

NOVE RAZVOJNE SMERNICE IN CILJI V VREDNOTENJU KAKOVOSTI MESA - PRIMER AVTOHTONIH PASEM PRAŠIČEV

DEVELOPMENTS AND GOALS IN PORK QUALITY EVALUATION - FOCUS ON NATIVE PIG BREEDS

Marjeta ČANDEK POTOKAR¹, Benedicte LEBRET²

IZVLEČEK

Ta predstavitev analizira kakovost mesa prašičev z večdimenzionalnega vidika ter poudarja vse večji vpliv družbene sprejemljivosti na percepcijo kakovosti mesa (in proizvodov) prašičev. V kontekstu trajnostnega prehranskega sistema poskuša umestiti lokalne pasme prašičev glede na njihove attribute (intrinzična in ekstrinzična kakovost), in osvetliti pričakovanja družbe glede kakovosti produktov in trajnostne prireje mesa prašičev.

Ključne besede: kakovost mesa, trajnost, lokalna pasma, prašič

ABSTRACT

This presentation analyzes the quality of pig meat as a multidimensional attribute and highlights the increasing impact of social acceptability on the perception of meat quality (and products) from pigs. In the context of a sustainable food system, it attempts to position local pig breeds based on their attributes of intrinsic and extrinsic quality and highlights the societal expectations regarding the quality of products and the sustainable production of pork.

Key words: meat quality, sustainability, local breed, pig

¹ Agricultural Institute of Slovenia (KIS), Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, Slovenia

² PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint-Gilles, France

1 UVOD

Živalski proizvodi, v tem primeru meso prašičev, zagotavljajo ljudem pomemben vir visokokakovostnih in lahko prebavljivih beljakovin, mineralov in vitaminov ter so del zdrave in uravnotežene prehrane. Prašičerejski sektor ima v sektorju proizvodnje mesa pomemben delež; v svetovnem merilu dobro tretjino, v Evropi pa skoraj polovico porabe mesa. Zaradi globalnega povečevanja prebivalstva predstavljata razpoložljivost in raba zemlje¹ (Godfray s sod., 2010) limitirajoč dejavnik za kmetijsko proizvodnjo. Globalno lahko pričakujemo povečevanje pritiska na rabo zemljišč in konkurence med krmo in hrano tekmo (angl. »*feed-food competition*«), kar dolgoročno vodi k vse večjemu pritisku na upravičenost rabe kmetijske zemlje za živinorejo (AgriResearch, 2019) in s tem tudi ali še posebej za prašičerejo. Strategija Zelenega dogovora (EC, 2019)² Evropske komisije predvideva prehod na agroekološke prehranske sisteme, ki morajo biti zasnovani bolj holistično tako, da bodo zdaj in v prihodnosti najbolje uravnovežili zahteve po produktivnosti, trajnosti, kakovosti in drugih družbenih vrednotah (ekosistemske storitve). Meso prašičev je pomemben vir dragocenih hranil v prehrani ljudi; ker pa so prašiči neposredni konkurenti ljudem za žita in rastlinske beljakovine, je ta sektor bolj ranljiv in še bolj podvržen družbenim pritiskom. Kar je za sektor ključno je pomen mesa prašičev za potrošnika, kjer je pomembna tradicija uživanja in predelave tega mesa v produkte, ki so posebej cenjeni pri potrošnikih (npr. pršut). V iskanju trajnostnih prehranskih sistemov nekatere študije (Röös s sod., 2016; van Zanten s sod., 2018) predlagajo omejitev živinoreje na vrste, ki lahko izkoriščajo travnino ali uporabljajo stranske proizvode živilske industrije, in ravno uporaba stranskih proizvodov je za rejo prašičev pomemben in premalo izkoriščen krmni vir. Za soočanje s tem izzivom bo moral prašičerejski sektor odgovoriti na družbene izzive za prihodnost in povezati različne funkcije sistema, pri čemer bo imela kakovost produktov, v svojem najširšem pomenu, ključno vlogo.

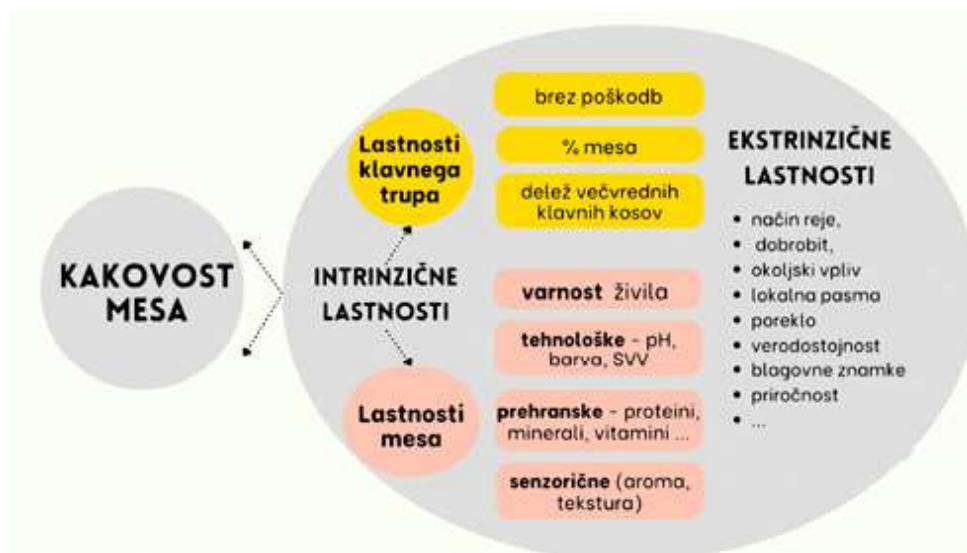
V tem kontekstu je eden od pomembnih atributov za trajnostni razvoj oskrbnih verig s produkti iz mesa prašičev v tradiciji uživanja tega mesa, na čemer lahko pridelava mesa prašičev zgradi svoj *raison d'être* (smisel obstoja); gre za razvoj proizvodov, ki izpolnjujejo visoka pričakovanja potrošnikov. V tem smislu lahko prašičerejci in z njimi povezana industrija mesa izkoristijo trend potrošnikov, ki iščejo kakovost in ne količino. Uživanje mesa v smislu „manj, a bolje“ omogoča rejcem, da povečajo ceno svojih proizvodov in s tem dohodkov, hkrati obsega proizvodnje ne večajo in s tem prispevajo tudi k

blažitvi vplivov na okolje.

Dandanes meso in prašičji proizvodi večinoma izvirajo iz intenzivnih proizvodnih sistemov, ki so se razvijali z namenom izboljšanja učinkovitosti in povečevanja mesnatosti živali³. Osredotočanje reje prašičev na selekcijo (genetsko izboljšanje) in učinkovitost je privedlo do nekaterih negativnih vplivov na kakovost mesa (tehnološke in senzorične lastnosti) ter tudi na hranilne lastnosti svinjine, sveže in predelane (Font i Furnols in Guerrero, 2014). Sektor pa se vse bolj sooča z družbenimi zahtevami po visoko hranljivih in bolj zdravih proizvodih ter bolj trajnostni prireji (npr. izboljšana dobrobit živali, manjši vplivi na okolje) ter krepitev krožnega in lokalnega gospodarstva (npr. uporaba in valorizacija stranskih proizvodov in alternativnih beljakovinskih virov kot živalske krme) (Bilatto s sod., 2024).

2 KAKOVOST MESA - VEČDIMENZIONALNA PERCEPCIJA

Percepcija oziroma razumevanje kakovosti mesa prašičev lahko opišemo kot kompleksno, večdimenzionalno oziroma večplastno zaznavo. Zajema vrsto lastnosti, ki so povezane z značilnostmi samega proizvoda in pogoji, pod katerimi so prašiči oziroma njihovo meso pridelani (Slika 1).



Slika 1. Kakovost mesa je večdimenzionalna in kompleksna lastnost

Figure 1. Meat quality is multidimensional and complex attribute

Pojem kakovosti mesa tako zajema intrinzične lastnosti, to so lastnosti ki izhajajo iz produkta samega, ki so lastne produktu in v ta sklop lahko štejemo varnost živila, senzorične, tehnološke in

¹ "Buy land, they're not making it anymore." (Mark Twain)

² https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

³ http://www.euroconsulting.be/wp-content/uploads/2015/11/pigmeat-dashboard_en.pdf; https://agridata.ec.europa.eu/Reports/Pigmeat_Dashboard.pdf and Sosnicki AA et al. 2003. Proceedings of Manitoba pork seminar, 29-31 Jan.

prehranske lastnosti, ter ekstrinzične lastnosti, ki jih pripisujemo proizvodu in predstavljajo ugled, verodostojnost oziroma družbeno sprejemljivost. Slednja se nanaša na kulturne, etične (vključno z dobrobitjo živali) in okoljske vidike prasičereje, vključno s poreklom. Kakovost mesa v njenem naširšem pomenu se oblikuje skozi celotno prehransko verigo, pri čemer se med lastnostmi kakovosti pojavljajo sinergije in nasprotja. Dobavna veriga prasičjega mesa se začne na kmetiji, preden meso doseže potrošnika, pa gre njegova pot skozi sektor predelave in maloprodajo. Vsak deležnik v dobavni verigi ima svoje videnje, ekonomske interese in cilje ter različno razumevanje kakovosti mesa prasičev. Medtem ko je za rejca percepcija kakovosti odvisna od zdravja živali in osnove za plačilo - torej najpogostejše kakovosti trupa (npr. teža trupa in mesnatost oziroma odstotek mesa v trupu), je za predelovalce in predvsem potrošnike kakovost mesa bolj kompleksna (Prache s sod., 2022). Povpraševanje potrošnikov po zdravi hrani dobre kakovosti nenehno narašča (Font-i-Furnols in Guerrero, 2022), zahteve po kakovosti s strani mesne industrije in potrošnikov pa postajajo vse bolj raznolike (Lebret in Čandek-Potokar, 2022). Pomen in prioriteta je odvisna od deležnika v verigi, od kmeta do potrošnika.

Na kakovost mesa prasičev vplivajo številni dejavniki vzdolž celotne proizvodne verige (podroben pregled literature podajata Lebret in Čandek-Potokar, 2022) pri čemer ekstrinzični vidiki, kot so poreklo, način reje prasičev, zlasti v luči dobrobiti živali in okoljskih vplivov postajajo vse pomembnejši. Intrinzične lastnosti prasičjega mesa, zlasti senzorične kot so okus, sočnost, mehkoba, ostajajo ključni dejavnik celovitega zadovoljstva in s tem odločanja o (ponovnem) nakupu. (Grunert s sod., 2004; Lin-Schilstra s sod., 2022).

3 POMEN EKSTRINZIČNE KAKOVOSTI PRAŠIČJEGA MESA

Trajnostni prehranski sistem mora zadostiti trem vidikom: i) ekonomski trajnosti - da je skozi celotno verigo proces stroškovno vzdržan, ii) družbeni trajnosti - da prinaša široke koristi za družbo, in iii) okoljski trajnosti - da ima pozitiven ali nevtralen vpliv na naravno okolje (Slika 2).

Sistem plačevanja bi tako idealno moral poleg vsebnosti mesa v trupu, ki je trenutno v večini primerov edina osnova za plačevanje prasičev, upoštevati tudi ostale aspekte kakovosti, torej tudi intrinzične (izdelku lastne) lastnosti kakovosti svinjine in ekstrinzične lastnosti mesa prasičev (zunanji znaki kakovosti povezani z zaupanjem v varnost živila in način prireje).

Analitični pregled literature (Aboah in Lees, 2020) je pokazal, da je za potrošnika pet najpomembnejših kakovostnih značilnosti ekstrinzične narave, pri čemer je bila med temi vsebnost maščobe, kot intrinzična lastnost, rangirana na petem mestu skupaj z ekološko oznako in ceno (Slika 3). Za svinjino je pomembno tudi, da je priročna za pripravo, okusna in proizvedena v skladu z etičnimi vrednotami potrošnikov (Grunert, 2006; Lin-Schilstra s sod., 2022).



Slika 2. Trajnostni prehranski sistem ima tri stebre

Figure 2. Sustainable food system has three pillars

Potrošniki se vsakodnevno srečujejo z mesom različnega porekla, pri čemer izvor mesa povezujejo z varnostjo živila (npr. zaupanje v domačo proizvodnjo), čeprav se države razlikujejo v tem, kako potrošniki zaupajo sistemu varne hrane (Font-i-Furnols in Guerrero, 2014). Stališča potrošnikov do reje živali za meso so se močno spremenila, potrošniki pa postajajo vse bolj zaskrbljeni zaradi dobrobiti živali in okoljskih vplivov živinoreje (Liu s sod., 2023). Stališče potrošnikov do prireje prasičjega mesa je odvisno tudi od segmenta potrošnikov in države, od okoliščin nakupa in porabe (Aboah in Lees, 2020; Grunert s sod., 2018). Kakovostni vidiki svinjine postajajo vedno pomembnejši, saj vedno večji delež potrošnikov raje poje manj mesa, a višje kakovosti (fleksitarijanci). Vendar pa je treba opozoriti, da za pomemben del populacije cena mesa še vedno ostaja zelo pomemben dejavnik odločitve o nakupu, tudi v državah z večjo kupno močjo potrošnikov (Aboah in Lees, 2020; Liu s sod., 2023). Poleg tega so lahko stališča državljana (do dobrobiti živali in potrebe po okolju prijazni proizvodnji hrane) in potrošnika razlikuje npr. kar potrošniki menijo o prireji v svoji vlogi državljanov, ne vpliva vedno na njihovo izbiro pri nakupu in porabi svinjine (Krystallis s sod., 2009). Dimenzije kakovosti, ki vplivajo na ponovni nakup izdelka s strani potrošnikov so tako vezane na povpraševanje, zaupanje in izkušnje (Grunert s sod., 2004). Povpraševanje po mesu in izdelkih iz prasičjega mesa je v veliki meri odvisno od družbenih zahtev po bolj trajnostnih proizvodnih sistemih, ki zagotavljajo boljše dobrobit živali, biotsko raznovrstnost (npr. lokalne pasme), zmanjšano uporabo vhodnih sredstev (zlasti veterinarskih zdravil) in manjši okoljski vpliv (natančno hranjenje, uporaba lokalnih hranil in valorizacija stranskih proizvodov prehranske industrije). Ta evolucija je prav tako spodbujena na evropski ravni z zeleno politiko in strategijo „Od kmetije do vilic“ za pravičen, zdrav in okolju prijazen prehranski sistem.



Bodoči sistemi prireje mesa prašičev bodo morali vključevati in upoštevati večplastnost percepcije kakovosti mesa, kar z vidika prašičereje pomeni, da bodo morali biti načini reje v skladu z razpoložljivimi naravnimi viri ter osredotočeni na zagotavljanje visoko kakovostnih proizvodov.

3.1 Kakovost mesa in koncept industrije 5.0⁴

Zahtevnost in večdimenzionalnost kakovosti mesa prašičev zahtevata izvedljiv in učinkovit sistem vrednotenja kakovosti, kar pomeni tudi beleženja podatkov vzdolž dobavne verige ter zmogljivosti ocene intrinzičnih in ekstrinzičnih lastnosti mesa. Danes so na voljo orodja, ki omogočajo tak pristop. Napredne tehnologije (Industrija 4.0) so že implementirane v mnogih proizvodnih sektorjih, vključno z agro-živilsko industrijo (Eche-garay s sod., 2022). Koncept Industrija 4.0 temelji na digitalni transformaciji in avtomatizaciji procesov, kot so avtonomni roboti, internet stvari (povezovanje in izmenjava podatkov prek interneta), veliki podatki (kompleksni podatkovni nizi), oblako računalništvo, obogatena resničnost, kibernetska varnost in veriga blokov. Nanaša se na nov nivo organizacije vrednostne verige, ki uporablja obsežno množico podatkov ter napredno tehnologijo za učinkovit sistem sledenja in oblikovanje vrednosti produkta. Nedavna vizija poimenovana Industrija 5.0 pa naslavlja naslednjo raven industrializacije, ki je osredotočena na človeka, odporna in trajnostna. Uporaba novih tehnologij presega zgolj ekonomsko učinkovitost ter spoštuje omejitve proizvodnih zmogljivosti planeta. Industrija 5.0 dopolnjuje Industrijo 4.0 z upoštevanjem socialne in okoljske odgovornosti. Potrošniki, in širše državljani, so videni kot gonilna sila sprememb v iskanju trajnostnih prehran-

skih sistemov, paradigma ki jo bo sektor prašičjega mesa sčasoma moral integrirati.

4 TRAJNOSTNI PREHRANSKI SISTEM - UPORABA LOKALNIH PASEM PRAŠIČEV Z VIDIKA DRUŽBENE IN OKOLJSKE TRAJNOSTI

Združeni narodi so postavili 17 ciljev trajnostnega razvoja, usmerjenih v zdravje ljudi in trajnost okolja, in tudi sektor živinoreje se mora prilagoditi tem ciljem. (FAO, 2018). Cilji naslavlajo trajnostni prehranski sistem, ki danes ni vzdržen, saj pridelava hrane ni v skladu oziroma ne sledi zdravi prehrani človeka (Benton s sod., 2018). Prehranski sistem je zato potrebno spremeniti tako, da bo zagotavljal zdravo prehrano ljudi, trajnostno pridelavo hrane, ter zmanjšanje odpadne hrane. V tem kontekstu imajo evropske avtohtone pasme prašičev in njihovi specifični proizvodni sistemi velik potencial; saj potrošniki dajejo prednost lokalni hrani (Holloway s sod., 2007), hrani, ki izhaja iz rej z visokimi standardi dobrobiti živali (Alonso s sod., 2020), zunanjih ekstenzivnih sistemov reje ter okolju prijaznih rej (Krystallis s sod., 2009). Meso lokalnih pasem prašičev potrošnik zaznava kot boljše, saj ima zelene intrinzične lastnosti kakovosti. Te pasme in njihovi (običajno ekstenzivni) kmetijski sistemi predstavljajo kmetijsko in biotsko raznovrstnost in so tudi predpogoj za edinstvene regionalne izdelke visoke kakovosti. Takšni izdelki so del kulinarčne dediščine in „tradicionalnega“ znanja, pogosto priznani z uradnimi oznakami kakovosti, kamor sodijo tudi geografska imena. Lokalne pasme prašičev so prav tako povezane z ekstrinzičnimi lastnostmi, ki so pomembne za potrošnike. Rejene so v ekstenzivnih proizvodnih sistemih, pogosto na prostem in v nekaterih primerih v ekoloških sistemih, torej gre za načine reje, ki so bolj v skladu z družbenimi pričakovanji glede ekstrinzičnih lastnosti kakovosti

4 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en

mesa prašičev kot sta dobrobit živali in vpliv na okolje. Poleg tega so lokalne pasme večinoma hranjene z domačimi krmnimi viri, so bolj odporne in prilagojene lokalnim agro-klimatskim razmeram. Te značilnosti delajo proizvodne sisteme z lokalnimi pasmami prašičev zelo primerne za koncept trajnostnih prehranskih sistemov.

V literaturi ni veliko podatkov o okoljskem odtisu sistemov rej z lokalnimi pasmami prašičev. Nekaj virov, ki so analizirali različne sisteme reje (Dourmad s sod., 2013; Dourmad s sod., 2014; Espagnol in Demartini, 2014; Lamnatou s sod., 2016) pa kaže, da imajo tradicionalni, neintenzivni sistemi rej (med njimi tudi ekološki) zaradi svoje manjše učinkovitosti sicer večji potencial za globalno segrevanje (na enoto proizvoda), da pa okoljski učinek eutrofikacije in acidifikacije preračunano na ha zemlje v obdelavi kaže od 10-60 % manjše izpuste. Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi v raziskavi opravljeni v okviru H2020 projekta TREASURE, kjer je bila narejena analiza treh lokalnih pasem, Krškopoljskega prašiča, ter pasem Gascon in Mora Romagnola (Monteiro s sod., 2019). V tej raziskavi smo ugotovili znatne razlike v okoljskem odtisu med kmetijami, kar nakazuje rezerve in možnosti za izboljšave. Najmanjši okoljski odtis so imele kmetije, ki so uporabljale lastne krmne vire, med ključnimi točkami za izboljšave pa so bile sestava obroka in izvor krme ter učinkovitost krmljenja in prilagajanje prehranskim potrebam teh pasem.

4 CILJI ZA PRIHODNOST - PRIČAKOVANJA POTROŠNIKOV GLEDE MESA PRAŠIČEV IN PERSPEKTIVA ZA PRAŠIČEREJO

4.1 Pričakovanja potrošnikov

Raziskave kažejo, da so zdravje, naravne lastnosti, senzorična kakovost, cena in dobrobit živali ključni dejavniki za potrošnike v različnih državah. Potrošniki se razlikujejo in jih lahko segmentiramo kot zahtevne, povprečne, nizkoekološke in brezosebne (Lin-Schilstra et al., 2022). V nadaljevanju povzemamo razmišljanje o kakovosti mesa prašičev in njegovi prireji iz nedavne ameriške konference industrije prašičjega mesa⁵, ki pa je po mnenju avtorjev reprezentativno za sodoben razvit svet. Potrošniki se pri izbiri hrane vse bolj osredotočajo na raziskovanje in razmišljanje o tem, kaj jedo. Pričakujejo možnost izbire ter preglednost v dobavni verigi; želijo vedeti, od kod prihaja njihova hrana in kdo ter kako jo prideluje. Zanimajo jih trajnostne prakse podjetij in kmetij, vendar pa pogosto nočejo plačati več za izdelke, ki temeljijo na trajnostnih pristopih. Okus ostaja ključen dejavnik pri izbiri hrane, prav tako sta pomembni enostavna dostopnost in priprava. V primeru svinjine je pomembno razmisliti, ali ima dolgoročno, v kontekstu trajnostnega prehranskega sistema, meso prašičev prihodnost kot dostopen in poceni vir beljakovin. Potrebno je izboljšati okus, saj je s selekcijo pri številnih modernih pasmah

meso izgubilo svoje prvotne značilnosti. Ključnega pomena bo širitev trajnostnih praks in učinkovita komunikacija trajnostnih zgodb, iskanje raznolikosti in dobičkonosnih niš ter predvsem izobraževanje prihodnjih generacij, da bodo prepoznale in spoštovale kakovost izdelkov, povezanih s prašičerejo.

4.2 Prašičereja bodočnosti

Razpoložljivost zemljišč in njihova raba sta prepoznana kot ključna omejitvena dejavnika za globalno pridelavo hrane (Godfray s sod., 2010). V globalnem kontekstu bo konkurenca za razpoložljivo zemljo med krmo za živali in hrano za ljudi dolgoročno zahtevala omejevanje živalske proizvodnje na naravne danosti ter trajnostno prehrano (Mottet s sod., 2017; Van Zanten s sod., 2018). Prireja mesa prašičev je v tem oziru še posebej zahtevna, saj prašič daje le en živilski produkt - meso, in je neposreden konkurent človeku za razpoložljiva žita ter rastlinske beljakovinske vire. Bodo pa tudi lokalne specifične tiste, ki bodo pomembne za razvoj sektorja. Samooskrba s krmnimi viri bo eden ključnih dejavnikov trajnosti sistemov reje prašičev (Van der Werf in Petit, 2002). Pozitiven vidik pa je, da je prašiče mogoče prehranjevati s hrano, stranskimi proizvodi ter ostanki živilske industrije, ki niso primerne za ljudi (Schader s sod., 2015; Mottet s sod., 2017). Ti krmni potenciali še daleč niso dovolj izkoriščeni. Glede na količino mesa prašičev v referenčni zdravi dieti (Willett s sod., 2019), ki znaša le 0,6 % (15 kcal, tj. 10-15 g/dan), je prostora v prehrani ljudi za meso prašičev zelo malo. Zato je prireja v smer majhnega obsega a visoke kakovosti dolgoročno smiselna. Prašičereja prihodnosti bo morala biti trajnostna; morala bo temeljiti na lastnih krmnih virih in zagotavljati širše družbene koristi in ekosistemske storitve ter izdelovati produkte, katerih kakovost bo odgovarjala zahtevam potrošnikov po varni, okusni in družbeno odgovorni hrani.

5 ZAHVALA

Raziskovalno in strokovno delo prve avtorice je financirano v sklopu javnih služb s strani Javne agencije za znanstveno raziskovalno in inovacijsko dejavnost - ARIS (P4-0133, L7-4568, V4-2201) in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano - MKGP (L7-4568, V4-2201, strokovne naloge v prašičereji).

6 LITERATURA

- Aboah, J., Lees, N. 2020. Consumers use of quality cues for meat purchase: Research trends and future pathways. *Meat Science*; 166, 108142. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108142.
- AgriResearch conference 2018, report. 2019. AgriResearch Conference Innovating for the future of farming and rural communities 2-3 May 2018, Brussels Report, 2019, 46 p. https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2019-29/r_i_conf2018_finalreport_forupload_652C2D37-D2E7-8BE3-0DA016A0540BB07A_60983.pdf (22.9.2024)

5 Annual Pork industry conference, Indiana, USA, 2023; <https://www.swineweb.com/latest-swine-news/meeting-consumer-needs-what-consumers-want-from-their-food-and-pork/>

- Alonso, M.E., González-Montaña, J.R., Lomillos, J.M. 2020. Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. *Animals*, 10, 385. Doi:10.3390/ani10030385
- Benton, T. 2018. Systems approaches: sustainable farming at the interface of land and food systems AgriResearch Conference Innovating for the future of farming and rural communities 2-3 May 2018, Brussels Report, 2019. https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2019-29/r_i_conf2018_finalreport_forupload_652C2D37-D2E7-8BE3-0DA016A0540BB07A_60983.pdf (24.9.2024)
- Bilotto, F., Harrison, M.T., Vibart, R., Mackay, A., Christie-Whitehead, K.M., Ferreira, C.S.S., Cottrell, R.S., Forster, D., Chang, J. 2024. Towards resilient, inclusive, sustainable livestock farming systems, *Trends in Food Science & Technology*, 152, 104668, doi:10.1016/j.tifs.2024.104668
- Dourmad, J.-Y., Casabianca, F. 2013. Effect of husbandry systems on the environmental impact of pig production. *Acta Agriculturae Slovenica. Suppl.* 4, 197-204.
- Dourmad, J.Y., Ryschawy, J., Trousson, T., Bonneau, M., González, J., Houwers, H.W.J., Hviid, M., Zimmer, C., Nguyen, T.L.T., Morgensen, L. 2014. Evaluating environmental impacts of contrasting pig farming systems with life cycle assessment, *Animal*, 8, 12, 2027-2037. Doi:10.1017/S1751731114002134.
- EC, 2019. The European Green Deal; COM(2019)640 final; EC: Brussels, Belgium.
- Echegaray, N., Hassoun, A., Jagtap, S., Tetteh-Caesar, M., Kumar, M., Tomasevic, I., Goksen, G., Lorenzo, J.M. 2022. Meat 4.0: Principles and Applications of Industry 4.0 Technologies in the Meat Industry. *Applied Sciences*, 12, 6986. doi:10.3390/app12146986
- Espagnol, S., Demartini, J. 2014. Environmental impacts of extensive outdoor pig production systems in Corsica. *Proceedings of the 9th International Conference Life Cycle Assessment Agri-Food Sector (LCA Food 2014)*, San Francisco, CA, USA.
- FAO. 2018. World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Rome. 222 p. doi:10.4060/ca1201en.
- Font-i-Furnols, M., Guerrero L. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98, 3, 361-371. doi:10.1016/j.meatsci.2014.06.025.
- Font-i-Furnols, M., Guerrero L. 2022. Understanding the future meat consumers. *Meat Science*, 193, 108941, doi:10.1016/j.meatsci.2022.108941.
- Godfray, H.C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-8. doi: 10.1126/science.1185383.
- Grunert, K.G., Bredahl, L., Brunso, K. 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector-a review, *Meat Science*, 66, 2, 259-272. doi:/10.1016/S0309-1740(03)00130-X.
- Holloway, L., Kneafsey, M., Venn, L., Cox, R., Dowler, E., Tuomainen, H. 2007. Possible Food Economies: a Methodological Framework for Exploring Food Production-Consumption Relationships. *Sociologia Ruralis*, 47: 1-19. doi:10.1111/j.1467-9523.2007.00427.x
- Krystallis, A., Dutra de Barcellos, M., Kügler, J.O., Verbeke, W., Grunert, K.G. 2009. Attitudes of European citizens towards pig production systems *Livestock Science*, 126, 46-56.
- Lamnatou, C., Ezcurra-Ciauriz, X., Chemisana, D., Plà-Aragónés, L.M. 2016. Environmental assessment of a pork-production system in North-East of Spain focusing on life-cycle swine nutrition, *Journal of Cleaner Production*, 137, 105-115. Doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.051.
- Lebret, B., Čandek-Potokar, M. 2022. Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat, *Animal*, 16, Suppl. 1, 100402, doi:10.1016/j.animal.2021.100402.
- Lin-Schilstra, Backus, G., Snoek, H., Mörlein, D. 2022. Consumers' view on pork: Consumption motives and production preferences in ten European Union and four non-European Union countries, *Meat Science*, 187, 108736. doi:10.1016/j.meatsci.2022.108736
- Liu, J., Chriki, S., Kombolo, M., Santinello, M., Bertelli Pflanzler, S., Hocquette, É., Ellies-Oury, M.-P., Hocquette, J.-F. 2023. Consumer perception of the challenges facing livestock production and meat consumption, *Meat Science*, 200, 109144. doi: 10.1016/j.meatsci.2023.109144.
- Monteiro, A.N.T., Wilfart, A., Utzeri, V.J., Batorek Lukač, N., Tomažin, U., Nanni Costa, L., Čandek-Potokar, M., Fontanesi, L., Garcia-Launay, F. 2019. Environmental impacts of pig production systems using European local breeds: The contribution of carbon sequestration and emissions from grazing, *Journal of Cleaner Production*, 237, 117843, doi:10.1016/j.jclepro.2019.117843.
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P.J. 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1-8. doi:10.1016/j.gfs.2017.01.001
- Prache, S., Adamiec, C., Astruc, T., Baéza-Campone, E., Bouillot, P.E., Clinquart, A., Feidt, C., Fourat, E., Gautron, J., Girard, A., Guillier, L., Kesse-Guyot, E., Lebret, B., Lefèvre, F., Le Perchec, S., Martin, B., Mirade, P.S., Pierre, F., Raulet, M., Rémond, D., Sans, P., Souchon, I., Donnars, C., Santé-Lhoutellier, V. 2022. Review: Quality of animal-source foods, *Animal*, 16, Suppl. 1, 100376, doi:10.1016/j.animal.2021.100376.
- Röös, E., Patel, M., Spångberg, J., Carlsson, G., Rydhmer, L. 2016. Limiting livestock production to pasture and by-products in a search for sustainable diets, *Food Policy*, 58, 1-13, doi:10.1016/j.foodpol.2015.10.008.
- Schader, C., Muller, A., Scialabba, N.E.H., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K.H., Smith, P., Makkar, H. P.S., Klocke, P., Leiber, F., Schwegler, P., Stolze, M., Niggli, U. 2015. Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *Journal of the Royal Society Interface*, 12(113), 20150891. doi: 10.1098/rsif.2015.0891.
- Van der Werf, H.M.G., Petit, J. 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: A comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1-3), 131-145. doi:10.1016/S0167-8809(01)00354-1
- van Zanten, H.H.E., Herrero, M., van Hal, O., Röös, E., Muller, A., Garnett, T., Gerber, P.J., Schader, C., De Boer, I.J.M. 2018. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Global Change Biology*, 24(9), 4185-4194. doi:10.1111/gcb.14321

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., De Vries, W., Sibanda, L.M., ... Murray, C.J.L. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4