be at least 2.5%, but often it is lower. The Krškopolje pig, like other non-selected pig breeds, is an early maturing breed and therefore tends to have a higher fat accumulation, but the intramuscular fat content in this breed is not extremely high ($3.83 \pm 1.46\%$) and should therefore be included in the breeding programme.

▼ Practice abstract 3

Short title (in English):

Nutritional requirements of autochthonous pig breeds

Short summary for practitioners (in English):

In recent years, breeding of the Krškopolje pig, the only autochthonous Slovenian pig breed, has increased in Slovenia, but its nutritional requirements are practically unexplored. Because each local breed has its own characteristics with a specific growth curve, we cannot apply to it the standard recommendations which are used for modern pig breeds with high growth capacity. Pigs of local breeds mature early and have a lower capacity for protein deposition and a greater capacity for fat storage than modern breeds. Studies on the Iberian breed show that the requirements of fatty pig breeds are similar to those of modern pigs in the early stages of growth so the use of commercial feed mixes is at this stage appropriate. For home-prepared feed, special emphasis should be placed on meeting the essential amino-acid requirements of pigs in the early stages of growth (pigs weighing 20-50 kg). In addition to cereals, a protein source should also be included in the feed (e.g. 30% soybean meal or cake). On the contrary, commercial feed mixtures are not suitable for Krškopolje pigs in the fattening stages because of the different composition of their gain. The results of modelling namely show that Krškopolje pigs deposit 116 g of protein per day in the growth period between 40 and 110 kg, which is much less than in modern pig breeds (130-166 g/day), which means that their amino acid requirements are also lower (≈ 13 g of digestible lysine/day). In the final stages of fattening (over 100 kg), their protein requirements are already met by feeding a mixture of cereals with the addition of forage feed. It is also appropriate to feed the Krškopolje pigs with various low-energy feed sources (e.g. root crops). Considering that Krškopolje pigs have a large appetite, it is important to add voluminous feed to their diet, especially if the pigs are fed restrictively.

Short title (native language):

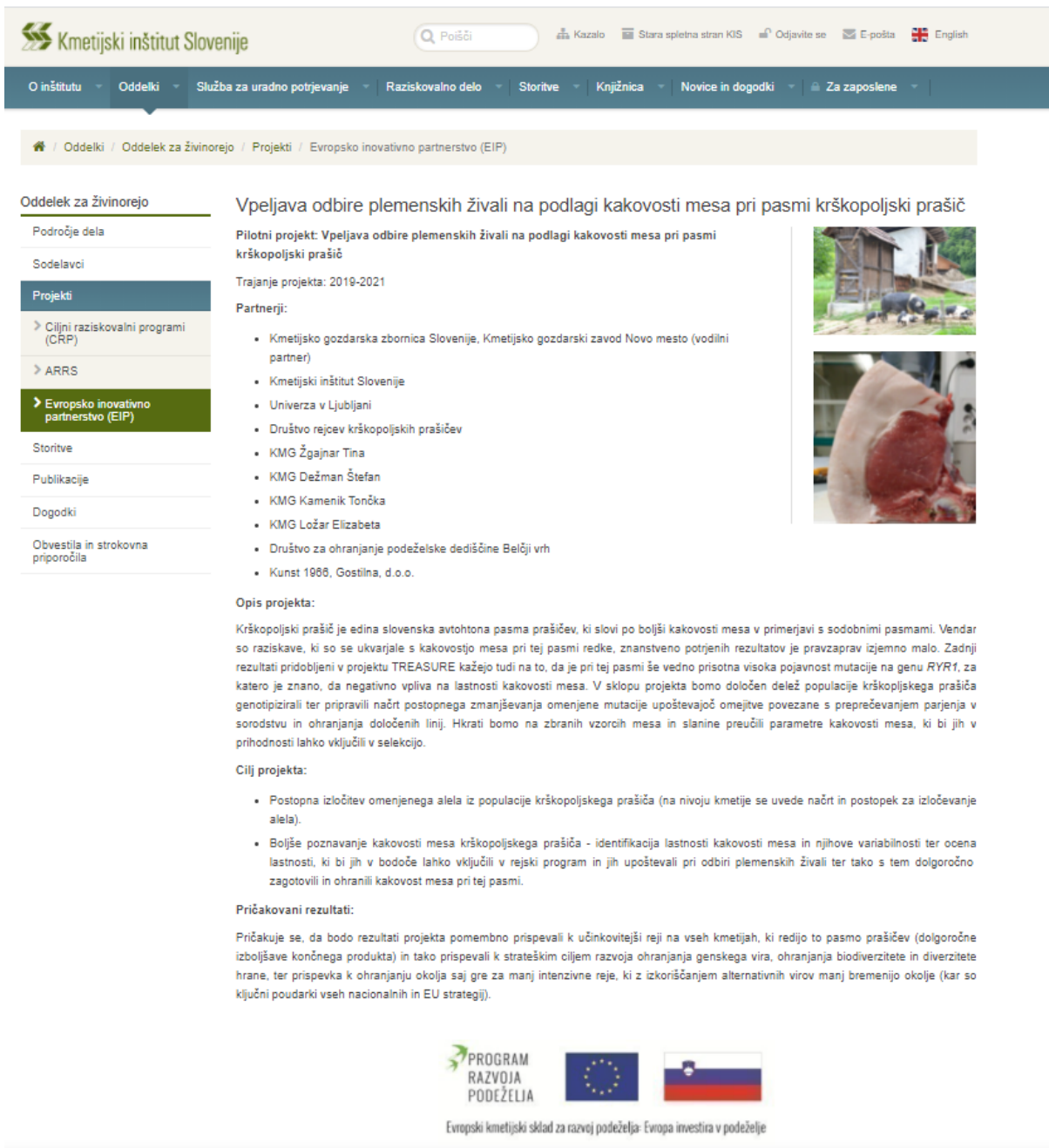
Prehranske potrebe prašičev avtohtonih pasem

Short summary for practitioners (native language):

V zadnjih letih se na območju Slovenije povečuje reja krškopoljskega prašiča, edine slovenske avtohtone pasme, vendar so njegove prehranske potrebe praktično neraziskane. Ker ima vsaka lokalna pasma svoje karakteristike in s tem specifično rastno krivuljo, zanje ne moremo uporabiti standardnih priporočil, ki veljajo za moderne pasme prašičev z veliko zmogljivostjo rasti. Gre namreč za bolj zgodaj zrele živali, pri katerih je sposobnost za nalaganje beljakovin manjša, sposobnost za nalaganje maščob pa večja kot pri modernih pasmah. Raziskave na iberijski pasmi kažejo, da so pri mastnih pasmah prašičev v prvih fazi rasti potrebe enake kot pri modernih prašičev, zato je v tej fazi uporaba komercialnih krmnih mešanic primerna. Pri doma pripravljenih krmnih mešanicah pa bi bilo v fazi rasti 20-50 kg potrebno paziti na pokritje potreb po esencialnih aminokislinah v obroku in poleg žit dopolniti obrok z virom beljakovin (npr. 30% sojinih tropin ali pogač). Za pitanje pa so komercialno dostopne krmne mešanice prebogate in neprilagojene krškopoljskim prašičem zaradi drugačne sestave njihovega prirasta. Rezultati modeliranja namreč kažejo, da se pri krškopoljcih v obdobju rasti od 40-110 kg naloži 116 g beljakovin na dan, kar je precej manj kot pri modernih pasmah (130-166 g/dan), zato so manjše tudi njihove potrebe po aminokislinah (≈ 13 g prebavljivega lizina/dan). V obdobju pitanja nad 100 kg njihove potrebe po beljakovinah pokrijemo že s krmljenjem mešanice žit in z dodatkom voluminozne krme, primerna je tudi uporaba različnih energetsko revnejših krmil (npr. okopavine). Glede na to, da imajo Krškopoljski prašiči velik apetit, je pomembno dodajanje voluminozne krme še posebno kadar jih krmimo restriktivno.

Predstavitev projekta na spletni strani KIS

https://www.kis.si/EIP_OZ/Vpeljava_odbire_plemenskih_zivali_na_podlagi_kakovosti...



Kmetijski inštitut Slovenije

Poišči

Kazalo Stara spletna stran KIS Odjavite se E-pošta English

O inštitutu Oddelki Služba za uradno potrjevanje Raziskovalno delo Storitve Knjižnica Novice in dogodki Za zaposlene

Oddelek za živali / Oddelek za živalorejo / Projekti / Evropsko inovativno partnerstvo (EIP)

Oddelek za živalorejo

- Področje dela
- Sodelavci
- Projekti
- Ciljni raziskovalni programi (CRP)
- ARRS
- Evropsko inovativno partnerstvo (EIP)**
- Storitve
- Publikacije
- Dogodki
- Obvestila in strokovna priporočila


Vpeljava odbire plemenskih živali na podlagi kakovosti mesa pri pasmi krškopoljski prašič

Pilotni projekt: Vpeljava odbire plemenskih živali na podlagi kakovosti mesa pri pasmi krškopoljski prašič

Trajanje projekta: 2019-2021

Partnerji:

- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto (vodilni partner)
- Kmetijski inštitut Slovenije
- Univerza v Ljubljani
- Društvo rejcev krškopoljskih prašičev
- KMG Žgajnar Tina
- KMG Dežman Štefan
- KMG Kamenik Tončka
- KMG Ložar Elizabeta
- Društvo za ohranjanje podeželske dediščine Belji vrh
- Kunst 1968, Gostilna, d.o.o.



Opis projekta:

Krškopoljski prašič je edina slovenska avtohtona pasma prašičev, ki slovi po boljši kakovosti mesa v primerjavi s sodobnimi pasmami. Vendar so raziskave, ki so se ukvarjale s kakovostjo mesa pri tej pasmi redke, znanstveno potrjenih rezultatov je pravzaprav izjemno malo. Zadnji rezultati pridobljeni v projektu TREASURE kažejo tudi na to, da je pri tej pasmi še vedno prisotna visoka pojavnost mutacije na genu *RYR1*, za katero je znano, da negativno vpliva na lastnosti kakovosti mesa. V sklopu projekta bomo določeni delež populacije krškopoljskega prašiča genotipizirali ter pripravili načrt postopnega zmanjševanja omenjene mutacije upoštevajoč omejitve povezane s preprečevanjem parjenja v sorodstvu in ohranjanja določenih linij. Hkrati bomo na zbranih vzorcih mesa in slanine preučili parametre kakovosti mesa, ki bi jih v prihodnosti lahko vključili v selekcijo.


Cilj projekta:

- Postopna izločitev omenjenega alela iz populacije krškopoljskega prašiča (na nivoju kmetije se uvede načrt in postopek za izločevanje alela).
- Boljše poznavanje kakovosti mesa krškopoljskega prašiča - identifikacija lastnosti kakovosti mesa in njihove variabilnosti ter ocena lastnosti, ki bi jih v bodoče lahko vključili v rejški program in jih upoštevali pri odbiri plemenskih živali ter tako s tem dolgoročno zagotovili in ohranili kakovost mesa pri tej pasmi.

Pričakovani rezultati:

Pričakuje se, da bodo rezultati projekta pomembno prispevali k učinkovitejši reji na vseh kmetijah, ki redijo to pasmo prašičev (dolgoročne izboljšave končnega produkta) in tako prispevali k strateškim ciljem razvoja ohranjanja genskega vira, ohranjanja biodiverzitete in diverzitete hrane, ter prispevka k ohranjanju okolja saj gre za manj intenzivne reje, ki z izkoriščanjem alternativnih virov manj bremenijo okolje (kar so ključni poudarki vseh nacionalnih in EU strategij).

PROGRAM RAZVOJA PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje