



VETERINARSKI SPECIJALISTIČKI
INSTITUT POŽAREVAC



FAKULTET VETERINARSKЕ MEDICINE
UNIVERZITETA U BEOGRADU



ZBORNİK RADOVA

DVADESETOG SIMPOZIЈUMA
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM

~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIЈA I REPRODUKCIЈA SVINЈA~

Srebrno jezero - Veliko Gradište, 08. i 09. jun 2023. godine
Kongresni centar „Danubia“

VELIKI SPONZOR



SPONZORI



Zbornik radova dvadesetog simpozijuma
sa međunarodnim učešćem
"Zdravstvena zaštita, selekcija i reprodukcija svinja"
Srebrno jezero - Veliko Gradište,
8. i 9. juna, 2023. godine

Organizatori:

Veterinarski specijalistički institut "Požarevac" i
Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

Izdavač:

SITOGRAF RM, Požarevac
Zmaj Jovina 71

Za izdavača:

Milivoje Ristić

Urednik:

Ana Vasić

Priprema za štampu i štampa

"Sitograf RM" Požarevac, Zmaj Jovina 71

ISBN 978-86-6419-056-5

Tiraž: 200 primeraka

Požarevac 2023.

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

SADRŽAJ

I plenarno zasedanje:

SELEKCIJA I EKONOMIKA U SVINJARSTVU

Jasna Stevanović, Jasna Prodanov-Radulović, Oliver Savić, Branislav Vejnović:
EKONOMSKI ZNAČAJ MALIH FARMI SVINJA U SEKTORU STOČARSTVA -----8

Ivan Radović, Miroslava Polovinski-Horvatović, Mile Mirkov, Željko Ratkov, Savo Malešević:
GENETSKO UNAPREĐENJE U SVINJARSTVU KROZ SISTEM OCENE MESNATOSTI
NA LINIJI KLANJA-----16

*Milan Ž. Baltić, Marija Starčević, Milica Laudanović, Nevena Grković, Marija Mikić,
Branislav Baltić, Jelena Janjić:*
PROIZVODNJA KULTIVISANOG MESA-----22

II plenarno zasedanje:

ZDRAVSTVENA ZAŠTITA SVINJA

Rutger Jansen:
PREVALENCIA ILEITISA NA LINIJI KLANJA I KAKO POVRATITI EKONOMSKU
DOBIT KROZ VAKCINACIJU -----31

Tomasz Trela:
ILEITIS, ŠIROKO RASPROSTANJENA ALI POTCENJENA BOLEST-----34

Gustavo Moreno Lopez:
TERET RESPIRATORNIH BOLESTI U PROIZVODNJI SVINJA -----36

Tomislav Sukalić, Ivica Pavljak, Ana Končurat, Željko Cvetnić.:
ETIOLOGIJA I PREVALENCIJA PNEUMONIJA SVINJA NA PODRUČJU
SJEVEROZAPADNE HRVATSKE -----38

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

Jelena Maksimović Zorić, Ljubiša Veljović, Dimitrije Glišić, Božidar Savić, Nemanja Jezdimirović, Bojan Milovanović, Jelena Maletić, Ljuljana Spalević, Branislav Kureljušić:
SEROLOSKA ISPITIVANJA INFLUENCE KOD RAZLICITIH UZRASNIH
KATEGORIJA SVINJA UZGAJANIH NA KOMERCIJALNIM FARMAMA -----
-----48

Božidar Savić, Oliver Radanović, Branislav Kureljušić, Nemanja Zdravković, Nemanja Jezdimirović, Bojan Milovanović, Jelena Maksimović-Zorić, Vesna Milićević, Ivan Pavlović, Ognjen Stevančević, Ivan Dobrosavljević:
KLINIČKE I PATOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE INFEKCIJE SVINJA SA
STREPTOCOCCUS SUIS-----56

Branislav Kureljušić, Božidar Savić, Nemanja Jezdimirović, Bojan Milovanović, Jelena Maksimović-Zorić, Ivan Dobrosavljević, Jasna Prodanov-Radulović, Dimitrije Glišić, Vesna Milićević, Jovan Bojkovski:
VEZIKULARNI SINDROM KOD SVINJA – SLINAVKA I ŠAP ILI SENEKA VIRUS?----
-----72

Jasna Prodanov-Radulović, Siniša Grubač, Jelena Petrović, Branislav Kureljušić, Jovan Mirčeta, Milijana Nešković:
BIOSIGURNOSNE MERE U EKSTENZIVNOJ PROIZVODNJI SVINJA –ANALIZA
AKTIVNOSTI ČOVEKA KAO FAKTORA U ŠIRENJU AFRIČKE KUGE SVINJA -----
-----79

Ana Vasić, Ivan Pavlović, Oliver Radanović, Branislav Kureljušić, Vesna Milićević:
ZNAČAJ ARTROPODNIH VEKTORA U PRENOŠENJU I EPIDEMIOLOGIJI AFRIČKE
KUGE SVINJA -----86

Miroslav Valčić:
SVINJE KAO REZERVOARI VEKTORSKI PRENOSIVIH ZOONOZA-----94

Jovan Bojkovski, Branislav Kureljušić, Sreten Nedić, Sveta Arsić, Radiša Prodanović, Ivan Vujanac, Aleksandra Mitrović, Ivan Pavlović, Ivan Dobrosavljević, Brako Angjelovski, Jasna Prodanov-Radulović, Renata Relić:
BOLESTI JETRE SVINJA U INTENZIVNOM UZGOJU-----111

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

Ivan Pavlović, Oliver Radanović, Nemanja Zdravković, Božidar Savić, Ana Vasić, Jovan Bojkovski, Ivan Dobrosavljević, Slavonka Stokić-Nikolić, Aleksandra Tasić, Marija Pavlović, Renata Relić:
TREMATODE KOD SVINJA-----115

Aleksandra Tasić, Ivan Pavlović, Ksenija Nešić, Milan Baltić:
KONTROLA KVALITETA PRISUSTVA FOSFATA U DIMLJENOJ SVINJSKOJ PEČENICI-----122

III plenarno zasedanje:

**ISHRANA-SAVREMENA TEHNOLOGIJA GAJENJA I
REPRODUKCIJE SVINJA**

Damir Rimac, Petar Marković, Marijan Matković, Davor Vasiljević:
PRIMENA PRECIZNE ISHRANE I AMINONIR® TEHNOLOGIJE U ISHRANI SVINJA
NA EKONOMIČNOST POSLOVANJA I ZAŠTITU OKOLIŠA-----132

Damir Rimac, Ivan Peh, Damir Maljevac, Đuro Čalić:
BIOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE KOLOSTRUMA-----146

Olivera Valčić, Svetlana Milanović, Ivan Jovanović:
ZNAČAJ I INTERAKCIJE MIKROBIOMA GASTROINTESTINALNOG TRAKTA I
METABOLIZMA SVINJA-----158

*Dejan Perić, Radmila Marković, Stamen Radulović, Svetlana Grdović, Branislav Kureljušić,
Dragoljub Jovanović, Dragan Šefer:*
ZNAČAJ ADEKVATNOG NIVOVA CELULOZE U ISHRANI KRMAČA-----165

Ivan Galić, Ivan Stančić, Jelena Apić, Milan Maletić:
CITOPLAZMATSKÉ KAPÍ SPERMATOZOIDA NERASTOVA – ABNORMALNOST ILI
FIZIOLOŠKA POJAVA?-----174

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

Milan Maletić, Jovan Blagojević, Ivan Stančić, Ivan Galić, Dragan Risteovski:

EFIKASNOST PRIMENE PRIRODNIH I SINTENTSKIH PROSTAGLANDINA U
INDUKCIJI PRAŠENJA-NAŠA ISKUSTVA-----182

IV plenarno zasedanje:

BEZBEDNOST HRANE I ZAKONSKA REGULATIVA

Jelena Petrović, Jasna Prodanov Radulović, Jelena Krasić, Jasna Kureljušić, Radomir Ratajac:

REZIDUE VETERINARSKIH LEKOVA I TOKSIČNIH METALA U HRANI, RIZIK ZA
POTROŠAČE U SRBIJI-----198

Jelena Petković, Dušan Simonović, Jelena Krasić:

PREGLED MESA PRIJEMČIVIH ŽIVOTINJSKIH VRSTA NA PRISUSTVO LARVI *T.*
SPIRALIS U RUTINSKOM LABORATORJSKIM RADU-----208

*Jasna Kureljušić, Jelena Petrović, Jelena Petković, Svetlana Mrkovački, Jelena Krasić,
Tanja Bijelić:*

SUMPOR DIOKSID U PROIZVODIMA OD MESA-----216

PROIZVODNJA KULTIVISANOG MESA

Milan Ž. Baltić^{1,5,*}, Marija Starčević², Milica Laudanović¹, Nevena Grković¹, Marija Mikić³, Branislav Baltić⁴, Jelena Janjić¹

¹ *Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija*

² *Vojska Srbije, Beograd, Republika Srbija*

³ *Veterinarski specijalistički institut – Požarevac, Dunavska br. 89B, 12000 Požarevac, Republika Srbija*

⁴ *Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija*

⁵ *Matica Srpska Novi Sad, Matice srpske 1, Novi Sad 21000, Republika Srbija*

**Email kontakt osobe: milanbaltic@gmail.com*

Kratak sadržaj

Proizvodnja hrane, posebno hrane animalnog porekla, je danas jedan od najtežih izazova u poljoprivrednoj proizvodnji. Od pre 25 godina u naučnim krugovima se sve više govori i radi na proizvodnji mesa u laboratoriji za koga se sve više koristi termin „kultivisano meso“. U svetu se 44 kompanije bave razvojem tehnologija proizvodnje kultivisanog mesa (goveđe, svinjsko, živinsko, riba), pa se ovo meso već nalazi u restoranskoj ishrani (Singapur, Izrael). Još uvek nema sigurnih podataka o njegovom uticaju na zdravlje ljudi. Nedostaju i propisi koji bi omogućili njegovu masovnu upotrebu. Nema sumnje da će u slučaju pozitivnih rešenja o prometu kultivisanog mesa ono doprineti zaštiti životne sredine, dobrobiti životinja, da je proizvodnja ovog mesa ekonomski opravdana i da treba da bude bezbedno za ishranu ljudi. Dosadašnja ispitivanja prihvatljivosti ovog mesa u ishrani ljudi pokazuju da dve trećine ispitivanih potrošača imaju pozitivan odnos prema kultivisanom mesu. Ispitivanja u ovoj oblasti, iako skupa, su sveobuhvatna i sa namerom da doprinesu sigurnosti hrane u svetu.

Ključne reči: proizvodnja, propisi, bezbednost mesa

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

Uvod

Proizvodnja hrane je aktivnost bez koje ljudski rod ne može da opstane. Od svih brojnih aktivnosti na Zemlji, značajnih za opstanak čovečanstva, najveći izazov se nalazi pred poljoprivrednom proizvodnjom. Taj izazov je tim veći što se sa jedne strane još uvek svet nalazi u dobu takozvane „populacione bombe“, budući da je od pre nepunih 220 godina (od 1804. godine) broj stanovnika u svetu porastao sa jedne na osam milijardi (15.10.2022. godine). Najmanji period između dve milijarde (sedam i osam milijardi) je period od 2012. do 2022. godine, dakle za svega deset godina, što nije očekivano. Očekivano je da će za porast broja stanovnika u svetu od sedam do osam milijardi biti potrebno 15 godina i da će broj stanovnika u svetu 2028. godine biti osam milijardi. Od 1960. do 2012. godine broj stanovnika u svetu rastao je za jednu milijardu na svakih 12 do 14 godina. Ako se ovakav trend porasta broja stanovnika u svetu nastavi do 2050. godine broj stanovnika biće veći od deset milijardi (Baltić i Marković, 2017). Sa druge strane izazov pred poljoprivrednom proizvodnjom za povećanjem proizvodnje hrane vezan je za pojave današnjeg vremena, kao što je globalno zagrevanje, zagađenje životne sredine i potrebe za njenom zaštitom, kao i zaštitom biodiverziteta za sve veće potrebe za kopnenim i vodenim resursima, sve manje mogućnosti proširenja obradivih površina, sve češći i veći lokalni ratovi, migracije stanovništva itd.

Razumljivo je da sa porastom broja stanovnika u svetu rastu i potrebe za hranom, naročito hranom životinjskog porekla, čiji značaj u ishrani ljudim je dobro poznat. Ukupna proizvodnja mesa u svetu bila je 2022. godine 360,5 miliona tona (porast u odnosu na prethodnu godinu 1,4%) od čega je proizvodnja mesa živine bila 138,8 miliona tona (38,50%), svinjskog 125,6 miliona tona (34,84%), goveđeg 73,2 miliona tona (20,30%), ovčijeg 16,6 miliona tona (4,60%) i mesa ostalih životinja (kopitari, divlje životinje, kamile) 6,4 miliona tona (1,77%). Od 2000. do 2020. godine ukupna proizvodnja mesa porasla je za 45%, živinskog 94%, svinjskog za 22%, goveđeg za 22%, a ostalih vrsta mesa za 39%. Potrebe za mesom će i dalje rasti, pa će 2030. godine biti 400 miliona tona, a 2050. godine blizu 500 miliona tona. Ukupne potrebe hrane bile su 2011. godine 952 miliona tona, a 2030. godine povećaće se na 1.160 miliona tona, a 2050. godine na blizu 1.400 miliona tona. Očekuje se da će poljoprivredna proizvodnja i drugi izvori hrane (prirodni vodeni resursi, akvakultura, nova hrana) moći da obezbede dovoljne količine hrane za sve ljude sveta. Obezbeđenje dovoljne količine hrane za sve ljude sveta definisano je terminom „sigurnost hrane“ (food security), pod kojim se podrazumeva: „stanje kad svi ljudi u svakom vremenu, mogu fizički i ekonomski da imaju dovoljno hrane, bezbedne i nutritivno vredne koja može da zadovolji njihove potrebe, da bude prihvatljiva i da im omogućava uobičajene aktivnosti i „zdrav život““ (Baltić i sar., 2022). Ovako definisana sigurnost hrane u svetu još nije dostignuta, a vezuje se za sve potrebne nutritijente (ugljene hidrate, masti, mikro i makroelemente, vitamine), ali pre svega proteine kao najvažnije i najvrednije sastojke hrane. Smrtnost i glad u svetu zbog nedostatka hrane najčešće su posledica nedovoljnog unosa proteina, pa tako godišnje u svetu umre 5,6 miliona dece starosti do pet godina i milion dece starosti od pet do 14 godina. Na svestskom nivou je hronično pothranjeno 690 miliona stanovnika (9% populacije), 650 miliona je gojaznih, a 1,9 milijardi (jedna četvrtina) ima BMI beći od preporučenog. Izvori najvažnijih sastojaka u

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

ishrani ljudi, proteina animalnog porekla, potiču od gajenih životinja (360,5 miliona tona mesa), ribe iz ulova 90-95 miliona tona, ribe iz akvakulture 75-80 miliona tona, mleka 720.000 tona, jaja 90.000 tona, mesa divljači, insekata i kultivisanog mesa (još uvek zanemarljive količine). U ishrani ljudi deo proteina potiče od proteinskih hraniva biljnog porekla (soja, suncokret, uljana repica, lan) i žita. Danas se sve više pažnje posvećuje dobijanju proteina iz algi (mikro i makro), kao i od jednoćelijskih organizama (bakterije, kvasci, plesni). FAO/WHO imaju preporuke o dnevnom unosu proteina za četiri starosne grupe stanovništva, kao i preporuke o unosu esencijalnih aminokiselina za odraslu populaciju ljudi (Starčević i sar., 2022; Baltić i sar, 2022; Ismail i sar., 2020).

Sa sakupljačko-lovačkog (podrazumeva se i ribolovačkog) na sedelački način života čovek je počeo da prelazi na završetku poslednjeg ledenog doba (9560 do 9300 godine p.n.e.) u doba koje je poznato kao geološka epoha holocena i koja je trajala do 2016. godine. Ovaj prelazak sa jednog na drugi način života bio je postepen i neujednačen, odnosno nije se u isto vreme odvijao jednako brzo u svim delovima sveta. Danas u svetu još uvek ima plemena koja nisu prihvatila tekovine civilizacije i žive i dalje kao sakupljači plodova, lovci i ribolovci. Takva plemena žive (ima ih u svetu oko 60, Inuiti, Hunze, Aboridžini, Bušmani, Hadze) po načinu života koji odgovara načinu života na početku holocena, dok je ceo ostali svet u antropocenu, geološkoj epohi koja je počela 2016. godine. U holocenu su se smenjivali različiti tehnološki periodi (starije i mlađe kameno doba, bakarno, bronzano, gvozdeno, industrijska revolucija, atomsko doba, informacijsko doba, doba plastike). Za holocen se u društvenom smislu vezuje formiranje prvih civilizacija (Vavilonci, Egipćani, Asirci, Persijanci, Inke, Maje, Kinezi, Asteci, Grci, Rimljani), prvih država, ratnih sukoba, migracija stanovništva. Holocen je epoha razvoja poljoprivrede čiji osnovni zadatak je uvek bio da obezbedi dovoljne količine hrane biljnog i životinjskog porekla za sve stanovnike sveta. Unapređenje poljoprivredne proizvodnje, biljne i stočarske, uključivala je primenu brojnih naučnih dopstignuća iz ove oblasti. Ta naučna dostignuća primenjena u poljoprivredi u mnogome su doprinele povećanju proizvodnje hrane, a najbolji primer za to je promena „zelene revolucije“. Povećanje proizvodnje hrane nije, dakle, zasnovano samo na povećanju poljoprivrednih površina i broja gajenih životinja, već i na primenu već pomenutih naučnih dostignuća. Ta dostignuća se u najvećoj meri odnose na genetsku selekciju, kako u biljnoj, tako i u stočarskoj proizvodnji, primeni agrotehničkih mera u gajenju useva (navodnjavanje, veštačko đubrenje, zaštita bilja itd.), a u stočarskoj proizvodnji optimizaciji ishrane i uslova držanja životinja, nege životinja, zdravstvene zaštite itd. Kultivisano meso (meso *in vitro*) može da bude izvor snadbevanja ljudi hranom (mesom) identično mesu dobijenim konvencionalnim postupcima (Baltić i Marković, 2017). Istraživanja u oblasti proizvodnje hrane napredovala su u toliko meri da se danas ne radi samo o mogućnosti povećanja proizvodnje, već i na mogućnosti proizvodnje funkcionalne hrane, odnosno hrane koja u ishrani ljudi ima dodatnu vrednost.

Istorija kultivisanog mesa

Istorija kultivisanog mesa mogla bi se okarakterisati kao spoj futurističkih predviđanja (naučne fantastike) i naučnih istraživanja. Najčešće se istorija kultivisanog mesa vezuje za knjigu u kojoj je 1931. godine poznati britanski državnik Winston Čerčil (kasnije dobitnik Nobelove

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

nagrade za knjiženost) napisao da će doći vreme kada će čovek konzumirati meso grudi i krilca živine koje će biti „uzgojeno“ u posebnom medijumu. Međutim, dve godine ranije, pisac i konzervativni britanski političar Frederik Edwin Smith je zapisao da neće proći dugo vremena do dostupnosti čoveku bifteka koji neće poticati od životinja. Desetak godina kasnije francuski naučnik i futurista Rene Barjavel u jednoj svojoj noveli opisuje restoran u kome se služi *in vitro* proizvedeno meso (Baltić i sar., 2013).

Od početka 21. veka interes za proizvodnju kultivisanog mesa je u stalnom porastu i različite organizacije su ulagale sve veća sredstva u naučna istraživanja vezana za proizvodnju ovog mesa. Prvi goveđi hamburger *in vitro* proizveden je u Holandiji i te 2013. godine cena jednog hamburgera bila je 300.000 dolara. Od 2014. godine raste interes i povećava se broj kompanija koje rade na razvoju proizvodnje kultivisanog mesa. Na jelovniku jednog restorana u Singapuru 2020. godine pojavilo se meso živine proizvedeno *in vitro*. Iste godine kultivisano meso su konzumirali novinari, eksperti i mali broj potrošača u restoranu u Izraelu. Restoran te godine nije otvoren zbog pandemije COVID-19. Cena kultivisanog mesa usavršavanjem tehnologije proizvodnje se rapidno smanjivala i bila je 2020. godine za meso živine između 11 i 12 dolara, što je bilo manje od cene mesa živine proizvedenog na konvencionalan način. Danas se u svetu 44 kompanije bave razvojem tehnologija proizvodnje kultivisanog mesa. Prva je osnovana 2011. godine, a najveći broj kompanije je osnovan 2018. godine (13 kompanija) i 2019. godine (devet kompanija). Kompanije su osnovane u 18 zemalja sveta (u SAD 13).

Proizvodnja kultivisanog mesa

Proizvodnja kultivisanog mesa je složen, zahtevan proces i za veliki broj istraživača je pravi izazov. Sam proces proizvodnje kultivisanog mesa zahteva četiri osnovna elementa: ćelijske linije, medijum, skelu (nosač) i bioreaktor.

Ćelije

Ideja o proizvodnji kultivisanog mesa proizašla je iz primene embrionalnih matičnih ćelija u humanoj medicini, čija se primena prevashodno vezuje za regenerativnu medicinu, ali se danas koristi u lečenju preko 60 različitih oboljenja. Matične ćelije su nediferencirane ćelije, što znači da imaju potencijal da se diferenciraju u različite tipove specijalizovanih ćelija. Pluripotentne ćelije mogu, dakle, da se diferenciraju u sve tipove ćelija, dok se multipotentne ćelije diferenciraju u nekoliko specijalizovanih vrsta ćelija. Unipotentne matične ćelije se ne diferenciraju. Mada su pluripotentne embrionalne ćelije idealan izvor matičnih ćelija, zbog etičkih razloga postoje oprečna mišljenja o njihovoj upotrebi u naučne svrhe, pa i u proizvodnji kultivisanog mesa. Kao rezultat toga naučna istraživanja usmerena su na ispitivanje mogućnosti da se pluripotentne ćelije dobiju iz multipotentnih ćelija krvi ili kože njihovom regresijom, a koje se, zatim, mogu diferencirati u različite specijalizovane ćelije. Kao alternativa pluripotentnim ćelijama mogu da se koriste multipotentne matične ćelije iz linije mišićnih ćelija, odnosno miosatelitske ćelije. Da bi mogle da se koriste matične ćelije treba da imaju određene karakteristike, odnosno da ne propadaju, da imaju sposobnost proliferacije, nesposobnost „udruživanja“, nezavisnost od seruma

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

i laku diferencijaciju u željeno tkivo. Takve osobine zavise od vrste i porekla ćelija. Zbog toga kultivisanje ćelija mora da bude prilagođeno njihovim specifičnim potrebama. Ćelijske linije mogu da se uzmu od životinja biopsijom uz primenu lokalne anestezije. Sekundarni izvori su zamrznute matične ćelije iz prethodnih istraživanja. Kao matične ćelije koriste se četiri tipa ćelija: embrionalne ćelije (u proizvodnji kultivisanog mesa napuštene), specifične ćelije tkiva (npr. jetra), indukovane pluripotentne ćelije i miosatelitske ćelije (mogu da se diferenciraju samo u mišićne ćelije) (Warner, 2019; Chriki i Hocquette, 2020; Zidarič i sar., 2020). Za kultivisanje ćelija masnog tkiva koristi se biopsijom dobijeno subkutano masno tkivo prasadi (Song i sar., 2022).

Medijum

Odabrana linija ćelija stavlja se u medijum u kome se indukuje njihova proliferacija. Medijum je posebno definisana sredina koja sadrži sve neophodne sastojke (ugljene hidrate, masti, proteine, mineralie, vitamine) za proliferaciju ćelija. Količina medijuma mora da bude dovoljna da obezbedi eksponencijalni rast populacije ćelija. Medijumu mogu da se dodaju različiti aditivi (npr. serum), zatim faktor rasta, sekretorni proteini ili steroidi. Kada diferencijacija počne, mišićna vlakna počinju da se kontrahuju i stvaraju mlečnu kiselinu. Sposobnost ćelija da koriste nutrijente i da se umnožavaju delimično zavisi od pH vrednosti medijuma. Ukoliko se medijum zakiseli može da stvori neoptimalne uslove za umnožavanje ćelija i njihov rast. Zbog toga se medijum mora povremeno „osvežavati“ nutrijentima iz bazalnog medijuma. Medijum je jedna od osnovnih komponenti *in vitro* kultivacije ćelija. Pritom najveći izazov je obezbeđenje faktora rasta. Za ovo se najčešće koristi goveđi serum (krvni produkt iz fetusa krava). Pošto je upotreba krvi goveđeg fetusa neetički pristup, to se rešenje za sastav medijuma traži nezavisno od životinja. Medijum je, inače, najskuplji element proizvodnje kultivisanog mesa (1000 dolara/litar). Hemijski sastav medijuma nije istog sastava za sve vrste kultivisanja mesa proizvedenog *in vitro*. Zadnjih godina pažnja istraživača usmerena je na biljne derivate koji bi poslužili u formulaciji medijuma. To se, pre svega, odnosi na fotosintetičke alge i cijanobakterije koje mogu da sintetišu brojne sastojke koji se koriste za formulaciju medijuma, kao zamena za fetalni, goveđi ili konjski serum. Recikliranje medijuma smanjuje troškove proizvodnje, a zahteva praćenje proizvodnje, naročito u kritičnim kontrolnim tačkama (HACCP) (Warner, 2019; Brayant, 2020; Zidarič i sar., 2020).

Skela

Skela (nosač) omogućava dobijanje karakteristične strukture tkiva. U *in vivo* uslovima to se postiže interakcijom ćelija sa ekstracelularnim matriksom, odnosno trodimenzionalnom mrežom glikoproteina, kolagena i enzima. Skela treba da simulira osobine ekstracelularnog matriksa. Ključne osobine skele su poroznost, vaskularizacija (protok tečnosti), sposobnost adhezije ćelija, podsticanje diferencijacije ćelija. Alternativno hemijske osobine skele treba da imaju sposobnost da se menjaju sa drugim supstancama koje imaju slične funkcionalne osobine. Poželjno je da se materijal skele može da razgrađuje i da ga na kraju procesa kultivisanja ćelija bude što manje. To se može postići enzimima koji ne deluju na mišićno tkivo, već samo na tkivo skele. Skela treba da bude od jestivog materijala, odnosno da ne utiče na bezbednost proizvedenog kultivisanog mesa. Takav materijal je celuloza (sastavni deo biljaka), zatim kolagen ili želatin

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

(proteini), hitin i citozan (polisaharidi) i nanomaterijali (nanoceluloza, nanovlakna alginata). Dobar izbor skele omogućava dobijanje 3D strukture kultivisanog mesa (Orellana i sar., 2020; Baltić i sar., 2013; Warner, 2019).

Bioreaktor

Bioreaktor je uređaj u kome se nalaze ćelije, medijum i skela i u kome se omogućava diferencijacija i proliferacija ćelija. Temperatura u bioreaktoru treba da obezbedi uslove koji su identični onima koji su karakteristični za životinje *in vivo*, što je za sisare temperatura od 37 °C, a za ribe znatno niža. Ćelije insekata mogu da rastu pri sobnim temperaturama. Konstrukcije bioreaktora imaju različita tehnička rešenja. U bioreaktoru umnožavanje ćelija može da se stimuliše biomedicinski, biofizički i elektrostimulacijom. U toku kultivacije bioreaktor mora da bude snadbeven dovoljnom količinom kiseonika, a metabolički otpad mora da se uklanja. Kontrola procesa „fermentacije“ u bioreaktoru je omogućena brojnim odgovarajućim senzorima (senzor za kiseonik, pH, itd.) (Warner, 2019).

Prednosti i opasnosti proizvodnje kultivisanog mesa

Gajenje životinja u velikoj meri doprinosi zaštiti životne sredine (zagađenje vazduha - ugljendioksid, metan, azot-oksidi) i vode (hemijske i fizičke opasnosti). Proizvodnja kultivisanog mesa ne utiče na dobrobit životinja i njom se isključuje mogućnost neuslovnog gajenja životinja, njihovog transporta, nepravilnog postupaka u depou, povreda u fazama gajenja, transporta, istovara, smeštaja. Takođe, nema omamljivanja i klanja koji se neretko obavljaju na način koji kod životinja izazivaju bol i patnju. Smanjenjem broja gajenih životinja omogućili bi se bolji uslovi držanja i postupaka sa životinjama (Sharma, 2015). Sa stanovišta ekonomske opravdanosti smatra se da će cena goveđeg kultivisanog mesa za nekoliko godina biti jednaka ceni konvencionalno proizvedenog mesa, a da će 2030. godine cena biti 5,66 dolara/kg, što znači manja nego što je to cena mesa danas (Zidarić i sar., 2020). Laboratorijski proizvedeno meso je bez hormona i pošto se proizvodi u sterilnim uslovima, isključuje se i upotreba antibiotika. Sa aspekta nutritivne vrednosti kultivisano meso može da se proizvede sa optimalnijim odnosom n-3/n-6 masnih kiselina i sa manjim sadržajem holesterola. Kako se kultivisano meso proizvodi u zatvorenim, kontrolisanim uslovima sredine, ono ne sadrži biološke opasnosti (bakterije, parazite, viruse, prione), odnosno nema prenosa zoonoza. Ovo meso je slobodno i od hemijskih opasnosti (pesticidi, reški metali i sl.). Kultivisano meso može da ima i funkcionalne osobine i osobine organske hrane, a nema osobine genetski modifikovane hrane. Kada se govori o senzornim osobinama kultivisanog mesa (izgled, miris, ukus, boja, tekstura), ono ne treba da se stavlja u konkurentski odnos sa konvencionalno proizvedenim mesom. Dobro je poznato da prihvatljivost mesa i proizvoda od mesa u mnogome zavisi od kulinarskog umeća, odnosno od načina pripreme. Prihvatljivost kultivisanog mesa kod potrošača je od posebnog interesa za proizvođača. Poznato je da su potrošači često sumnjičavi, naročito starija populacija, na nešto novo, nešto sa čim se nisu susretali. Studije u tri najmnogoljudnije zemlje sveta (Kina, Indija, SAD) pokazuju da o kultivisanom mesu znatan broj ispitanika ima pozitivno mišljenje (čak za 75% potrošača ovo meso je prihvatljivo). Mišljenje potrošača se najčešće odnosi na brigu o zdravlju, bezbednost mesa,

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

njegovu nutritivnu vrednost, održivost, cenu. Singapur je prva zemlja u svetu koja je dozvolila upotrebu kultivisanog mesa u ishrani ljudi. U Izraelu potrošač može da konzumira kultivisanog meso uz obavezu da potpiše izjavu da ga konzumira na sopstvenu odgovornost. Evropska Unija, Novi Zeland, Velika Britanija i SAD su na putu izrade zakonske regulative vezane za upotrebu kultivisanog mesa. U SAD odgovornost je podeljena između FDA i USDA. FDA je nadležan za deo koji se odnosi na ćelije (prikupljanje, banka ćelija, rast, diferencijacija), dok su pod okriljem USDA proizvodnja i promet kultivisanog mesa (Asioli i sar., 2021; Warner, 2019). Italija je prva zemlja u svetu koja je zabranila upotrebu kultivisanog mesa (Kirbi, 2023).

Zaključak

Dalja istraživanja u proizvodnji kultivisanog mesa biće usmerena u više različitih pravaca: entomokultura, dizajn medijuma i skele, nutritivni profil mesa, kinetika, fenomeni transporta i metabolizna, proces biotehnologije, bezbednost, nutritivna vrednost, opasnosti, biološki ogledi itd. Očekuje se da će posle komercijalizacije kultivisanog mesa biti usmereno na njegovu održivost, kao i mogućnost primene u preradi mesa. Za sada je vrlo malo radova koji govore o mogućnostima upotrebe mesa proizvedenog *in vitro* u izradi proizvoda od mesa, što je i razumljivo zbog toga što je još uvek proizvodnja kultivisanog mesa ograničenih kapaciteta.

Zahvalica

Rad je podržan sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-47/2023-01/200143).

Literatura

1. Asioli D., Bazzani C., Nayga Jr R. M. (2022): Are consumers willing to pay for *in vitro* meat? An investigation of naming effects. *Journal of Agricultural Economics*, 73(2): 356-375.
2. Baltić M. Ž., Bošković M., Mitrović R. (2013): *In vitro* meat: possibility of the impossible. In *Proceedings, International 57th Meat Industry Conference, Meat and Meat Products- Perspectives of Sustainable Production*, Belgrade, Serbia, June 10-12, 2013 (pp. 41-47). Institute of Meat Hygiene and Technology.
3. Baltić M. Ž., Marković R. (2017): Hrana-prošlost, sadašnjost, budućnost. 28. Savetovanje Veterinara Srbije, 21-33.
4. Bhat Z. F., Morton J. D., Mason S. L., Bekhit A. E. D. A., Bhat H. F. (2019): Technological, regulatory, and ethical aspects of *in vitro* meat: A future slaughter-free harvest. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4): 1192-1208.
5. Ismail I., Hwang Y., Joo S. (2020): Meat analog as future food: a review. *Journal of Animal Science and Technology*, 62:111-120. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.2.111>.
6. Orellana N., Sánchez E., Benavente D., Prieto P., Enrione J., Acevedo C. A. (2020): A new edible film to produce *in vitro* meat. *Foods*, 9(2): 185.
7. Sharma S., Thind S. S., Kaur A. (2015): *In vitro* meat production system: why and how?. *Journal of food science and technology*, 52(12): 7599-7607.

DVADESETI SIMPOZIJUM
~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
Srebrno jezero-Veliko Gradište, 08. – 09. jun 2023.

8. Song W.J., Liu P.P., Meng Z.Q., Zheng Y.Y., Zhou G.H., Li H.X., Din S.J. (2022): Identification of porcine adipose progenitor cells by fluorescence-activated cell sorting for the preparation of cultured fat by 3D bioprinting. *Food Research International* (*in press*).
9. Starčević M., Glamočlija N., Janjić J., Baltić B., Nešić K., Marković R., Baltić Ž. M. (2022): Izvori proteina za ishranu ljudi i životinja – prošlost, sadašnjost, budućnost. 33. Savetovanje veterinara Srbije
10. Warner R. D. (2019): Analysis of the process and drivers for cellular meat production. *Animal*, 13(12): 3041-3058.
11. Zidarič T., Milojević M., Vajda J., Vihar B., Maver U. (2020): Cultured meat: meat industry hand in hand with biomedical production methods. *Food Engineering Reviews*, 12(4): 498-519.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.4(082)

614.449.973.11(082)

СИМПОЗИЈУМ са међународним учешћем "Здравствена заштита,
селекција и репродукција свиња" (20 ; 2023 ; Велико Градиште)

Zbornik radova dvadesetog simpozijuma sa međunarodnim učešćem
"Zdravstvena zaštita, selekcija i reprodukcija svinja", Srebrno jezero -
Veliko Gradište, 08. i 09. jun 2023. godine / [organizatori] Veterinarski
specijalistički institut "Požarevac" i Fakultet veterinarske medicine
Univerziteta u Beogradu. - Požarevac : Sitograf RM, 2023 (Požarevac :
Sitograf RM). - 221 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 200.

ISBN 978-86-6419-056-5

а) Свиње -- Здравствена заштита -- Зборници б) Свиње --
Размножавање -- Зборници

COBISS.SR-ID 117103625