

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Marija Lj. Mitrović

**UNAPREĐENJE ODRŽIVOG KVALITETA JAJA  
U LANCU HRANE**

Doktorska disertacija

Beograd, 2022.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Marija LJ. Mitrović

**IMPROVING SUSTAINABLE QUALITY OF EGGS  
IN THE FOOD CHAIN**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2022.

**Prvi mentor:**

dr Ilija Đekić, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

**Drugi mentor:**

dr Igor Tomašević, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

**Članovi komisije:**

Datum odbrane doktorske disertacije: \_\_\_\_\_

*Najlepše hvala prof. dr Iliji Đekiću na pruženoj prilici, dobronamernim savetima, svesrdnoj pomoći pri razradi teme i metodologije, velikom strpljenju i podsticaju u prevazilaženju svih problema tokom izrade doktorske disertacije.*

*Profesoru dr Igoru Tomaševiću veliko hvala na angažovanju prilikom realizacije eksperimentalnog dela istraživanja, na svim sugestijama i primedbama koje su uobličile i unapredile pisanje doktorske ove disertacije.*

*Zahvalnost dugujem prof. dr Dragojlu Obradoviću u otklanjanju početnih prepraka i što je omogućio da do ovog rada uopšte dođe.*

*Beskrajno hvala Biljani Tirić i Tanji Mendeš što su bile najveći oslonac prilikom realizacije istraživanja, безусловna iskrena podrška, divne kolege i prijatelji. Takođe, neizmerno hvala Slaviši Tirić i Marku Mendešu na dobronamernim savetima i što su omogućili realizaciju terenskog dela istraživanja.*

*Najveću i posebnu zahvalnost dugujem Milanu Radoviću za beskrajno strpljenje, razumevanje i bezrezervnu podršku.*

# UNAPREĐENJE ODRŽIVOG KVALITETA JAJA U LANCU HRANE

## SAŽETAK

Lanac snabdevanja konzumnim jajima posmatran je sa aspekta održivog razvoja kroz tri podsistema (proizvodnju, maloprodaju i potrošnju), uzimajući u obzir percepcije kvaliteta i ekoloških uticaja iz ugla svih učesnika lanca kroz analizu relevantnih aktivnosti, uz procenu uticaja na životnu sredinu i identifikaciju mogućnosti za poboljšanja.

Dimenzija kvaliteta pokazala je kako se percepcije razlikuju kroz lanac konzumnih jaja i istakla glavne karakteristike za svakog od učesnika u lancu. Posmatranje promene u percepciji počinje od farme, nastavlja se preko maloprodaje do krajnjeg potrošača koristeći interakciju kupac–dobavljač. Gledajući unazad, od potrošača do farme primenjena je metoda planiranja kvaliteta usmerena ka potrebama potrošača. Istraživanje je obuhvatilo 30 farmi, 50 maloprodajnih objekata, 1.000 kupaca i 300 domaćinstava. Poređenje farme i maloprodaje ističe vrstu proizvodnje kao dominantan faktor koji utiče na kvalitet jaja za oba učesnika, zatim ishranu i vrstu hibrida koka nosilja sa stanovišta farmera, dok se maloprodaja fokusira na pakovanje i oštećenje jaja. Aspekti kvaliteta jaja iz perspektive maloprodaje i domaćinstva naglašavaju izgled ljuske i poreklo jaja, dok su rok trajanja i klasa jaja bile podjednako važne karakteristike za oba učesnika. Primena metode planiranja kvaliteta uz uvažavanje zahteva potrošača kroz ceo lanac naglasila je kvalitet u odnosu na cenu kao najvažniju karakteristiku. Učesnici sva tri podsistema različito vrednuju važnost karakteristika kvaliteta, dok je poređenje oba smera posmatranja pokazalo sličnost. Primenjena metodologija može poslužiti kao uvod u dalja istraživanja i orijentaciju proizvodnje u odnosu na skup zahteva kvaliteta povezanih sa lancem snabdevanja jajima.

Dimenzija bezbednosti ukazala je na izloženost odrasle populacije Srbije toksičnim elementima (As, Cd, Pb i Hg) kroz potrošnju jaja i proizvoda na bazi jaja, kao i na nivo utvrđenih zdravstvenih rizika. Ispitani su i ostaci veterinarskih lekova i izračunat je njihov doprinos prihvatljivom dnevnom unosu. Uzorci jaja prikupljeni su u okviru nacionalnog programa praćenja rezidua od 2018. do 2020. Ispitivanje potrošnje sprovedeno je tokom 2020. godine i obuhvatilo je 1.000 ispitanika. Urađena je Monte Karlo simulacija kako bi se procenio unos toksičnih elemenata na osnovu jednodnevnih i sedmodnevnih opoziva potrošnje jaja. Dobijeni rezultati pokazali su da odrasla populacija u Srbiji nije izložena zdravstvenim rizicima koji su povezani sa proučavanim toksičnim elementima. Međutim, u 22% uzoraka jaja detektovano je prisustvo antikokcidijalnih lekova u koncentracijama iznad granica propisanih važećim pravilnikom. Glavni rizik od izloženosti ostacima kokcidiostatika povezan je sa maduramicinom. Dobijeni rezultati ukazuju na potrebu za promovisanjem dobre veterinarske prakse od strane svih učesnika u lancu snabdevanja konzumnim jajima.

Procena uticaja na životnu sredinu lanca konzumnih jaja uključila je sve podsisteme, kroz identifikaciju i kvantifikaciju uticaja svakog pojedinačnog podsistema, kao i uticaj celog lanca snabdevanja. Pored navedenog, analizirano je kako se menja percepcija prema uticaju na životnu sredinu duž lanca, uz rangiranje najznačajnijih aktivnosti za svakog od učesnika koristeći tehniku kupac-dobavljač. Unazad gledano, korišćena je tehnika primene funkcije kvaliteta za životnu sredinu kako bi se utvrdio stepen korelacije između postavljenih ekoloških zahteva i identifikovanih ekoloških uticaja. Sve procene zasnovane su na direktno prikupljenim bazama podataka iz 30 farmi, 50 maloprodajnih radnji i 300 domaćinstava u Srbiji. Aktivnosti na farmi ispoljile su najveći ekološki uticaj kroz proizvodnju hrane za koke nosilje, upotrebu prirodnih resursa i najviše doprinose opterećenju svakog pojedinačnog indikatora životne sredine. Ceo lanac konzumnih jaja emituje: 3,33 kg CO<sub>2</sub>eq/kg egg, 29,01 MJe/kg, 0,17 mg R11e/kg, 1,15 kg 1,4 DBe/kg, 17,76 g SO<sub>2</sub>e/kg i 27,79 g PO<sub>4</sub>e/kg. Rezultati pokazuju razliku u ekološkom uticaju svakog pojedinačnog podsistema i identifikuju prilike za njihovo ublažavanje kroz optimizaciju hrane za životinje, potrošnju energije, upravljanje otpadom u domaćinstvu. Takođe, razlika u percepciji uticaja na životnu sredinu duž celog lanca ukazuje na neophodnost promocija i inicijativa svih zainteresovanih strana za dostizanje ciljeva održivog razvoja.

**Ključne reči:** lanac snabdevanja jajima, karakteristike kvaliteta, raspoređivanje funkcija kvaliteta, toksični elementi, procena zdravstvenih rizika, procena životnog ciklusa, uticaji na životnu sredinu, održivost konzumnih jaja

**Naučna oblast:** Tehnološko inženjerstvo

**Uža naučna oblast:** Upravljanje bezbednošću i kvalitetom hrane

**UDK broj:** 658.562:637.4(043.3)

# IMPROVING SUSTAINABLE QUALITY OF EGGS IN THE FOOD CHAIN

## ABSTRACT

The egg supply chain was observed from the aspect of sustainable development through three subsystems (production, retail and consumption), taking into account perceptions of quality and environmental impacts from the perspectives of all chain participants through analysis of relevant activities, environmental impact assessment and opportunities for improvement.

The quality dimension shows how perceptions differ throughout the table egg chain and highlights the main quality characteristics for each of the participants in this chain. Changes in perception are observed from the farm, through retail to the end consumer, by using the buyer-supplier interactions. Looking back, from the consumer to the farm, a method of quality planning aimed at the needs of consumers was applied. The survey included 30 farms, 50 retail outlets, 1,000 customers and 300 households. The comparison of farm and retail highlights the type of production as the dominant factor affecting egg quality for both participants, then the nutrition of laying hens and the type of laying hen hybrids from the farmer's point of view, while retail focuses on egg packaging and damage. Aspects of egg quality from a retail and household perspective emphasize the appearance of the shell and the origin of the eggs, while the shelf life and class of the eggs are equally important characteristics for both participants. The quality function applied throughout the egg chain emphasizes quality in relation to price as the most important characteristic. The results indicate differences in the transformation of quality characteristics through all three subsystems, while a comparison of both directions of observation shows similarity. The applied methodology can serve as an introduction to further research and orientation of production in relation to the set of quality requirements associated with the egg supply chain.

The safety dimension shows the exposure of the adult population of Serbia to As, Cd, Pb and Hg through the consumption of eggs and egg-based products and the established level of health risks. Coccidiostat residues were also examined and their contribution to acceptable daily intake was calculated. Egg samples were collected within the national residue monitoring program from 2018 to 2020. The consumption survey was conducted during 2020, and included 1000 respondents. A Monte Carlo simulation was performed to estimate the intake of toxic elements based on one-day and seven-day egg consumption recalls. The obtained results showed that the adult population in Serbia is not exposed to health risks from the studied toxic elements when consuming eggs and egg-based products. However, in 22% of egg samples, the presence of anticoccidial drugs was detected in concentrations above the limits prescribed by the current regulations, which do not allow the detection of coccidiostatic drugs at any levels in eggs. Exposure to maduramycin is the main risk confirmed for exposure to coccidiostat residues. The obtained results indicate the need to promote good veterinary practice by all participants in the supply chain of table eggs.

The environmental impact dimension of the egg chain includes all subsystems, through the identification and quantification of the impact of each individual subsystem, as well as the impact of the whole supply chain. In addition, the perception of the impact on the environment changes along the chains was analysed by ranking the most important activities for each of the participants using the customer-supplier technique. In retrospect, the technique of applying the environmental quality function was used to determine the degree of correlation between the set of environmental requirements and the identified environmental impacts. All estimates are based on directly collected databases from 30 farms, 50 retail stores and 300 households in Serbia. The activities on the farm have the greatest environmental impact through the production of food for laying hens, the use of natural resources and the greatest contribution to the pollution produced by each individual environmental indicator. The whole table egg chain emits 3.33 kg CO<sub>2</sub>eq/kg egg, 29.01 IU/kg, 0.17 mg R11e/kg, 1.15 kg 1.4 DBe /kg, 17.76 g SO<sub>2</sub>e/kg and 27, 79 g PO<sub>4</sub>e/kg. The results show the difference in the environmental impact of each individual subsystem and identify opportunities to mitigate them through the optimization of animal feed, energy consumption and household waste

management. Also, the differences in the perceptions of environmental impact along the entire chain suggest the need for promotion and greater initiative from all stakeholders to achieve the goals of sustainable development.

**Key words:** egg supply chain, quality characteristics, quality function deployment, toxic elements, health risk assessment, life cycle assessment, environmental impacts, table eggs sustainability.

**Scientific field:** Technology engineering

**Scientific subfield:** Food safety and quality management

**UDC:** 658.562:637.4(043.3)



## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	2
2.1. Planiranje kvaliteta u lancu snabdevanja jajima.....	2
2.3. Toksični elementi i ostaci veterinarskih lekova u jajima i proizvodima na bazi jaja.....	6
2.4. Ocena životnog ciklusa lanca snabdevanja jajima .....	7
<b>3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA</b> .....	11
<b>4. MATERIJAL I METOD RADA</b> .....	12
4.1. Karakteristike kvaliteta jaja u lancu snabdevanja .....	12
4.1.1. Opis podataka terenskog istraživanja .....	12
4.1.2. Poređenje interakcije kupaca i dobavljača.....	12
4.1.3. Planiranje kvaliteta usmerenog ka potrebama potrošača (QFD) .....	14
4.1.4. Rangiranje najbolje-najgore.....	14
4.1.5. Instrumentalna analiza spoljašnjih i unutrašnjih karakteristika kvaliteta jaja .....	16
4.1.6. Senzorno ispitivanje kvaliteta jaja .....	18
4.2. Pojava, izloženost i karakterizacija rizika u vezi sa jajima i proizvodima na bazi jaja.....	18
4.2.1. Ispitivanje toksičnih elemenata u jajima.....	19
4.2.2. Ispitivanje kokcidiostatika u jajima .....	19
4.2.3. Ispitivanje potrošnje jaja i proizvoda na bazi jaja .....	21
4.2.4. Proračun količine jaja u proizvodima na bazi jaja.....	21
4.2.5. Procena izloženosti toksičnim elementima.....	21
4.2.6. Zdravstveni rizici povezani sa konzumiranjem jaja i proizvoda na bazi jaja .....	22
4.3. Procena životnog ciklusa lanca snabdevanja jajima.....	22
4.3.1. Određivanje predmeta i obima LCA studije .....	23
4.3.2. Prikupljanje podataka .....	24
4.4. Statistička obrada podataka .....	29
<b>5. REZULTATI I DISKUSIJA</b> .....	30
<b>5.1. Karakteristike kvaliteta u lancu snabdevanja jajima</b> .....	<b>30</b>
5.1.1. Procena aspekata kvaliteta pri poređenju interakcije kupca i dobavljača.....	30
5.1.2. Planiranje kvaliteta uz uvažavanje zahteva potrošača u lancu snabdevanja jajima.....	31
5.1.3. Ispitivanje motiva za kupovinu jaja sa aspekta najbolje-najgore .....	34
5.1.4. Stavovi potrošača prema konzumnim jajima.....	34
5.1.5. Instrumentalna analiza spoljašnjih i unutrašnjih karakteristika kvaliteta jaja .....	36
5.1.6. Senzorna ocena jaja .....	39
5.1.7. Implikacije u praksi lanca snabdevanja jajima .....	40

5.2. Pojava, izloženost i karakterizacija rizika u vezi sa jajima i proizvodima na bazi jaja.....	40
5.4.1. Potrošnja jaja i proizvoda na bazi jaja .....	40
5.4.2. Toksični elementi u jajima.....	41
5.4.3. Kokcidiostatici u jajima .....	42
5.4.4. Procena izloženosti toksičnim elementima.....	43
5.4.5. Procena zdravstvenih rizika .....	45
5.5. Procena uticaja lanca snabdevanja jajima na životnu sredinu.....	45
5.5.1. Procena ekoloških aspekata u poređenju interakcije kupca i dobavljača .....	48
5.5.2. Primena QFDE metode u lancu snabdevanja jajima .....	50
5.5.3. Prilike za poboljšanja.....	50
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>52</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>54</b>
PRILOG 1. Upitnik o rangiranju karakteristika kvaliteta pri kupovini jaja.....	66
PRILOG 2. Upitnik - Saglasnost sa izjavama o kvalitetu jaja – potrošači .....	67
PRILOG 3. Upitnik o karakteristikama kvaliteta jaja na farmi .....	69
PRILOG 4. Upitnik o karakteristikama kvaliteta jaja u maloprodaji .....	70
PRILOG 5. Upitnik o karakteristikama kvaliteta jaja u domaćinstvu .....	71
PRILOG 6. Upitnik za senzornu ocenu kvaliteta tvrdo kuvanih jaja.....	72
PRILOG 7. Upitnik o konzumiranju jaja i proizvoda od jaja – potrošači .....	73
PRILOG 8. Upitnik LCA- proizvodnja jaja na farmi .....	79
PRILOG 9. Upitnik LCA-maloprodaja jaja.....	81
PRILOG 10. Upitnik LCA-upotreba jaja u domaćinstvu .....	82
PRILOG 11. Upitnik za rangiranje uticaja na životnu sredinu-farma .....	83
PRILOG 12. Upitnik za rangiranje uticaja na životnu sredinu-maloprodaja.....	84
PRILOG 13. Upitnik za rangiranje uticaja na životnu sredinu-domaćinstvo .....	85

## Spisak pojmova i skraćenica

AP	Acidification Potential	Potencijal acidifikacije
ADI	Acceptable daily intake	Prihvatljiv Dnevni unos
AWj	Absolute Weight Importance	Važnost apsolutne težine
BMI	Body mass index	Indeks telesne mase
BW	Body weight	Telesna težina
BWS	Best-worst scores	Najbolji-najgori rezultati
CED	Cumulative Energy Demand	Kumulativna potražnja energije
CEFTA	Central European Free Trade Agreement	Centralnoevropski sporazum o slobodnoj trgovini
CR	Carcinogenic risk	Kancerogeni rizik
CVS	Computer Visual System	Kompjuterski vizuelni sistem
DICL	Diclazuril	Diklazuril
DNC	Nicarbazin	Nikarbazin
EDI	Estimated daily intake	Procenjeni dnevni unos
EFSA	European Food Safety Authority	Evropska agencija za bezbednost hrane
EC	European Commission	Evropska komisija
EU	European Union	Evropska unija
EP	Eutrophication Potential	Potencijal eutrofikacije
FAO	Food and Agriculture Organization	Organizacija za hranu i poljoprivredu
FU	Functional Unit	Funkcionalna jedinica
GHG	Greenhouse gas	Gasovi sa efektom staklene bašte
GWP	Global Warming Potential	Potencijal globalnog zagrevanja
HoQ	House of Quality	Kuća kvaliteta
HI	hazard index	Indeks opasnosti
HTP	Human toxicity potential	Potencijal toksičnosti za ljude
HJ	Haugh unit	Hogova jedinica
IARC	International Agency for Research on Cancer	Međunarodna agencija za istraživanje raka
ICP-MS	Inductively coupled plasma mass spectrometry	Indukovano spregnuta plazma sa masenom spektrometrijom
ISO	International Organization for Standardization	Medjunarodna organizacija za standardizaciju
JECFA	Joint Expert Committee on Additives and Foods	Zajednički stručni komitet za aditive i hranu
LAS	Lasalocid	Lasalocid
LCA	Life Cycle Assessment	Analiza životnog ciklusa
LC-MS-MS	Liquid Chromatography-Mass Spectrometry	Tečna hromatografija sa masenom spektrometrijom

LOQ	Limit of Quantification	Granica kvantifikacije
LOD	Limit of Detection	Granica detekcije
MAD	Maduramicin	Maduramicin
MON	Monensin	Monenzin
MRL	Maximum residue limits	Maksimalno dozvoljene granice rezidua
NAR	Narasin	Narasin
ODES	Ozone depletion substances	Supstance koje uništavaju ozonski omotač
PTDI	Provisional tolerable daily intake	Privremeni podnošljivi dnevni unos
QI	Quality Index	Indeks kvaliteta
QFD	Quality Function Deployment	Planiranje kvaliteta usmerenog ka potrebama potrošača
QFDE	Quality Function Deployment for Environment	Planiranje kvaliteta usmerenog ka potrebama potrošača uz uvažavanje zahteva za životne sredie
RAW <sub>i</sub>	Relative Absolute Weight Importance	Važnost relativne apsolutne težine
RfD	Oral reference dose	Ingestiona referentna doza
ROBN	Robenidine	Robenidin
RS <sub>ij</sub>	Requirements and quality characteristics	Zahtevi i karakteristike kvaliteta
RW <sub>i</sub>	Relative Weight	Važnost relativne težine
SAL	Salinomycin	Salomicin
SF	Slope factor	Faktor nagiba
SI	Shape index	Indeks oblika
SDG	Sustainability Development Goal	Cilj održivog razvoja
SDG <sub>s</sub> UN	Sustainability Development Goals of the United Nations	Ciljevi održivog razvoja Ujedinjenih nacija
TOL	Toltrazuril	Toltlazuril
THI	Total hazard index	Ukupni indeks opasnosti
THQ	Target risk factor	Ciljni faktor rizika
TQI	Total Quality Index	Ukupni indeks kvaliteta
UN	United Nations	Ujedinjene nacije
USEPA	United States Environmental Protection Agency	Agencija za zaštitu životne sredine Sjedinjenih Država
W <sub>i</sub>	Weight Importance	Važnost težine
WHO	World Health Organisation	Svetska zdravstvena organizacija

## Spisak tabela

**Tabela 1.** Pregled istraživanja kvaliteta jaja u poslednjih deset godina

**Tabela 2.** Pregled istraživanja procene životnog ciklusa u lancu jaja u poslednjih deset godina

**Tabela 3.** Karakteristike kvaliteta svakog učesnika u lancu snabdevanja jajima

**Tabela 4.** Atributi povezani sa kupovinom jaja korišćeni za analizu najbolje – najgore

**Tabela 5.** Primer podskupa atributa za analizu najbolje – najgore pri poslednjoj kupovini jaja

**Tabela 6.** Hromatografski uslovi ispitivanja kokcidiostatika u jajima

**Tabela 7.** Uslovi masene detekcije prilikom ispitivanja kokcidiostatika u jajima

**Tabela 8.** Prekursori, produkt joni i kolizione energije

**Tabela 9.** Sadržaj jaja u proizvodima na bazi jaja obuhvaćenim istraživanjem

**Tabela 10.** Pregled izvora podataka inventara razmatranih tokom istraživanja

**Tabela 11.** Profil ispitanika u sprovedenom istraživanju karakteristika kvaliteta

**Tabela 12.** Subjektivni prioriteti pri kupovini jaja: Izveštaj o najboljem i najgorem rangiranju (brojanje učestalosti i standardizovana prosečna ocena uzimajući u obzir ceo uzorak).

**Tabela 13.** Opis dva klastera u odnosu na pol, godine i nivo obrazovanja (n = 1.000)

**Tabela 14.** Karakterizacija boje: žumanca i belanca u odnosu na grupe kvaliteta određene po svežini jaja (Hogove jedinice (HJ))

**Tabela 15.** Karakterizacija boje ljuske jaja u odnosu na klase jaja (S, M, L, XL)

**Tabela 16.** Karakterizacija kvaliteta ljuske jaja u odnosu na klase jaja (S, M, L, XL)

**Tabela 17.** Karakterizacija oblika i osnovnih parametara kvaliteta jaja u odnosu na grupe kvaliteta određene po svežini (HJ)

**Tabela 18.** Demografski profil populacije uzorka (n=1.000)

**Tabela 19.** Obrazac potrošnje svežih kokošnjih jaja u Srbiji (n=1.000)

**Tabela 20.** Koncentracija toksičnih elemenata u jajima (2018 – 2020)

**Tabela 21.** Rezultati određivanja kokcidiostatika u jajima u Srbiji (2018-2020)

**Tabela 22.** Procenjeni dnevni unos toksičnih elemenata

**Tabela 23.** Nekancerogeni (HI) i kancerogeni (CR) rizik od unošenja toksičnih elemenata prilikom konzumiranja jaja i proizvoda na bazi jaja u Srbiji

**Tabela 24.** Rezultati procene uticaja na životnu sredinu u lancu snabdevanja jajima

## **Spisak slika**

**Slika 1.** Metodološki okvir za poređenje interakcije kupaca i dobavljača

**Slika 2.** Metodološki okvir za formiranje kuće kvaliteta – HoQ

**Slika 3.** Granice sistema životnog ciklusa lanca snabdevanja jajima

**Slika 4.** Analiza protoka materijala za lanac snabdevanja konzumnim jajima

**Slika 5.** Kuće kvaliteta (HOQ) u lancu jaja

**Slika 6.** Kuće kvaliteta životne sredine (HOQ) u lancu jaja

## Spisak grafikona

**Grafikon 1.** Aspekti kvaliteta koji se odnose na lanac jaja; a) Interakcija između proizvođača i prodavaca na malo; b) Interakcija između prodavca na malo i domaćinstava.

**Grafikon 2.** Test trougla - Razlike između prženih jaja podeljenih po Hogovim jedinicama

**Grafikon 3.** Opisne karakteristike između kuvanih jaja različitih klasa kvaliteta

**Grafikon 4.** Poređenje ukupnog dnevnog unosa toksičnih elemenata nakon Monte Carlo simulacije Od 100 000 ponavljanja. (a) Jednodnevni opoziv As; (b) sedmodnevni opoziv As; (c) Jednodnevni opoziv Cd; (d) sedmodnevni opoziv Cd; (e) Jednodnevni opoziv Hg; (f) sedmodnevni opoziv Hg; (g) Jednodnevni opoziv Pb; (h) sedmodnevni opoziv Pb;

**Grafikon 5.** Relativni doprinosi (u %) potencijalu globalnog zagrevanja procesa uključenih u tri podsistema – farme, maloprodaja i domaćinstva

**Grafikon 6.** Relativni doprinosi (u %) uticajima na životnu sredinu tri podsistema - farme, maloprodaja i domaćinstva

**Grafikon 7.** Aspekti životne sredine koji se odnose na lanac jaja; a) Interakcija između farmera i trgovaca na malo; b) Interakcija između trgovaca na malo i potrošača domaćinstava.

## 1. UVOD

Kokošja jaja spadaju u grupu proizvoda životinjskog porekla koji se najčešće konzumiraju širom sveta. Prema izveštajima Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO), potrošnja jaja, kao i ukupna proizvodnja hrane životinjskog porekla, naglo je porasla u periodu od 2000. do 2018. godine (čak za oko 50%) (FAO, 2020). Očekuje se da će potražnja za kokošjim jajima i proizvodima na bazi jaja nastaviti da raste zbog njihovog širokog prihvatanja od strane potrošača, povećanja potrošnje na individualnom nivou i rasta populacije (FAO, 2018). Zbog multifunkcionalnih svojstava i jednostavnih metoda pripreme, sveža jaja se koriste kao glavni izvor proteina u ljudskoj ishrani širom sveta (Domingo, 2014; Lesnierowski i Stangierski, 2018). Sadrže optimalan odnos esencijalnih aminokiselina, masnih kiselina, vitamina rastvorljivih u mastima (A, D, E, K), i vitamina B grupe (B1, B2, B5, B6, B7, B9, B12, holin). Pored navedenog, sadrže minerale kao što su kalcijum, gvožđe, magnezijum, fosfor, selen, natrijum i cink, kao i antioksidanse koji smanjuju slobodne radikale nastale ćelijskim metabolizmom (Rodriguez-Gonzalo i sar., 2017). Zbog poznatih nutritivnih karakteristika, dostupnosti stanovništvu širom sveta i pristupačnih cena (Domingo, 2014), jaja se vrlo često kombinuju sa drugim namirnicama u ishrani ljudi (FAO, 2018).

Prosečna potrošnja jaja po glavi stanovnika u svetu dostigla je vrednost od 9,68 kg tokom 2018. Kuvajt zauzima najviše mesto po potrošnji (21,9 kg), potom slede Meksiko (19,9kg), Japan (19,8kg) i Kina (19,8kg). Potrošnja svežih jaja na teritoriji Evropske unije (EU) je stabilna poslednjih godina i iznosi oko 210 komada po glavi stanovnika, dok upotreba proizvoda na bazi jaja značajno raste. Neke zemlje poput Španije, Nemačke i Mađarske imaju veći nivo potrošnje od oko 270 komada godišnje, dok u Velikoj Britaniji ona iznosi 200 jaja po glavi stanovnika. Srbija se nalazi na 58. mestu po potrošnji u grupi od 156 zemalja sveta (FAOSTAT, 2021).

Početakom 2019. godine doneta su nova pravila za proizvodnju i promet konzumnih jaja u Srbiji, sa ciljem da se omogući nesmetana trgovina sa zemljama članicama EU i CEFTA. Obaveza proizvođača jeste da u datom roku usklade poslovanje sa novim pravilnikom, koji predviđa strože uslove u pogledu obeležavanja, klasifikacije, izgleda, dimenzije, pakovanja jaja, ali i donosi nova pravila u vezi uzgoja i ishrane koka nosilja (Pravilnik, RS, 2019). Prelazak na evropsku regulativu praćen je brojnim poteškoćama, prvobitno zbog nedostatka finansijskih sredstava, usitnjenosti proizvodnje, ali i zbog manjka istraživanja iz ove oblasti koja bi pomogla u naporima da se postave nove marketinške strategije kako bi se poboljšao kvalitet jaja, olakšala implementacija postavljenih zahteva i unapredila održivost proizvodnje (Đekić i sar., 2018).

Dosadašnja istraživanja i naučni radovi bavili su se različitim aspektima proizvodnje konzumnih jaja uglavnom u visokorazvijenim zemljama, ali nije bilo istraživanja koja bi objedinila sve učesnike u lancu snabdevanja. S obzirom na navedene podatke, lanac konzumnih jaja je u okviru ove disertacije posmatran iz perspektive održivosti kroz tri podsistema: proizvodnju, maloprodaju i potrošnju. Obaveza proizvođača jaja jeste da proizvod na tržištu bude bezbedan i u skladu sa propisima koji regulišu datu oblast (Pravilnik, 2019). Sa druge strane, u okviru ovog podsistema perspektiva posmatranja je proširena na analizu uticaja proizvodnje na životnu sredinu, uzimajući u obzir zagađenja koja nastaju kod proizvođača, kao i potrošnju prirodnih resursa (Pelletier, 2017). Podsystem maloprodaje igra veoma važnu ulogu u adekvatnom skladištenju i rukovanju konzumnim jajima, gde navedene aktivnosti osim uloge u očuvanju bezbednosti i kvaliteta, imaju i određeni uticaj na životnu sredinu, prevashodno u transportu i očuvanju hladnog lanca (Filimonau i sar, 2017). U podsystemu potrošača sagledani su elementi kvaliteta iz prethodnih podsistema sa posebnim osvrtom na percepciju kvaliteta iz ugla potrošača prema vizuelnim karakteristikama, prema oceni zadovoljstva kroz konzumiranje jaja, ne zanemarujući uticaj na životnu sredinu. Pored ispitivanja preferencija i stavova potrošača, sprovedena je senzorna ocena, ispitane su najvažnije unutrašnje i spoljašnje karakteristike kvaliteta jaja jednog od najvećih proizvođača na srpskom tržištu.



## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Planiranje kvaliteta u lancu snabdevanja jajima

Orijentacija na zahteve potrošača i njihovo zadovoljstvo je glavni fokus razvoja prehrambene industrije životinjskog porekla poslednjih godina (Rondoni i sar, 2020). Sa povećanjem proizvodnje jaja za svetsko tržište (FAO, 2020), sve više se razvija svest potrošača o karakteristikama kvaliteta (Duman i sar, 2016), uključujući zahteve za informacijama o poreklu proizvoda, vrsti proizvodnje, ishrani koka nosilja, dobrobit životinja i ambijentalnim uslovima na farmi. Iz ovih razloga istražuju se načini poboljšanja i prilagođavanja razvoja zahtevima tržišta, uz poštovanje svih relevantnih propisa i ispunjavanje očekivanja potrošača za visokokvalitetnim proizvodima (Gracia i sar, 2014). Jasno je da su za kvalitet konzumnih jaja podjednako zainteresovani proizvođači, prodavci i potrošači, ali će se glavni parametri kvaliteta i njihova procena razlikovati za svakog učesnika u zavisnosti od uloge koju ima u prehrambenom lancu (Djekic i sar., 2019a).

Kvalitet konzumnih jaja uglavnom je određen onim karakteristikama koje utiču na prihvatljivost i preferencije od strane potrošača, a koje često diktiraju promenu u načinu rada svih učesnika lanca. Potrošačka kultura, tradicije, stilovi života i stavovi o konzumiranju jaja pažljivo se razmatraju kako bi se zadovoljili tržišno postavljeni zahtevi i očekivanja (Patricia I. Hester, 2017). Komponente kvaliteta za sirova kokošija jaja (koje uglavnom ocenjuju potrošači) uključuju prvenstveno spoljašnje karakteristike koje se odnose na čistoću i kvalitet ljuske, boju, veličinu, svežinu i masu jaja, a zatim i na kvalitet unutrašnjeg sadržaja (K i G, 2015). Faktori koji utiču na kvalitet kokošnjih jaja su veoma složeni i uglavnom se generišu u fazi proizvodnje, ali ne treba zanemariti uticaje aktivnosti transporta, rukovanja i skladištenja prilikom prodaje na održavanje postignutog kvaliteta (Zaheer, 2015).

Percepcija kvaliteta se takođe menjala sa brzim rastom proizvodnje i pratila je savremene trendove u razvoju ove industrije. Istraživanje Evropskog udruženja potrošača ukazuje da su konzumna jaja sve više prepoznata kao kvalitetan proizvod, ističući najvažnije parametre kao što su bezbednost, zatim svežina jaja, njihova nutritivna vrednost i senzorne karakteristike. Kvalitet ljuske, konzistencija belančevina i boja žumanca su najčešće ocenjivani atributi sa stanovišta potrošača (Hernandez, 2004). Sa tržišnog aspekta, najvažnije karakteristike su svežina jaja, težina (veličina) i funkcionalni kvalitet ljuske. Preferencije potrošača prema boji ljuske i veličini jaja razlikuju se prema vrsti tržišta. Istraživanja sprovedena u poslednjih deset godina pokazuju da većina Evropljana preferira veća jaja, smeđu boju ljuske i tamno narandžastu boju žumanca (Bertechini, 2017). Ovo je delimično povezano sa nerazumevanjem procene kvaliteta, zbog uverenja potrošača da je veće jaje ujedno i boljeg kvaliteta (Jacob i sar, 2011).

Kako bi se odgovorilo na zahteve tržišta i obezbedilo da potrošači kupuju jaja visokog kvaliteta, uspostavljeni su kriterijumi za njihovu identifikaciju, ocenu i klasifikaciju. Standardizacija proizvoda prema fizičkim i kvalitativnim karakteristikama od ekonomskog značaja za plasman jaja na evropsko tržište definisana je Uredbom Saveta (EC) br. 1308/2013 (EC, 2013) i Uredbe Komisije (EC) br. 589/2008 (EC, 2008). Ove odredbe se primenjuju i u našoj zemlji, a obuhvataju dve kvalitativne klase jaja: sveža jaja A klase, u okviru težinskih potkategorija (S, M, L, XL) i jaja B klase (koja se koriste za dalju industrijsku preradu) (Pravilnik, 2019).

Mehaničke karakteristike jaja su važne sa stanovišta transporta i rukovanja duž celog lanca snabdevanja, dok su geometrijske karakteristike važne za način i vrstu pakovanja. Takođe, kvalitet ljuske je u direktnoj korelaciji sa veličinom, odnosno težinom jaja (S, M, L, XL), što se značajno odražava na prihod od prodaje. Poznato je da se boja i debljina ljuske smanjuju tokom proizvodnog ciklusa, dok istovremeno jaje dobija na težini (Duman i sar, 2016). Prirodne varijacije u boji ljuske jaja proizvedenih od hibrida iste linije povezane su sa uzrastom kokoške nosilje i promenom veličine jaja (Samiullah i sar, 2015).

Za potrošače je kvalitet ljuske jajeta prvenstveno vezan za njenu strukturu, boju i izgled (Koelkebeck, 2010). Potrošači se odlučuju za tamniju boju ljuske zbog uverenja da takva jaja imaju bolju teksturu, unutrašnji izgled i ukus (Berkhoff i sar, 2020). Međutim, iako tamnosmeđa boja ljuske ima direktan uticaj na spoljašnju percepciju kvaliteta jaja, ona nije u korelaciji sa unutrašnjim kvalitetom u pogledu nutritivne vrednosti, ukusa i karakteristika kuvanja (Jacob i sar, 2011).

Od unutrašnjih karakteristika ukupnog kvaliteta najvažnija je svežina jaja, kvalitet žumanca i belanaca. Jaje dobrog kvaliteta ima okruglo, čvrsto žumance, manjeg prečnika i gusto viskozno belance koje pokriva malu površinu kada se razlije (Zaheer, 2015). Promenljivost svežine jaja dovodi do složenih promena u strukturi proteina, koje se pre svega ogledaju u promeni pH vrednosti, vitelinske membrane, sastava masnih kiselina i oksidativnih procesa (Hisasaga i sar, 2020). Posledice su promene u prečniku žumanca koje poprima ravan izgled usled apsorpcije vode i razblažena belanaca koji pri izlivanju pokrivaju veliku površinu (Tamiru i sar., 2019). Svežina se može meriti različitim metodama, ali se najčešće procenjuje (kao standardna mera kvaliteta) u Hogovim jedinicama (HJ), odnosom debljine gustog belanaca i težine jaja (Liu i sar, 2016). Pored navedenog, oksidativni procesi mogu uticati i na promene senzornih karakteristika kvaliteta, pre svega na ukus i miris žumanca (Hisasaga i sar, 2020). Nedavno istraživanje percepcije kvaliteta duž celog lanca snabdevanja konzumnim jajima u Srbiji ističe oblik i veličinu jaja (tj. težinske grupe) kao veoma važne karakteristike za sve zainteresovane strane. Pored navedenog, prodavci i potrošači su kao veoma važne parametre kvaliteta izdvojili starost jaja (tj. njihovu svežinu) i karakteristike ljuske (Mitrović i sar., 2021).

Zbog brojnih izazova i velike konkurencije, sve više se ulaže u održivo planiranje kvaliteta duž celog lanca snabdevanja (Levko i Gornovicz, 2011). Međutim, analiza različitih aspekata kvaliteta koja se odnosi na sve učesnike u lancu snabdevanja jajima nije u potpunosti istražena. Aspekti upravljanja trebalo bi da obuhvate interdisciplinarni pristup, odnosno eksperimentalne podatke za sve učesnike lanca i planiranje kvaliteta usmerenog ka potrebama potrošača (QFD), kako bi objedinili zahteve za proizvod uz međusobnu komunikaciju i uvažavanje proizvođača, prodavaca, potrošača i stručnjaka u ovoj oblasti (Naspetti i sar., 2015). QFD princip uzima u obzir potrebe potrošača i omogućava unapređenje jedne ili više karakteristika kvaliteta ili poboljšanje celokupnog proizvoda, kroz utvrđivanje njihovih zahteva, prevođenje utvrđenih zahteva u tehničke karakteristike i specifikacije, proizvodnju i isporuku hrane sa naznačenim karakteristikama kvaliteta. Ova metoda je sa uspehom već primenjivana za modeliranje kvaliteta pilećeg mesa (Naspetti i sar., 2014) i proizvoda od pilećeg mesa (Djekic i sar., 2018), pečuraka *Agaricus bisporus Portobello* (Djekic i sar., 2017) i soka od jabuke (Jambrak i sar., 2018). Primena principa QFD modela ima brojne prednosti jer se potrebe potrošača sistematski prate i analiziraju, zadovoljstvo potrošača se povećava tako što svi učesnici u lancu čine kompromise usaglašavajući zahteve korisnika sa svojim mogućnostima (Park i sar., 2012).

Poslednjih decenija, sproveden je veliki broj istraživanja koja upotpunjuju razumevanje kvaliteta u lancu kokošnjih jaja. Mnogi autori detaljno su izučavali njihove spoljašnje i unutrašnje karakteristike, odnosno fizička, hemijska i senzorna svojstva (Wilson, 2017). Takođe, ispitivane su percepcije i stavovi potrošača iz ugla prihvatljivosti određenih karakteristika jaja (Rondoni i sar., 2020) i proizvodnih sistema, kao i njihov međusobni uticaj. Fokus autora bio je uglavnom na pojedinim delovima lanca kroz ispitivanje različitih dimenzija kvaliteta, što je i prikazano kroz kratak pregled u Tabeli 1. Bez obzira na broj sprovedenih studija, nijedna od njih nije posmatrala jaja kao proizvod i lanac snabdevanja kao celinu uz identifikaciju ključnih karakteristika kvaliteta.

**Tabela 1.** Pregled istraživanja kvaliteta jaja u poslednjih deset godina

<b>Autori</b>	<b>Država</b>	<b>Fokus istraživanja</b>	<b>Autori</b>	<b>Država</b>	<b>Fokus istraživanja</b>
(Mizrak i sar., 2012)	Turska	Istraživanje potrošnje jaja i navika konzumiranja	(Li i sar, 2017)	SAD	Spremnost potrošača da kupe jaja iz konvencionalne i organske proizvodnje nakon povlačenja zbog kontaminacije <i>Salmonella spp.</i>
(Ahmad Hanis i sar., 2013)	Malezija	Stavovi potrošača prema veličini, boji, pakovanju, funkcionalnim atributima jaja	(Tolimir i sar, 2017)	Srbija	Ispitivanje karakteristika kvaliteta, preferencija i stavova potrošača o kvalitetu jaja i kritirijumu za kupovinu na teritoriji Beograda
(Rossi i sar., 2013)	Velika Britanija	Pregled razvoja razumevanja kvaliteta jaja tokom prošlog veka	(Sokołowicz i sar, 2018)	Poljska	Efekat različitih alternativnih sistema gajaenja i genotipova koka nosilja na karakteristike kvaliteta
(Jones i sar., 2014)	SAD	Promene u kvalitetu jaja tokom dužeg skladištenja za različite sisteme proizvodnje	(Al-Ajeeli i sar, 2018)	SAD	Preferencija potrošača prema Hy-Line Brown hibridu u različitim sistemima gajenja uz ishranu na bazi soje
(Akonor M. i Akonor P., 2014)	Gana, Akra	Istraživanje obrazaca potrošnje jaja, preferencije i percepcije između potrošača u Akri	(Gangnat i sar, 2018)	Švajcarska	Stavovi potrošača i njihova spremnost da plate jaja iz nekonvencionalnih sistema
(Gracia i sar., 2014)	Španija	Preferencije potrošača prema jajima iz različitih proizvodnih sistema	(Lusk i sar, 2018)	SAD	Potražnja jaja iz nekonvencionalnih sistema i odnos potrošača prema dobrobiti životinja
(Senbenta i sar., 2015)	Etiopija	Istraživanje percepcije I stavova potrošača o jajima u velikim gradovima	(Ochs i sar, 2018)	SAD	Percepcija i stavovi potrošača vezani za sistem uzgoja koka nosilja i dobrobit životinja
(Kamanli i sar., 2015)	Turska	Kako različiti izvori svetlosti utiču na kvalitet jaja	(Sass i sar, 2018)	Brazil	Percepcija potrošača prema različitim vrstama kokošijih jaja
(Pettersson i sar, 2016)	Velika Britanija	Stavovi potrošača prema dobrobiti koka nosilja iz slobodnog uzgoja	(Spain i sar, 2018)	SAD	Stavovi potrošača u Americi prema dobrobiti domaćih životinja i spremnost da plate meso, mleko i jaja iz sertifikovane proizvodnje
(Bennett i sar, 2016)	Velika Britanija	Stavovi potrošača prema jajima iz slobodnog uzgoja	(Teixeira i sar, 2018)	Brazil, Čile	Stavovi potrošača u Brazilu i Čileu o uzgoju koka nosilja i navike u kupovini

<b>Autori</b>	<b>Država</b>	<b>Fokus istraživanja</b>	<b>Autori</b>	<b>Država</b>	<b>Fokus istraživanja</b>
(Doyon i sar, 2016)	Kanada	Stavovi potrošača o obogaćenim kaveznim sistemima	(Yang i sar, 2018)	Tajvan	Odnos potrošača prema dobrobiti životinja i spremnost da plate jaja iz alternativnih sistema uzgoja na Tajvanu
(Gerini i sar, 2016)	Norveška	Preferencije potrošača o organskim jajima i dobrobiti životinja	(Sasaki i sar., 2019)	Japan	Senzorne karakteristike jaja u odnosu na dva različita načina ishrane koka nosilja
(Duman i sar, 2016)	Nemačka	Istraživanje kakarakteristika kvaliteta-indeks oblika jajeta	(Guney i Giraldo, 2019)	Turska	Stavovi potrošača prema jajima iz organske proizvodnje i spremnost da plate određene karakteristike kvaliteta
(Yenice i sar, 2016)	Turska	Poređenje karakteristika kvaliteta jaja (lipidni i proteinski profil) iz različitih proizvodnih sistema	(Ochs i sar, 2019)	SAD	Spremnost američkih potrošača da plate za kvalitet jaja u odnosu na sistem uzgoja, boju i veličinu jajeta
(Ndenga i sar, 2017)	Kenija	Preferencija potrošača prema karakteristikama kvaliteta autohtonih kokošijih jaja	(Eddin i sar, 2019)	SAD	Primena različitih vrsta jestivih obloga za jaja i pregled karakteristika kvaliteta
(Lordelo i sar, 2017)	Portugal	Hemijske i fizičke karakteristika kvaliteta jaja iz različitih sistema proizvodnje	(Rahmani i sar, 2019)	Španija	Spremnost potrošača da plate sveža jaja iz različitih sistema proizvodnje
(Suwannarach i sar, 2017)	Tajland	Istraživanje površine ljuske jajeta i karakteristike koje treba razmatrati kao važne za kvalitet	(Zhanga i sar, 2019)	Kina	Istraživanje inovativnih rešenja za proizvodnju jaja i proizvoda od jaja koja ispunjavaju zahteve tržišta (svojstva geliranja)
(Bray i Ankeny, 2017)	Australija	Percepcija i stavovi potrošača za kupovinu jaja iz slobodnog uzgoja	(Škrbić i sar, 2020)	Srbija	Upoređivanje svojstava fizičkih karakteristika kvaliteta jaja različitih hibrida koka nosilja
(Carey i sar, 2017)	Australija	Razumevanje značenja slobodnog uzgoja kroz prizmu proizvođača, maloprodaje i potrošača	(Anene i sar, 2020)	Australija	Razlike u osobinama pojedinih hibrida koka nosilja (Early-Laying ISA Brown Hens) i uticaj na kvalitet
(Baba i sar, 2017)	Španija	Preferencija potrošača prema jajima obogaćena omega 3 kiselinama	(Hisasaga i sar, 2020)	Kalifornija	Karakteristike kvaliteta jaja konvencionalno proizvedenih i dizajnerskih jaja
(Ketta i Tumova, 2017)	Prag	Ispitivanje kvaliteta ljuske jaja različitih sistema proizvodnje	(Valeriy Narushin i sar., 2020)	Velika Britanija	Geometrijske karakteristike konzumnih jaja
(Zakowska i Tekie, 2017)	Poljska	Preferencije potrošača prema sistemu uzgoja i nutritivnim karakteristikama	(Wang i sar., 2021)	Kina	Geometrijske karakteristike i kvalitet ljuske jaja između tri različita hibrida koka nosilja

### 2.3. Toksični elementi i ostaci veterinarskih lekova u jajima i proizvodima na bazi jaja

Kako bi se obezbedile dovoljne količine proizvoda životinjskog porekla za svetsko tržište, poslednjih decenija intenzivno se razvijala poljoprivredna proizvodnja. Praćenje savremenih razvojnih trendova u poljoprivrednom sektoru dovodi do povećane upotrebe zaštitnih i stimulativnih supstanci i nekontrolisanog odlaganja otpada. Navedene aktivnosti značajno doprinose povećanju koncentracija toksičnih elemenata iznad dozvoljenih vrednosti (Bhuiyan, 2019), što dalje dovodi do ispoljavanja negativnih efekata na životnu sredinu (zagađenje), prehrambeni lanac i zdravlje ljudi (Kacholi i Sahu, 2018). Zajedno sa brzim rastom ove industrije, javlja se sve veća zabrinutost zbog izloženosti proizvoda životinjskog porekla kontaminaciji toksičnim elementima iz različitih izvora duž čitavog prehrambenog lanca (Filazi i sar., 2017).

Zagađivači poput toksičnih elemenata, zabranjenih hemikalija i ostataka veterinarskih lekova često se nalaze u proizvodima životinjskog porekla kao što su meso, riba, mlečni proizvodi i jaja (EFSA, 2016). Međutim, još uvek nema (mnogo) sprovedenih studija koje su uključile izloženost potrošača toksičnim elementima i procenu zdravstvenih rizika pri konzumiranju jaja i proizvoda na bazi jaja (Fu i sar., 2014). Istraživanja toksičnih elemenata (As, Cd, Hg, Pb) u kokošjim jajima sprovedli su mnogi autori uglavnom iz Azije, (Rubio i sar., 2017; Hashemi i sar., 2018; Fu i sar., 2014; Shaheen i sar., 2016) što se očekuje s obzirom da azijske zemlje čine 60% ukupne svetske proizvodnje jaja. Što se tiče Evrope, istraživanje je sprovedeno u Evropskoj uniji (EU) - Španiji (Rubio i sar., 2018), Italiji (Esposito i sar., 2016) i u zemljama izvan EU poput Bosne i Hercegovine (Aida i sar., 2019). Studije kokcidiostatika u hrani životinjskog porekla uglavnom su sprovedili autori na teritoriji EU (Dorne i sar., 2013; Roila i sar., 2019).

Najčešći uzrok ostataka veterinarskih lekova u proizvodima životinjskog porekla jeste njihova nekontrolisana upotreba, netačno doziranje, nepridržavanje perioda karence, nestručnost, unakrsna kontaminacija tokom proizvodnje, skladištenja i transporta hrane za životinje (Roila i sar., 2019). Većina kokcidiostatika je odobrena evropskom regulativom i svrstana u aditive za hranu za životinje, ali je zabranjena za koke nosilje zbog njihovog izlučivanja kroz jaja i visokog rizika za krajnje potrošače (Wang i sar., 2020; Daeseleire i sar., 2017). Ispitivanje kokcidiostatika u konzumnim jajima uključuje sledeće: diklazuril (DACL), robenidin (ROBN), narasin (NAR), nikarbazin (DNC), monenzin (MON), salinomycin (SAL), maduramicin (MAD), lasalocid (LAS) i toltlazuril (TOL) (EC, 2009; EC, 2012).

Kokcidiostatici i toksični elementi ispoljavaju različite negativne efekte na zdravlje ljudi, posebno usled dugotrajnog izlaganja niskim koncentracijama nakon konzumiranja kontaminirane hrane životinjskog porekla (Roila i sar., 2019). Da bi se procenila izloženost lokalnog stanovništva ostacima toksičnih elemenata i veterinarskim lekovima iz kokošjih jaja i proizvoda na bazi jaja, neophodno je utvrditi koncentracije toksičnih supstanci prisutnih u tim proizvodima u odnosu na njihovu prosečnu dnevnu potrošnju (Anadón i Martínez-Larrañaga, 2014).

Potrošnja hrane koja sadrži neke od ovih supstanci predstavlja veliki zdravstveni rizik za potrošače širom sveta, zbog njihove postojanosti, toksičnosti (Kabir i Simul, 2019) i negativnog uticaja na ćelijski metabolizam (Dorne i sar., 2013). U cilju zaštite potrošača, zakonske obaveze za praćenje i kontrolu rezidua u proizvodima životinjskog porekla definisane su na nivou EU, utvrđivanjem maksimalno dozvoljenih granica rezidua (MRL) za hranu u kojoj se ostaci mogu tolerisati. Sistematska kontrola rezidua se dalje sprovodi kroz nacionalne programe nadzora, koji definišu uslove i mere za njihovo praćenje u hrani životinjskog porekla, metode kontrole i metode reagovanja u slučaju prekoračenja zakonskih granica (Sundlof, 2014).

Uprkos strogim propisima za praćenje hemijskih ostataka, moguća kontaminacija hrane životinjskog porekla kroz industrijske i poljoprivredne aktivnosti ostaje veliki problem širom sveta (Okamoto i Motomura, 2017). Procena zdravstvenih rizika zavisiće od navika u ishrani svakog pojedinca, nivoa kontaminacije različitih vrsta proizvoda koji se koriste u ishrani i veličine porcije. Stoga je praćenje

i procena izloženosti toksičnim elementima i ostacima veterinarskih lekova u jajima i proizvodima na bazi jaja od velike važnosti ako uzmemo u obzir da su ove namirnice ekonomski pristupačne i da se često konzumiraju (Basha i sar., 2013; Khan i sar., 2016). Veliki broj autora bavio se zdravstvenim rizicima povezanim sa hemijskim ostacima u hrani kao što je meso, riba, voće, povrće, žitaricama i njihovim proizvodima. Međutim, što se tiče jaja i proizvoda na bazi jaja, fokus ove vrste istraživanja bila su uglavnom samo konzumna jaja. Ograničeni broj studija je sproveo procenu izloženost i rizike povezane sa konzumiranjem jaja i proizvoda na bazi jaja (Fu i sar., 2014).

## **2.4. Ocena životnog ciklusa lanca snabdevanja jajima**

Proizvodnja jaja je značajno porasla poslednjih decenija širom sveta i jedna je od najbrže rastućih industrija u prehrambenom sektoru (Aban i sar, 2018). Uporedo sa brzim rastom ove industrije, sve više se pojavljuju opšta pitanja koja treba uzeti u obzir prilikom planiranja savremene proizvodnje konzumnih jaja, kao što su: ubrzani rast ljudske populacije, sve veća potražnja potrošača za bezbednom i kvalitetnom hranom, ograničeni prirodni resursi i smanjen uticaj na životnu sredinu (Wang i sar, 2017).

S obzirom da su posledice ubrzanog razvoja industrije na klimatske promene sve intenzivnije, ulažu se veliki naponi širom sveta da se implementira i postigne 17 globalnih ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih nacija (SDG UN) (FAO, 2015). U prilog tome govore i zaključci konferencije COP26 u Glazgovu, na kojoj su lideri najvećih svetskih zemalja predstavili planove za prelazak na obnovljive izvore energije i postizanje nulte emisije ugljenika do 2050. godine, uz podršku zemljama u razvoju i povećanje učešća naučnih zajednica u rešavanju globalnog ekološkog problema (COP26, 2021). Za implementaciju strategije održivosti u prehrambenoj industriji, pored procene društveno-ekonomske situacije, neophodno je analizirati trenutno stanje ekoloških performansi u svim sektorima, kroz stalno praćenje, pronalaženje mogućnosti za smanjenje uticaja i afirmisanje svih zainteresovanih strana da prepoznaju svoje uloge u postizanju postavljenih ciljeva SDG UN (Djekić, i sar, 2021a).

Industrija konzumnih jaja je pretrpela velike reorganizacije poslednjih godina kako bi se prilagodila konceptu održivog razvoja. Samim tim industrija sve više prepoznaje svoju ulogu i odgovornost u ovoj oblasti, što je dovelo do primene metode analize životnog ciklusa (LCA) zajedno sa drugim alatima i pristupima u proceni održivost proizvodnje konzumnih jaja. LCA princip definisan zahtevima standarda ISO 14040 predstavlja kompilaciju ocena ulaznih i izlaznih elemenata, kao i potencijalnih uticaja životnog ciklusa proizvodnog sistema (u ovoj disertaciji jaja) na životnu sredinu, odnosno predstavlja alat za analizu opterećenja životne sredine kroz sve podsisteme životnog ciklusa (u slučaju ove disertacije tri podsistema). Interesovanje za primenu LCA metode u proizvodnji konzumnih jaja traje nešto više od jedne decenije i postaje sve intenzivnije, ali uglavnom u visokorazvijenim zemljama (prikaz u Tabeli 2). Sprovedena istraživanja procenila su najvažnije uticaje na životnu sredinu posmatranjem različitih faza proizvodnje, pri čemu su se autori fokusirali uglavnom na vrstu proizvodnog sistema koka nosilja (Pelletier, 2017). Iako su dimenzije životne sredine prepoznate kao veoma važni faktori u istraživanju lanaca hrane životinjskog porekla, nije bilo studija koje bi obuhvatile sve učesnike u lancu konzumnih jaja: proizvođače, prodavce na malo i domaćinstva. Takođe, nije bilo istraživanja koja su ispitivala percepcije učesnika prema životnoj sredini u odnosu na ulogu koju učesnici imaju u lancu snabdevanja.

Da bi odgovorila na najnovije izazove, industrija jaja treba da se razvija na održiv način kako bi se povećala proizvodnja, smanjili troškovi i uticaji na životnu sredinu, uz poštovanje zahteva potrošača za visokokvalitetnim jajima koja će ispuniti njihova očekivanja (Wang i sar., 2017). Pored toga, ekološka dimenzija održivosti postaje sve važnija prilikom donošenja odluka o kupovini jaja (Molnar i Szollosi, 2020). Iz navedenih razloga, dugoročna budućnost proizvodnje konzumnih jaja ne može se proceniti samo analizom uticaja industrijskih sistema bez uzimanja u obzir analize obrazaca potrošnje (Lovelin Jerald, 2013). Jedan od modela koji kombinuje dva pomenuta koncepta je metoda planiranja kvaliteta uz uvažavanje životne sredine (QFDE), koju su razvili Masui i sar., (2003), a koji

se odnosi na planiranje proizvoda uz poštovanje ekoloških zahteva (Iounesi i Roghanian, 2015). Bez obzira na to što će strategije ekološke održivosti u proizvodnji konzumnih jaja imati različite imperitive u zemljama u razvoju i visokorazvijenim zemljama, svakako se sve one suočavaju sa sličnim problemima na putu postizanja ciljeva povezanih sa SDG UN (Djekić i sar., 2021a). Iz ovih razloga, moderna industrija konzumnih jaja treba da posveti više pažnje razumevanju i upravljanju svim procesima i aktivnostima duž celog lanca snabdevanja, od proizvodnje na farmi do potrošnje u domaćinstvu, kako bi se obezbedio održivi razvoj i odgovorilo na tržišno postavljene zahteve.

**Tabela 2.** Pregled istraživanja procene životnog ciklusa (LCA) u lancu jaja u poslednjih deset godina

Autori	Država	Fokus istraživanja	Granice sistema			GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/FU]	CED [MJ <sub>e</sub> /FU]	ODS [mg R11 <sub>e</sub> /FU]	HTP [kg 1,4 DB <sub>e</sub> /FU]	AP [g SO <sub>2</sub> <sub>e</sub> /FU]	EP [g PO <sub>4</sub> <sub>e</sub> /FU]
			1	2	3						
(Wiedemann i McGahan, 2011)	Australija	Uticaj proizvodnje jaja u kavezima i iz slobodnog uzgoja na emisije gasova staklene bašte i potrošnju vode i energije.	√	-	-	Kavez: 1,3 ± 0,2 Slobodni uzgoj: 1,6 ± 0,2	0,7 ± 0,9 13,1 ± 1,1	-	-	-	-
(Leinonen i sar., 2012)	Velika Britanija	Uticaj četiri različita proizvodna sistema (kavez, štala, slobodni uzgoj i organski uzgoj) na potencijal globalnog zagrevanja, acidifikaciju, eutrofikaciju i potrošnju energije.	√	-	-	Kavez 2,92 ± 0,21 Štala 3,45 ± 0,26 Organska 3,42 ± 0,34 Slobodni uzgoj: 3,38 ± 0,27	16,88 ± 1,1 22,20 ± 1,2 26,41 ± 1,6 18,78 ± 1,1	-	-	53,14 ± 5,2 59,43 ± 5,9 91,63 ± 8,6 64,13 ± 6,9	18,47 ± 1,5 20,32 ± 1,7 37,61 ± 4,2 22,03 ± 2,0
(Pelletier i sar., 2013)	SDA	Uticaj intenzivne proizvodnje i prerade jaja na emisije gasova staklene bašte.	√	-	-	5,0 (4,23-5,99)	-	-	-	-	-
(Nielsen i sar., 2013)	Danska	Uticaj organske proizvodnje jaja na emisije gasova staklene bašte.	√	-	-	1,52 (1,34 – 1,82)	-	-	-	-	-
(Taylor i sar., 2014)	Velika Britanija	Uticaj proizvodnje jaja iz slobodnog uzgoja u malim komercijalnim jedinicama na mešovitim farmama na emisiju gasova staklene bašte.	√	-	-	1,6 – 1,8	-	-	-	-	-
(Pelletier i sar., 2014)	SDA	Poređenje ekološkog uticaja proizvodnje jaja u periodu od 1960. do 2010. godine.	√	-	-	1960 godina 7,23 2010 godina 2,08	18 12	-	-	200 70	70 20



Autori	Država	Fokus istraživanja	Granice sistema			GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/FU]	CED [MJ <sub>e</sub> /FU]	ODS [mg R11 <sub>e</sub> /FU]	HTP [kg 1,4 DB <sub>e</sub> /FU]	AP [g SO <sub>2</sub> <sub>e</sub> /FU]	EP [g PO <sub>4</sub> <sub>e</sub> /FU]
			1	2	3						
(Ghasempour i Ahmadi, 2016)	Iran	Ekološki uticaj ishrane koka nosilja u intenzivnoj proizvodnji jaja.	√	-	-	4,07	30,09	0.12	8,80	43,89	5,42
(Pelletier, 2017)	Kanada	Poređenje uticaja pet različitih sistema proizvodnje jaja na životnu sredinu.	√	-	-	Kavez 2,44	11,24			78,4	24,4
						Obogaćeni kavez 2,30	12,06			82,5	26,8
						Ispust 2,40	11,81	-	-	80,6	25,6
						Slobodni uzgoj 2,39	11,47			69,8	23,8
						Organska proizv 1,36	7,95			46,6	14,8
(Vetter i sar., 2018)	SDA	Istraživanje potencijala za smanjenje emisija u organskoj proizvodnji jaja pomoću kalkulatora sa efektom staklene bašte.	√	-	-	1 - 5 (ukupno 0,7-1,8)					
(Abín i sar., 2018)	Španija	Uticaj intenzivne proizvodnje jaja na životnu sredinu	√	-	-	3,4	-	-	-	-	-
(Estrada-González i sar., 2020)	Meksiko	Implementacija eko-efikasne šeme za smanjenje uticaja na životnu sredinu farmi za proizvodnju jaja.	√	-	-	Polaganje jaja 4,4 Ukupno 5,6	-	-	1,4 x10 <sup>-1</sup> 1,6 x10 <sup>-1</sup>	-	-

Granice sistema: 1 - proizvodnja, 2 - maloprodaja, 3 - domaćinstvo; GWP - potencijal globalnog zagrevanja; CED - kumulativna potražnja energije; ODS - supstance koje uništavaju ozonski omotač; HTP - potencijal toksičnosti za ljude; AP - potencijal acidifikacije; EP - potencijal eutrofikacije; FU-funkcionalna jedinica 1kg jaja

### 3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

S obzirom da su dimenzije kvaliteta, bezbednosti i životne sredine prepoznate kao veoma značajne u lancu hrane životinjskog porekla, postavljeni su sledeći ciljevi istraživanja:

- Ispitivanje karakteristika kvaliteta jaja prateći lanac hrane od proizvođača jaja preko maloprodaje do krajnjih potrošača jaja
- Utvrđivanje promene percepcije kvaliteta jaja u lancu hrane, kod proizvođača jaja, prodavaca na malo i krajnjih potrošača jaja
- Ispitivanje preferencija potrošača vezano za obim, strukturu i konzumiranje jaja
- Ispitivanje karakteristika kvaliteta jaja
- Senzorno ispitivanje kvaliteta jaja
- Utvrđivanje indikatora životne sredine jaja u lancu hrane i to: potrošnja energije i vode na bazi utvrđene funkcionalne jedinice
- Utvrđivanje indikatora životne sredine i to: potencijal globalnog zagrevanja, potencijal acidifikacije i potencijal eutrofikacije na bazi utvrđene funkcionalne jedinice
- Ispitivanje promena percepcije prema životnoj sredini u lancu hrane, kod proizvođača jaja, prodavaca na malo i krajnjih potrošača jaja

Osnovna hipoteza od koje se polazi je da je moguće unaprediti održivi kvalitet jaja u celokupnom lancu hrane. Posebne hipoteze su:

- Pretpostavka je da postoje razlike u percepciji kvaliteta jaja kod svih učesnika u lancu hrane (proizvođači jaja, prodavci na malo i krajnji potrošači jaja)
- Pretpostavka je da postoje razlike u percepciji kvaliteta kao i u obimu i strukturi potrošnje jaja krajnjih potrošača različitih demografskih kategorija
- Pretpostavka je da postoje razlike u percepciji uticaja na životnu sredinu jaja kod svih učesnika u lancu hrane (proizvođača jaja, prodavaca na malo i krajnjih potrošača jaja)
- Pretpostavka je da postoje razlike u uticaju na životnu sredinu različitih učesnika u lancu hrane (proizvođača jaja, prodavaca na malo i krajnjih potrošača jaja)
- Pretpostavka je da je moguće smanjiti uticaj na životnu sredinu celokupnog lanca jaja, ukoliko se sa nivoa podsistema, celokupan lanac posmatra kao jedan sistem

Program istraživanja koncipiran je tako da obuhvati utvrđivanje karakteristika kvaliteta jaja od strane proizvođača na farmi, prodavaca na malo i krajnjih potrošača, ispitivanje i ocenu utvrđenih senzornih karakteristika jaja, određivanje percepcije potrošača o karakteristikama kvaliteta jaja, modeliranje indeksa kvaliteta, utvrđivanje indikatora životne sredine u vezi sa proizvodnjom jaja, prodajom i potrošnjom u domaćinstvu, određivanje percepcije svih učesnika prema uticaju na životnu sredinu, kao i ocenu životnog ciklusa celog lanca snabdevanja jajima.

## 4. MATERIJAL I METOD RADA

### 4.1. Karakteristike kvaliteta jaja u lancu snabdevanja

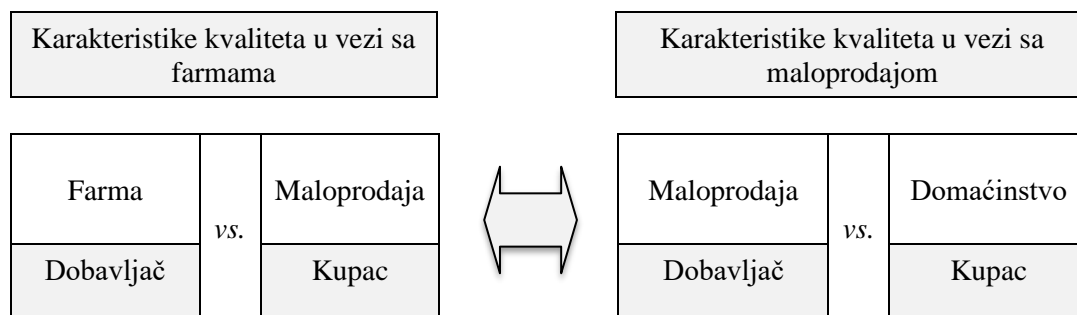
Da bi se razumeli aspekti kvaliteta u okviru lanca snabdevanja konzumnim jajima sprovedeno je terensko istraživanje karakteristika kvaliteta i promena percepcije prema kvalitetu prateći lanac od proizvođača do krajnjih potrošača. Pored navedenog, analizirane su varijacija najvažnijih spoljašnjih i unutrašnjih karakteristika kvaliteta svežih jaja A klase jednog od najvećih proizvođača na srpskom tržištu, kao i senzorna evaluacija za dve najčešće kulinarske metode pripreme u domaćinstvu. Terensko istraživanje obuhvatilo je tri glavna učesnika u lancu: potrošače, prodavce na malo i proizvođače jaja na farmi. Dobijeni rezultati analizirani su procenom gledišta proizvođač-prodavač i prodavač-potrošač u domaćinstvu u različitim fazama lanca u dva pravca: od proizvodnje na farmi do domaćinstva i od domaćinstva do proizvodnje na farmi. Takođe, primenjena je QFD metoda za svakog od učesnika kao i za ceo lanac snabdevanja jajima. Motivi kupovine jaja sagledani su sa aspekta važnosti koju potrošači dodeljuju određenim karakteristikama kvaliteta procenom gledišta najbolje-najgore.

#### 4.1.1. Opis podataka terenskog istraživanja

Podaci sa terena prikupljeni su u vidu ankete u prvoj polovini 2020. godine istraživanjem modela kupovine i stavova potrošača o kvalitetu jaja u većim gradovima Srbije. Ukupno 1.000 ispitanika popunilo je anketu o preferencijama navodeći one karakteristike kvaliteta koje su najviše i najmanje uticale na njihov izbor pri poslednjoj kupovini jaja (Prilog 1). Pored toga, ispitanici su rangirali 32 izjave o kvalitetu koristeći Likertovu skalu sa pet brojevnih kategorija: 1 - uopšte se ne slažem; 2 - ne slažem se; 3 – nemam mišljenje, 4 – slažem se, 5 – potpuno se slažem (Prilog 2) (Liou Huang, 2013). Intervjuisani su samo ispitanici stariji od 18 godina. Podaci o aspektima kvaliteta jaja prikupljeni su tokom druge polovine 2020. godine od svih učesnika u lancu snabdevanja konzumnim jajima, kroz intervju sa proizvođačima na farmi (Prilog 3), sa menadžerima kvaliteta maloprodajnih lanaca (Prilog 4) i potrošačima (Prilog 5). Proizvođači i maloprodajni objekti (veliki, srednji i mali) odabrani su tako da obuhvate najmanje 50% tržišnog učešća u proizvodnji i prometu kokošijih jaja u Srbiji. Podaci o godišnjoj proizvodnji i prodaji jaja u Srbiji tokom 2020. godine preuzeti su iz podataka zvanične nacionalne statistike. Godišnja proizvodnja jaja se procenjuje na oko 1,7 milijardi jaja, od čega 31% odlazi u maloprodajne lance, a oko 0,2% se prodaje na otvorenom tržištu - pijacama (Godišnjak, 2020).

#### 4.1.2. Poređenje interakcije kupaca i dobavljača

Lanac snabdevanja konzumnim jajima predstavljen je na Slici 1. Karakteristike kvaliteta za tri glavna učesnika u lancu snabdevanja prikazane su u Tabeli 3. Navedeni atributi razvijeni su iz prethodnih studija u vezi sa istraživanjem jaja ili lanca snabdevanja hranom (Goddard i sar., 2007; Djekic i sar., 2019a; Djekic i sar., 2018).



Slika 1. Metodološki okvir za poređenje interakcije kupaca i dobavljača

**Tabela 3.** Karakteristike kvaliteta svakog učesnika u lancu snabdevanja jajima

Učesnici	Karakteristike kvaliteta	Definicije
Potrošači	Veličina i oblik jaja Čistoća ljuske jaja Boja ljuske jaja Izgled žumanca Izgled belanca Svežina jaja Čvrstoća, debljina ljuske Miris jaja Ukus jaja Odnos cene i kvaliteta	Klasa, odnos širine i dužine jajeta Ljuska bez primesa nastalih neadekvatnim odgojem Varijacije boje ljuske od bele do tamnosmeđe Boja, debljina, oblik i prečnik žumanca Gustina belanca i veličina površine koju pokriva Veličina vazdušne komore i izgled belanca Debljina, deformacija i sila loma ljuske Intenzitet mirisa svojstven svežem jajetu Intenzitet ukusa svojstven svežem jajetu Odnos nabavne cene jaja i njihovog kvaliteta
Maloprodaja	Informacije o poreklu Transport Osvetljenje vitrina Način izloženosti Klasa jaja Karakteristike ljuske Temperatura čuvanja Vrsta pakovanja Starost jaja Odnos cene i kvaliteta	Informacija o državi porekla jaja Uslovi transporta (temperatura, higijena) Osvetljenost (rashladnih) vitrina u kojima su jaja izložena Način vidljivosti proizvoda Razvrstavanje jaja u težinske grupe, 4 klase (S, M, L, XL) Spoljašnje karakteristike ljuske (čistoća, boja, naprsnuće) Temperatura u prostoriji za skladištenje (izlaganje) jaja Veličina pakovanja (broj jaja u pakovanju) Dužina skladištenja jaja od momenta pronosjenja Odnos nabavne cene jaja i njihovog kvaliteta
Farma	Hibrid koka nosilja Sistem proizvodnje Ambijentalni uslovi Učešće XL klase Količina proizvedenih jaja Udeo oštećenih jaja Dobrobit životinja Ishrana koka nosilja Pakovanje Odnos cene i kvaliteta	Rasa koka nosilja za industrijsku proizvodnju jaja Podatak o načinu uzgoja koka nosilja na farmi Temperatura, vlažnost vazduha, ventilacija, osvetljenost Učešće XL klase u ukupnoj proizvodnji jaja Ukupna količina proizvedenih jaja u određenom periodu Jaja sa oštećenom (nerazbijenom) ljuskom Odgajanje koka nosilja na način svojstven njihovoj vrsti Način ishrane koka nosilja na farmi (vrsta hrane) Pakovanje za jaja A ili B klase (osim industrijskih kutija) Odnos nabavne cene jaja i njihovog kvaliteta

Svaki od ispitanika rangirao je 10 karakteristika kvaliteta koje se odnose na njegovu ulogu u lancu i još 10 karakteristika kvaliteta koje se odnose na njegove direktne dobavljače. Za rangiranje je korišćena skala od 10 numeričkih karakteristika, što je rezultiralo ocenama od 1 - najmanje važno do 10 - najvažnije. Za svaku definisanu karakteristiku kvaliteta izračunat je prosečan rang. Ovi rangovi su korišćeni za poređenje stavova prema definisanim karakteristikama kvaliteta. Pristup je obuhvatio proizvođače na farmi, prodavce na malo i domaćinstva sa uzajamnim dejstvom farme-maloprodaja i maloprodaja-potrošači. Analiza je vršena u smeru od farme ka potrošačima u domaćinstvu (odozdo prema gore).

### 4.1.3. Planiranje kvaliteta usmerenog ka potrebama potrošača (QFD)

Grafički prikaz zahteva potrošača u pogledu kvaliteta proizvoda i njihov međusobni odnos sa srodnim karakteristikama kvaliteta može se prikazati kroz QFD matricu poznatu kao kuća kvaliteta (HoQ) (Park i sar., 2012). Prilikom formiranja HoQ modela, zahtevi potrošača se definišu sa leve strane kao odgovor na pitanje (i) KAKAV kvalitet treba da zadovolji proizvod, sa definisanim potrebama rangiranim po važnosti, i (ii) KOLIKO su te karakteristike kvaliteta proizvoda važne za ispunjavanje zahteva potrošača. Utvrđena korelacija značaja između definisanih zahteva potrošača i karakteristika kvaliteta duž celog lanca snabdevanja jajima prikazana je brojevima (iii) kroz matricu odnosa (Bevilackua i sar., 2012). Primenjen pristup analize kretao se od krajnjeg potrošača do proizvođača na farmi, odnosno u smeru odozgo prema dole (Djekic i sar., 2018).

Na Slici 2. prikazan je modifikovani HoQ-model prema studiji Djekic i sar. (2019a), koji je korišćen u ovom istraživanju. Navedeni model opisuje u kojoj meri značajne karakteristike kvaliteta (KAKO) podržavaju traženi kvalitet (ŠTA) (Djekic i sar., 2017). Ulazni podaci za rangiranje važnosti zahteva potrošača ( $Q_i$ ) dobijeni su terenskim istraživanjem (KAKO) i daju osnovu za određivanje važnosti težine ( $W_i$ ) traženih karakteristika, i, koju je utvrdio svaki od učesnika u lancu snabdevanja jajima. Način za izračunavanje relativne težine ( $RW_i$ ) prikazan je u jednačini 1:

$$RW_i = \frac{W_i}{\sum_i^n W_i} * 100 [\%] \quad (1)$$

Karakteristike kvaliteta ( $H_j$ ) definisane su za svakog od tri učesnika (potrošači, maloprodajni objekti i farme) u lancu konzumnih jaja (KAKO). Stepen korelacije između utvrđenih zahteva i karakteristika kvaliteta ( $RS_{ij}$ ) ocenjen je na sledeći način: 0 – ne postoji, 1 – slaba, 3 – srednja i 9 – jaka korelacija (Cardoso i sar., 2015; Park i sar., 2012).

Rangiranje odnosa u formiranom HoQ-modelu sproveo je stručni tim naučnika Poljoprivrednog fakulteta iz oblasti istraživanja kvaliteta proizvoda životinjskog porekla, uz pomoć Delfi metode sa ciljem postizanja konsenzusa (Heiko, 2012). Stručni tim je potvrdio da su definisane karakteristike kvaliteta za sve učesnike u lancu snabdevanja jajima relevantne. Nakon utvrđenog vremena za analizu (od 30 minuta), postignut je konsenzus o nivou stepena korelacije identifikovanih karakteristika.

Način izračunavanja apsolutne težine za svaku identifikovanu karakteristiku kvaliteta ( $m$ -broj karakteristika kroz svaki podsistem) prikazan je jednačinom 2:

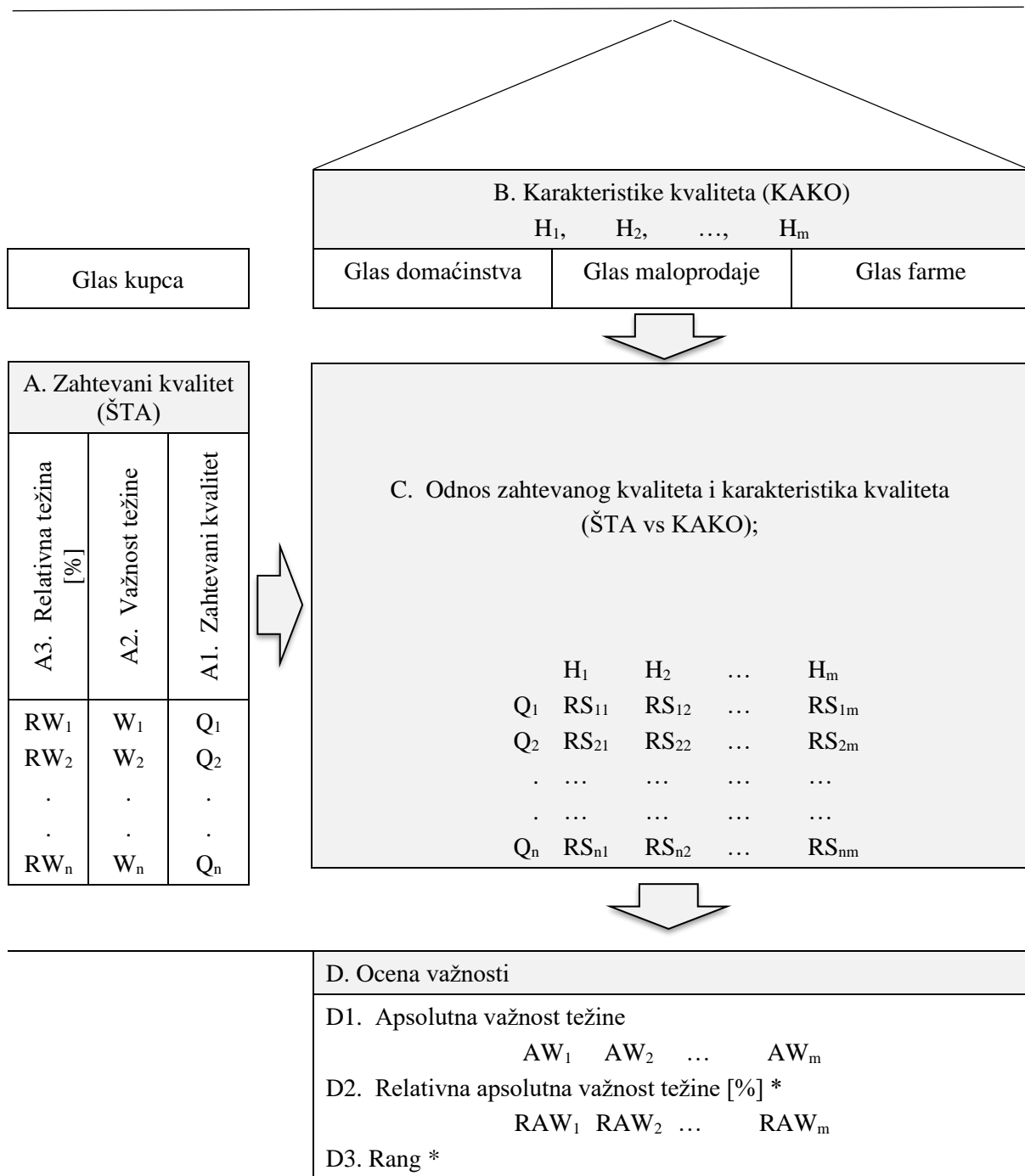
$$AW_j = \sum_{i=1}^n W_i * RS_{ij} \quad (2)$$

$W_i$  predstavlja važnost težine (ŠTA) “i” zahtevanih karakteristika kvaliteta ( $n$  - broj karakteristika kvaliteta potrošača);  $RS_{ij}$  predstavlja odnos između ŠTA i KAKO;

Na osnovu dobijene apsolutne težine izračunata je relativna apsolutna važnost težine za svakog od učesnika (potrošače, prodavce na malo, proizvođače) i dobijene izjave o kvalitetu su rangirane, poštujući pravilo “što je veća vrednost, veći je značaj težine” (Park i sar., 2012).

### 4.1.4. Rangiranje najbolje-najgore

Prioriteti potrošača pri kupovini jaja istraženi su na osnovu devet atributa koji su razvijeni u skladu sa drugim studijama (Merlino i sar., 2018; Ngapo i sar., 2018; Papanagiotou i sar., 2013), kao što je prikazano u Tabeli 4. Izabrani atributi rangirani su korišćenjem skale najbolje-najgore (najuticajniji smatrao se najboljim, a najmanje uticajan kao najgori).



**Slika 2.** Metodološki okvir za formiranje kuće kvaliteta – HoQ

Prikazana je relativna apsolutna težina i težina za sve učesnike (domaćinstvo, maloprodaja, farma) i za ceo lanac snabdevanja jajima.

**Tabela 4.** Atributi povezani sa kupovinom jaja korišćeni za analizu najbolje - najgore

Atributi za kupovinu jaja		
Boja ljuske	Vrsta hibrida koka nosilja	Brend
Veličina jaja	Ishrana koka nosilja	Pakovanje
Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	Izgled ljuske	Rok upotrebe

Kao što je preporučeno u prethodnim studijama, korišćenjem skala najbolje-najgore (Djekic i sar., 2021a; Merlino i sar., 2018) izabrana su četiri atributa po podskupu (Tabela 5). Atributi brenda, pakovanja i roka trajanja bili su dostupni dva puta, dok su ostali atributi bili dostupni tri puta. Konačno, kreirano je šest podskupova. Najbolji-najgori rezultati (BWS) izračunati su brojanjem koliko je puta svaki atribut izabran kao najbolji odnosno najgori u šest podskupova. Zatim su BWS standardizovani prema jednačini 3, na osnovu studija Merlino i sar. (2018) i Witenberg i sar. (2016):

$$BWS = \frac{F_B - F_W}{a \times n} \quad (3)$$

Gde je  $F_B$  učestalost izbora najboljeg;  $F_W$  je učestalost izbora kao najgoreg;  $a$  je dostupnost atributa u šest podskupova;  $n$  predstavlja broj ispitanika.

Dobijeni prosečni rezultat po atributu ukazuje na njegovu jačinu uticaja, odnosno istaknutost u uzorku. Za pravilno tumačenje dobijenih vrednosti korišćeno je utvrđeno pravilo (gde 0 ne označava istaknutost, dok  $\pm 1$  označava povećanje ili smanjenje uticaja) (Wittenberg i sar., 2016).

**Tabela 5.** Primer podskupa atributa za analizu najbolje – najgore pri poslednjoj kupovini jaja.

Najuticajnji (NAJBOLJI)	Atribut	Najmanje uticajan (NAJGORI)
<input type="checkbox"/>	Veličina jaja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta hibrida koka nosilja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Pakovanje	<input type="checkbox"/>

Ispitanici su zamoljeni da označe jedan od četiri predstavljena atributa koje su smatrali najuticajnijim (Najbolji) i najmanje uticajnim (Najgori).

#### 4.1.5. Instrumentalna analiza spoljašnjih i unutrašnjih karakteristika kvaliteta jaja

Masa svežih jaja (100 uzoraka) merena je na analitičkoj vagi OHAUS Adventurer Model AR2140, SAD. Deformacija ljuske testirana je instrumentom Brookfield CT3 Texture Analyser, sa sledećim parametrima: vršno opterećenje (N), vršna deformacija (mm), rad (mJ), konačno opterećenje (N), sila adhezije (N), adhezija (mJ). Debljina ljuske (mm) određena je korišćenjem digitalnog kljunasto pomičnog merila INSIZE 1113 (0-150mm/0-6). Visina gustog belanaca (mm) merena je pomoću tripodnog mikrometra B C Ames Co, Valtham, Massachusetts, USA.

##### 4.1.5.1. Određivanje Hogovih jedinica

Nakon utvrđivanja spoljašnjih karakteristika ljuske i vrednosti za masu, jaja su razbijena na ravnu plastičnu površinu i određena je visina gustog belanaca. Vrednost Hogovih jedinica izračunata je na osnovu jednačine 4 (Hisasaga i sar., 2020):

$$HJ = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times M^{0,37}) \quad (4)$$

gde je: HJ-Hogove jedinica; H-visina gustog belanca (mm); M-masa jaja (g);

Nakon izvršenog merenja, uzorci su podeljeni u tri grupe prema svežini i to: grupa C (HJ = 20-40), grupa B (HJ = 40-60), grupa A (HJ = 60-80).

##### 4.1.5.2. Određivanje boje i geometrijskih karakteristika kompjuterski vizuelnim sistemom

Određivanje boje ljuske, belanca, žumanca, udela žumanca u razlivenoj površini i utvrđivanje indeksa oblika jaja sprovedeno je kompjuterski vizuelnim sistemom (CVS) prema Tomasevic i sar. (2019).

Ukupne razlike u boji između identifikovanih grupa jaja (u odnosu na kvalitet izražen HJ za belanca i žumanca, kao i u odnosu na definisane težinske grupe S, M, L, XL za ljusku jaja) izračunat su pomoću sledeće jednačine (Milovanovic i sar., 2021):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (5)$$

$$\Delta L^* = L_1 - L_0 \quad (6)$$

$$\Delta a^* = a_1 - a_0 \quad (7)$$

$$\Delta b^* = b_1 - b_0 \quad (8)$$

Kriterijum za određivanje razlike u boji definisan je na sledeći način: vrednost za  $\Delta E = 0 - 0,5$  neprimetne razlike,  $\Delta E = 0,5 - 1,5$  blago uočljive razlike,  $\Delta E = 1,5-3$  uočljive razlike,  $\Delta E = 3 - 6$  veoma uočljive razlike (Milovanovic i sar., 2021). Nedavna istraživanja dokazala su da i neobučeni ocenjivači, odnosno potrošači, mogu da uvide razlike ukoliko je vrednost za  $\Delta E$  približna 1 (Altmann i sar., 2022).

Poznavanje dimenzija jaja pruža priliku da se odrede sledeće geometrijske karakteristike (Nedomová i Buchar, 2014):

$$\text{Indeks oblika } SI = \frac{B}{L} \times 100 \text{ (\%)} \quad (9)$$

Gde je: B = širina jaja (mm); L = dužina jaja (mm).

Kriterijum za utvrđivanje karakteristika oblika jaja definisan je na sledeći način:  $SI < 72$  oštar oblik,  $SI = 72-76$  standardni (elipsoidni) oblik,  $SI > 76$  okrugao oblik.

$$\text{Srednji geometrijski prečnik } D_g = (LB^2)^{1/3} \text{ (mm)} \quad (10)$$

$$\text{Sferičnost } \Phi = \frac{D_g}{L} \times 100 \text{ (\%)} \quad (11)$$

$$\text{Zapremina jaja } V = (0,6057 - 0,0018B)LB^2 \text{ (mm}^3\text{)} \quad (12)$$

$$\text{Površina jaja } S = (3,155 - 0,013L + 0,0115B)LB \text{ (mm}^2\text{)} \quad (13)$$

#### 4.1.5.3. Određivanje indeksa kvaliteta

Imajući u vidu podatak da klase (S, M, L, XL) razlikuju jaja na osnovu veličine, dok ih vrednost za HJ razlikuje na osnovu veličine i visine belanca, primenjena je tehnika ukupnog indeksa kvaliteta kako bi se uočila korelacija odabranih karakteristika kvaliteta sa Hogovim jedinicama.

U cilju izračunavanja jedinstvenog indeksa kvaliteta koji obuhvata različite karakteristike, rezultati su analizirani u skladu sa istraživanjem Režeka Jambraka i sar. (2018), Djekic i sar. (2018) i Djekic i sar. (2017). Korišćeno je pravilo „što je manja vrednost, to je bolji kvalitet“, za dva dodatna kriterijuma (ukupna razlika u boji ( $\Delta E$ ) za žumance i belance), pomoću jednačine 14:

$$QI = \frac{x_i}{x_{max}} \quad (14)$$

QI – indeks kvaliteta izabrane karakteristike kvaliteta;  $x_i$  – izmerena vrednost u podskupu vrednosti;  $x_{max}$  – maksimalna vrednost u podskupu vrednosti;

Ukupan indeks kvaliteta (TQI) izračunat je prema jednačini 15 (Finotti i sar., 2007):

$$TQI = \sqrt{\sum_{j=1}^N (QI_j)^2} \quad (15)$$

Za razumevanje TQI-a, korišćeno je pravilo “što je niža vrednost TQI-a, to je bolji kvalitet”.



## **4.1.6. Senzorno ispitivanje kvaliteta jaja**

### **4.1.6.1. Deskriptivna metoda**

Procena tvrdo kuvanih jaja – 48 uzoraka jaja (položena istog dana, nabavljena od istog proizvođača) kuvana su 8 minuta u ključaloj vodi. Nakon kuvanja, jaja su ohlađena na 40°C i pripremljena za ispitivanje bez dodavanja soli. Potom su jaja oljuštena, presečena na pola i stavljena na bele kartonske tacne prethodno označene trocifrenim kodovima (Parpinello i sar., 2006).

Senzorno ocenjivanje tvrdo kuvanih jaja obavljeno je deskriptivnom metodom od strane 12 obučanih panelista, u dve sesije u dva ponavljanja. Ispitivanje je obavljeno tokom dva dana u laboratorijskom prostoru za senzornu analizu Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Panelisti su procenjivali intenzitet izabranih atributa na linearnoj skali od 15 cm sa dva graničnika na svakoj strani (Prilog 6): 1) vizuelni izgled (oblik kuvanog jajeta; 0 = nepravilan jajolik oblik, 15 = idealno jajolik oblik), 2) aroma (miris celog jajeta, 0 = bez arome – 15 = intenzivna aroma), 3) ukus (karakteristični ukus celog jajeta; 0 = bez ukusa – 15 = intenzivan ukus), 4) tvrdoća žumanca (0 = mekano – 15 = tvrdo) 5) tvrdoća belanca (0 = meko – 15 = tvrdo) 6) lepljivost žumanca (intenzitet lepljivosti 0 – 15) (Hayat i sar., 2010; Sasaki i sar., 2019).

### **4.1.6.2. Diskriminatorni test**

Procena prženih jaja - kajgane, 48 uzoraka jaja (položena istog dana, nabavljena od istog proizvođača) homogenizovano je blenderom. Nakon homogenizacije, prženje je sprovedeno u zagrejanom teflonskom tiganju tokom 2 minuta uz stalno mešanje, bez dodavanja soli. Zatim je po 30 g pripremljene kajgane raspoređeno na bele kartonske tacne prethodno označene trocifrenim kodovima (Parpinello i sar., 2006).

Senzorno ocenjivanje kajgane sprovedeno je ispitivanjem razlika u trouglu u skladu sa procedurom ISO 4120 (ISO, 2021) i ISO 16820 (ISO, 2019). Panelisti su izvršili senzornu ocenu u dve uzastopne sesije u dva ponavljanja. Senzorna evaluacija sprovedena je u namenskom laboratorijskom prostoru za senzorna ispitivanja, sa pauzama između sesija od 10 minuta.

Učesnicima panela predstavljene su dve različite vrste prženih jaja kako bi se utvrdilo postojanje uočljivih razlika između uzoraka različite svežine HJ (I grupa-jaja sa vrednošću HJ > 70 i II grupa jaja sa vrednošću HJ < 70). Za tu svrhu korišćene su 32 trijade uzoraka, uz primenu sekvencijalne metode testa u trouglu (Ilic i sar., 2021).

## **4.2. Pojava, izloženost i karakterizacija rizika u vezi sa jajima i proizvodima na bazi jaja**

Ispitivanje toksičnih elemenata i ostataka veterinarskih lekova (kokcidiostatika) u jajima sprovedeno je u laboratoriji koja je akreditovana prema zahtevima međunarodnog referentnog standarda ISO/IEC17025:2017. Instrumentalne metode ispitivanja validovane su u skladu sa preporukama EU regulative i koriste se u rutinskom radu za ispitivanje jaja. Ukupno je analizirano 255 uzoraka tokom perioda od 2018. do 2020. godine u okviru nacionalnog programa praćenja rezidua. Uzorci su prikupljeni sa različitih komercijalnih farmi jaja u Srbiji tokom čitavog perioda posmatranja.

Istraživanje potrošnje jaja i proizvoda na bazi jaja sprovedeno je tokom 2020. godine putem intervju sa ukupno 1.000 ispitanika. U pogledu starosti i lokacije, uzorak je unapred određen u smislu anketiranja odrasle populacije starije od 18 godina, koja živi u velikim gradovima kao mestu stanovanja (Djekic i sar., 2019b). Ispitanicima je dat kratak uvod u anketu, odnosno opšte informacije o osnovnim principima anonimnosti, poverljivosti i zaštiti podataka koji su dobijeni tokom istraživanja (Udovički i sar., 2019). Svi ispitanici su dali usmeni pristanak pre nego što su odgovorili na pitanja iz ankete (Prilog 7).

#### 4.2.1. Ispitivanje toksičnih elemenata u jajima

Toksični elementi (As, Cd, Pb i Hg) određeni su primenom masene spektrometrije sa indukovano spregnutom plazmom (ICP-MS) u kolizionom modu. Ispitivanja su rađena na ICP-MS instrumentu „iCap Q“ (Thermo Scientific, Bremen, Nemačka). Priprema uzoraka izvršena je mineralizacijom u zatvorenom mikrotalasnom digesticionom sistemu, dodavanjem 5 ml azotne kiseline i 1,5 ml vodonik peroksida (Sigma-Aldrich, SAD) u oko 0,3 g homogenizovanih jaja. Kalibracioni standardi formirani su uz pomoć standardnog rastvora koncentracije 1.000 mg/l u 2% azotnoj kiseline proizvođača Merck (Darmstadt, Nemačka). Za svaki izotop konstruisana je standardna prava sa pet tačaka u opsegu od 0,2 – 2,0 µg/l. Korekcija dobijenih koncentracija vršena je multielementalnim internim standardom (6Li, 45Sc – 10 ng/ml; 71Ga, 89Y, 209Bi – 2 ng/ml) širokog opsega masa (Beal, 2001).

Kontrola kvaliteta analitičkog postupka sprovedena je analizom blank uzoraka obogaćenih analitima od interesa u koncentraciji od 0,5 µg/l. Dobijeni prinosi (92 – 104%) su bili u zadovoljavajućem opsegu (80 – 120%). Na početku i na kraju svakog seta uzoraka analizirani su sertifikovani referentni materijali (CRM): ERM-CE278k – tkivo dagnje (JRC Geel, Belgija, sertifikovane vrednosti: 6,7 ± 0,4 mg/kg As, 0,336 ± 0,025 mg/kg Cd i 0,73 ± 0,22 mg/kg Cr) i TET010RM – mleko u prahu (FAPAS, Fera Science Ltd, Sand Hutton, UK, sertifikovane vrednosti 57,8 ± 5,9 µg/kg As i 12,2 ± 1,1 µg/kg Cd). Ukoliko su dobijene vrednosti za CRM bile u okviru sertifikovanog opsega, nije primenjivana korekcija rezultata ispitivanja. Ukoliko je odstupanje rezultata za CRM bilo ± 10% u odnosu na sertifikovanu vrednost (uključujući mernu nesigurnost), primenjena je proporcionalna korekcija rezultata. Ukoliko je odstupanje bilo veće od 10%, svi uzorci su ponovo analizirani (Milour i sar., 2011; Nardi i sar., 2009).

#### 4.2.2. Ispitivanje kokcidiostatika u jajima

Kokcidiostatiki (diklazuril, robenidin, narazin, nikarbazin, monenzin, salinomycin, maduramicin, lasalocid i toltlazuril) analizirani su tehnikom tečne hromatografije sa masenom detekcijom (LC-MS-MS). Instrumentalni sistem LC-MS-MS (Kyoto, Japan) na kome su rađena ispitivanja sastoji se iz binarne pumpe (LC-30AD), autosemplera/autoinjektora (SIL-30AC), odeljka za termostatiranje kolone (CTO-20AC) i masenog detektora sa trostrukim kvadrupolom (LCMS-8040). Za razdvajanje analita korišćena je kolona Kinetex 100 x 2,1 mm 2,6µ C18 100A sa pretkolonom UltraGuard (Phenomenex, Torens, CA, USA). Hromatografski uslovi prikazani su u Tabeli 6, a uslovi masene detekcije u Tabeli 7. Prekursori, produkt joni i kolizione energije prikazani su u Tabeli 8.

**Tabela 6.** Hromatografski uslovi ispitivanja kokcidiostatika u jajima

<b>Temperatura</b>	50°C
<b>Protok</b>	Gradijent
<b>Brzina protoka</b>	0,4 ml/min
<b>Mobilna faza 1</b>	0,1% mravlje kiseline* u vodi
<b>Mobilna faza 2</b>	0,1% mravlje kiseline* u acetonitrilu**

\* Merck, Darmstadt, Nemačka, HPLC grade

\*\* Sigma-Aldrich, SAD, HPLC grade

**Tabela 7.** Uslovi masene detekcije prilikom ispitivanja kokcidiostatika u jajima

<b>Napon interfejsa</b>	4 kV
<b>Temperatura termobloka</b>	400°C
<b>Temperatura linije za sušenje</b>	250°C
<b>Protok gasa u nebulajzeru</b>	3 l/min
<b>Protok gasa za sušenje</b>	15 l/min
<b>Kolizionni gas</b>	Argon

Priprema uzoraka vršena je ekstrakcijom acetonitrilom. U 1,0 g homogenizovanih jaja dodato je 5 ml acetonitrila (HPLC grade, Sigma-Aldrich, SAD), smeša je homogenizovana u trajanju od 1 minuta ultra-turaksom (IKA Werke, Nemačka). Nakon centrifugiranja (centrifuga Sigma 2-16P, Osterode am Harz, Nemačka) na 3.500 g, supernatant je filtriran kroz 0,22 µm najlonski membranski filter. Standardne supstance pojedinačnih kokcidiostatika (Sigma-Aldrich, SAD) korišćene su za pravljenje štok rastvora od kojih su dalje formirani radni standardi (u kojima se nalazi smeša analita) za obogaćenje matriksa. Za kvantifikaciju korišćene su standardne prave konstruisane pomoću standardne serije dobijene obogaćenjem blank uzoraka jaja na četiri koncentraciona nivoa, koji su prošli ceo postupak pripreme (Olejniki i sar., 2010; Cronli i sar., 2011).

**Tabela 8.** Prekursori, produkt joni i kolizionne energije

<b>Analit</b>	<b>Prekursor jon (m/z)</b>	<b>Produkt joni (m/z)</b>	<b>Kolizionna energija (V)</b>	<b>Režim jonizacije</b>
Narasin	787,60	431,30	-54	ESi+
		531,30	-49	
Lasalocid	613,50	359,20	-42	ESi+
		377,20	-36	
Maduramycin	934,7	629,50	-28	ESi+
		647,40	-23	
Salinomycin	773,60	265,20	-53	ESi+
		431,30	-51	
Monenzin	693,50	461,40	-55	ESi+
		479,40	-53	
Nicarbazin	301,20	107,10	32	ESi+
		137,20	11	
Diclazuril	405,10	334,00	19	ESi+
		335,90	17	
Robenidin	334,20	138,10	-25	ESi+
		155,10	-20	
		178,10	-21	
Toltlazuril	424,2	424,2	7	ESi+
		42,1	15	

### 4.2.3. Ispitivanje potrošnje jaja i proizvoda na bazi jaja

Upitnik za ispitivanje potrošnje jaja i proizvoda na bazi jaja razvijen je korišćenjem smernica koje je dala Evropska agencija za bezbednost hrane (EFSA), kako bi se omogućila analiza učestalosti i količina konzumirane hrane (EFSA, 2009). Upitnik je imao sledeće delove: (i) demografski podaci – pol, starost, visina i telesna težina (bw); poslednja dva su omogućila izračunavanje indeksa telesne mase – BMI = težina [kg]/visina<sup>2</sup> [m<sup>2</sup>] (Brouwer-Brolsma i sar., 2018); (ii) obrasci potrošnje jaja i proizvoda na bazi jaja, dajući ispitanicima priliku da preciziraju učestalost potrošnje, i; (iii) pitanja osmišljena da odrede potrošnju različitih tipova jaja i proizvoda na bazi jaja na osnovu dva perioda: 'juče' (jednodnevni opoziv) i 'u poslednjih sedam dana' (sedmodnevni opoziv). Da bi se odredio uobičajeni unos, poželjna je upotreba dva perioda opoziva u kombinaciji (Udovicki i sar., 2019), dok neki autori promovišu jednodnevni opoziv kao najčešći, za razliku od EFSA-e koja savetuje da su dodatni periodi opoziva ponekad efikasniji (EFSA, 2009). Nakon analize naučne literature, za istraživanje potrošnje prethodno je odabrano 10 sledećih kategorija: jaja, peciva, testenine, mesne prerađevine sa jajima, pohovano povrće, druga pohovana hrana, pohovana riba i morski plodovi, kolači, palačinke i majonez. Pre istraživanja potrošnje, autori su pripremili fotografije ovih proizvoda sa unapred određenom veličinom (masom) porcija, koje su ispitanicima date kao vizuelna pomoć (Prilog 7).

### 4.2.4. Proračun količine jaja u proizvodima na bazi jaja

Za izračunavanje sadržaja jaja u proizvodima na bazi jaja u maloprodaji je kupljeno 100 svežih jaja u četiri različite klase (S, M, L, XL) prema važećem Pravilniku o kvalitetu jaja (Pravilnik, 2019a). Njihova masa izmerena je na tehničkoj vagi SARTORIUS CP2202S. Za sve dalje proračune korišćena je utvrđena prosečna masa jaja od 52,62 ± 7,26 g. Za svaku od utvrđenih grupa proizvoda na bazi jaja (Tabela 9) procenjen je prosečan sadržaj jaja na ukupno 100 g gotovog proizvoda. Ova vrednost izračunata je na osnovu nekoliko uobičajenih recepata (4 do 10) za svaku grupu proizvoda. Izabrani recepti se najčešće koriste u Srbiji i preuzeti su iz odgovarajuće dostupne literature (Pejović D., 2014; Ilić M., 2018; Pravilnik, 2018a).

**Tabela 9.** Sadržaj jaja u proizvodima na bazi jaja obuhvaćenim istraživanjem

Proizvodi na bazi jaja	Sadržaj jaja u 100g gotovog proizvoda
Pekarski proizvodi	11,42
Testenine	17,12
Proizvodi od mesa sa jajima	11,05
Pohovano povrće	19,15
Ostali pohovani proizvodi	19,07
Pohovani morski proizvodi i riba	20,12
Torte i kolači	31,36
Palačinke	24,21
Majonez	19,47

### 4.2.5. Procena izloženosti toksičnim elementima

Izloženost toksičnim elementima kroz konzumiranje jaja i proizvoda na bazi jaja, izračunata je na osnovu podataka iz ankete o potrošnji, koncentraciji toksičnih elemenata u jajima i telesnoj težini ispitanika. Za korišćene dve metode opoziva primenjene su sledeće jednačine (Djekic i sar., 2019b; Udovicki i sar., 2019):

$$EDI = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{bw} * C_t \quad \text{1- dan opoziv} \quad (16)$$

$$EDI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{7} * \frac{1}{bw} * C_t \quad \text{7- dana opoziv} \quad (17)$$

EDI predstavlja procenjeni dnevni unos toksičnih elemenata [ng/kg telesne mase dnevno].  $D_i$  je količina konzumiranih jaja na osnovu 'jednodnevnog' opoziva [kg]; 'n' označava broj potrošača.  $W_i$  je količina konzumiranih jaja na osnovu opoziva od sedam dana [kg]; 'n' označava broj potrošača. Telesna težina ispitanika (bw) izražena je u [kg].  $C_t$  predstavlja koncentraciju toksičnih elemenata u jajima [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

#### 4.2.6. Zdravstveni rizici povezani sa konzumiranjem jaja i proizvoda na bazi jaja

Ukupni potencijal nekancerogenih efekata (THQ) procenjen je kao odnos izloženosti toksičnoj supstanci u odnosu na prosečan unos hrane i odgovarajuće referentne doze (USEPA, 1989; Fu i sar., 2014) i predstavljen je jednačinom 18:

$$THQ_{i,x,y} = \frac{E_{i,x,y}}{RfD} \quad (18)$$

$HQ_{i,x,y}$  je ciljni faktor rizika za nekancerogene efekte za pojedinačnu toksičnu supstancu;  $E_{i,x,y}$  je izloženost prosečnom unosu toksične supstance u funkciji vremena za reprezentativnog pojedinca [mg/kg/dnevno]; RfD predstavlja nivo izloženosti toksičnom agensu ispod kog neće biti negativnih efekata na zdravlje pojedinca [mg/kg/dnevno]; Ingestione vrednosti RfD za As, Cd, i Hg preuzeta su iz baze podataka koju je uspostavila USEPA (IRIS, 2020), dok je vrednosti za Pb pretpostavljena prema utvrđenom privremeno podnošljivom dnevnom unosu (PTDI) predloženom od strane FAO/WHO (JECFA) (Fu i sar., 2014).

Nekancerogeni toksični efekat izlaganja kombinovanom delovanju različitih toksičnih supstanci procenjen je kao ukupni faktor opasnosti (indeks opasnosti), kao što je predstavljeno u jednačini 19 (USEPA, 2003; Hashemi i sar., 2018):

$$\text{Ukupni HI} = \sum_{x=1}^n THQ_{i,x,y} \quad (19)$$

Potencijal za kancerogene efekte procenjen je kao proizvod verovatnoće izloženosti toksičnoj supstanci i koeficijenta njene kancerogenosti, kao što je predstavljeno jednačinom 20 (USEPA, 2005; Atamaleki i sar., 2020):

$$CR_{i,x,y} = E_{i,x,y} * SF_x \quad (20)$$

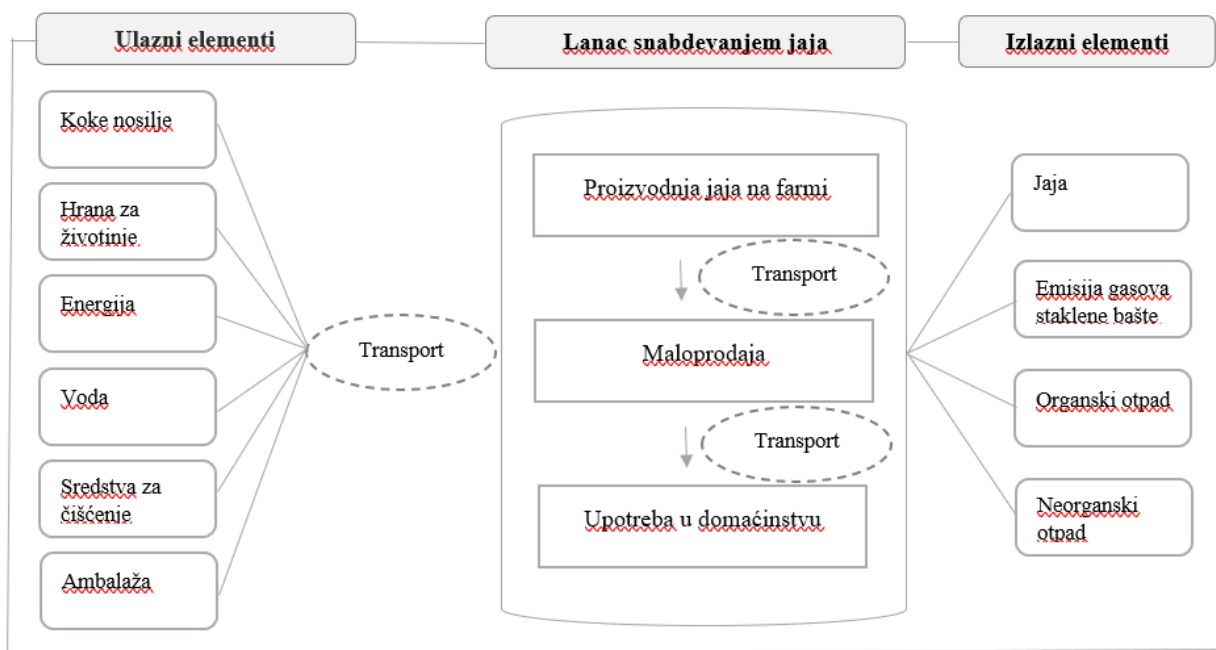
$CR_{i,x,y}$  predstavlja kancerogeni rizik za reprezentativnog pojedinca usled izlaganja toksičnoj supstanci;  $SF_x$  je koeficijent karcinogenosti toksične supstance [mg/kg/dnevno]; Ingestione SF vrednosti za As, Pb and Cd preuzete su iz baze podataka koju je uspostavila USEPA (IRIS, 2020), istraživanja sprovedenih u Iranu (Hashemi i sar., 2018) i Tajlandu (Aendo i sar., 2019) respektivno.

#### 4.3. Procena životnog ciklusa lanca snabdevanja jajima

Procena životnog ciklusa celokupnog lanca snabdevanja konzumnim jajima sprovedena je na osnovu metodologije iz međunarodnog referentnog standarda ISO 14040 u nekoliko faza (ISO, 2006).

### 4.3.1. Određivanje predmeta i obima LCA studije

Lanac snabdevanja konzumnim jajima posmatran je kroz tri podsistema: proizvodnju na farmi, maloprodaju i potrošnju u domaćinstvu (Slika 3). Za svaki podsistem identifikovani su ekološki indikatori na osnovu definisane funkcionalne jedinice (FU) od 1 kg jaja. Opterećenje životne sredine razmatrano je kroz potrošnju prirodnih resursa (vode i energije), aktivnosti transporta, upravljanje otpadom i emisije gasova sa efektom staklene bašte (GHG). Uticaji na životnu sredinu svakog pojedinačnog podsistema i konačno ukupni uticaj celog lanca snabdevanja procenjeni su da bi se identifikovale kritične tačke koje bi mogle da pruže prilike za poboljšanja (Skunca i sar., 2018). Proizvođači i maloprodajni objekti (veliki, srednji, mali) odabrani su tako da obuhvate najmanje 50% tržišnog udela u proizvodnji i prometu kokošijih jaja u Srbiji (Godišnjak, 2020).



**Slika 3.** Granice sistema životnog ciklusa lanca snabdevanja konzumnim jajima

Za potrebe prikupljanja podataka svakog od učesnika u lancu snabdevanja konzumnim jajima razvijena su tri upitnika na osnovu sličnih istraživanja lanaca snabdevanja hranom (Škunca i sar., 2018; Djekic i sar., 2019c; Djekic i sar., 2021b). LCA upitnik za proizvođače na farmi odnosio se na: karakteristike proizvodnje (kapacitet, vrsta, selekcija hibrida, uzgoj i transport koka nosilja), nabavku i vrstu hrane (proizvodnja, način i dinamika transporta, potrošnja), upotrebu prirodnih resursa (vrsta i dinamika), način održavanja higijene u objektu (vrsta i količina vode i sredstava za čišćenje), težina i udeo određene kvalitativne klase proizvedenih jaja, način pakovanja i distribucije u maloprodaju (vrsta i količina materijala, transport), neusaglašenosti koje su rezultirale odbačenim jajima tokom proizvodnje, uginulim kokama, nastalim otpadom (organskim i neorganskim) i rukovanje stajnjakom (Prilog 8). LCA upitnik za prodavce na malo sastojao se od pitanja u vezi sa: godišnjim prometom, prodajom i otpisom jaja; transportom; potrošnjom prirodnih resursa pri rukovanju, skladištenju i prodaji jaja; načinom održavanja higijene i čuvanja jaja, vrstom i količinom nastalog otpada (Prilog 9). Potrošači u domaćinstvu odgovarali su na pitanja koja su se odnosila na: nedeljnu kupovinu (broj poseta maloprodaji, način odlaska u maloprodaju i njena udaljenost), nedeljnu potrošnju jaja (vreme i način pripreme, količina vode, ulja, utrošena električna energija), uslove skladištenja jaja (broj dana, model ili tip frižidera, dopuna rashladnog sredstva) i način postupanja sa nastalim otpadom (Prilog 10).

### 4.3.2. Prikupljanje podataka

Prikupljanje podataka na terenu sprovedeno je tokom 2021. godine putem ciljanih LCA upitnika za sve učesnike u lancu snabdevanja jajima. Pre odgovaranja na pitanja iz upitnika, učesnici su obavešteni o cilju istraživanja, zaštiti poverljivosti podataka i anonimnosti. Podaci su prikupljeni u direktnim razgovorima sa proizvođačima, menadžerima kvaliteta u maloprodajnim lancima i članovima domaćinstava.

*Podsistem 1* – proizvodnja jaja na farmi: obuhvatila je sve aktivnosti uzgoja ili nabavke koka nosilja do 18. nedelje, fazu eksploatacije (pronošenje jaja) od 72. do 76. nedelje i distribuciju jaja do maloprodajnih objekata. Prikupljeni podaci odnosili su se na: vrstu proizvodnog sistema, dezinfekciju i čišćenje, izbor hibrida koka nosilja, hranjenje i pojenje, pakovanje jaja, transport do maloprodaje, upravljanje nastalim otpadom. Istraživanjem je obuhvaćeno 30 proizvođača (velikih, srednjih i jedan deo malih farmi) koji učestvuju sa 62,6% u ukupnoj godišnjoj proizvodnji jaja u Srbiji (Godišnjak, 2020).

*Podsistem 2* – maloprodaja jaja: obuhvatila je maloprodajne prakse koje se odnose na način i uslove skladištenja jaja, održavanje higijene u objektu, transport od glavnog distributivnog maloprodajnog centra do maloprodajnih objekata i upravljanje nastalim otpadom. Istraživanjem je obuhvaćeno 50 maloprodajnih objekata sa udelom od 70,2% u ukupnoj godišnjoj prodaji jaja u Srbiji (Godišnjak, 2020). Veliki maloprodajni lanci (koji poseduju od 100 do 400 objekata) odgovarali su na pitanja kao jedan tim, tako što je njihov predstavnik menadžmenta popunjavao upitnik.

*Podsistem 3* – potrošnja u domaćinstvu: podaci su obuhvatili način transporta jaja nakon kupovine (od maloprodaje do domaćinstva), način i vreme skladištenja, pripremu jaja za potrošnju i rukovanje nastalim otpadom (od ambalaže i ljuske jaja). U istraživanju je učestvovalo ukupno 300 domaćinstava iz urbanih delova Srbije (50% iz Beograda, gde je tržište hrane najveće i najrazvijenije, a preostalih 50% iz drugih gradova).

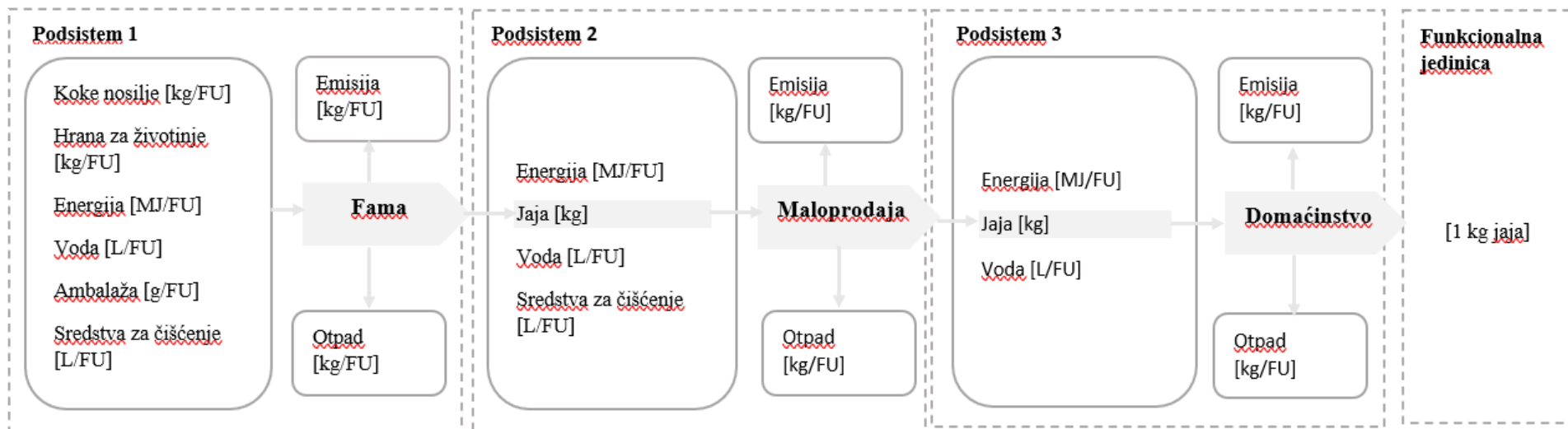
Inventar koji se koristio za sva tri podsistema u lancu snabdevanja jajima povezanim sa 1 kg jaja predstavljen je u Tabeli 10. Ona daje pregled izvora svih podataka razmatranih tokom istraživanja na osnovu baze podataka CCaLC i Ecoinvent© (CCaLC, 2021) kao i podataka definisanih srpskom propisima (Pravilnik, 2018). Analiza protoka materijala duž celog lanca snabdevanja jajima prikazana je na Slici 4, modifikovanoj prema istraživanju Skunca i sar., (2018).

*Ograničenja:* prodavci na malo nisu prijavili dopunjavanje ili zamenu rashladnih sredstava. Samo pet domaćinstava prijavilo je dopunjavanje rashladnih sredstava u poslednjih 12 meseci, tako da ove informacije nisu uključene u dalju procenu.

*Pretpostavke:* za podsistem domaćinstvo pretpostavljena je potrošnja energije kućnih frižidera u rasponu od 100 do 150 kWh u zavisnosti od vrste, starosti i veličine. Električne peći su bile u rasponu od 1.500 do 2.500 kWh u zavisnosti od vrste, starosti i veličine.

### 4.3.3. Proračun i analiza uticaja na životnu sredinu

Podaci dobijeni analizom inventara izračunati su u odnosu na ukupnu godišnju proizvodnju jaja za podsistem proizvođača, zatim na ukupni godišnji promet jaja za podsistem maloprodaje i ukupnu godišnju potrošnju jaja u domaćinstvima. Izabrani indikatori uticaja na životnu sredinu u lancu jaja uključivali su sledeće: potencijal globalnog zagrevanja (GWP), kumulativnu potrošnju energije (CED), supstance koje uništavaju ozonski omotač (ODS), potencijal toksičnosti za ljude (HTP), potencijal acidifikacije (AP) i potencijal eutrofikacije (EP). Analiza uticaja na životnu sredinu za sva tri podsistema izvršen je korišćenjem baza podataka CCaLC i Ecoinvent© (CCaLC, 2021).



**Slika 4.** Analiza protoka materijala za lanac snabdevanja konzumnim jajima



**Tabela 10.** Pregled izvora podataka inventara razmatranih tokom istraživanja

		<b>GWP</b>	<b>CED</b>	<b>ODS</b>	<b>HT</b>	<b>AP</b>	<b>EP</b>	<b>Izvor podataka</b>
		[kgCO <sub>2</sub> /IU]	[MJ <sub>e</sub> /IU]	[kg R11 <sub>e</sub> /IU]	[kg 1,4 DB <sub>e</sub> /IU]	[kg SO <sub>2</sub> <sub>e</sub> /IU]	[kg PO <sub>4</sub> <sub>e</sub> /IU]	
Energija	Električna energija (srpski profil)	1,099	8,31·10 <sup>-1</sup>	1,78·10 <sup>-9</sup>	2,28·10 <sup>-1</sup>	3,42·10 <sup>-3</sup>	1,96·10 <sup>-3</sup>	Srpski propisi (Pravilnik, 2018b)
	Tečni naftni gas	2,961	1,56	1,97·10 <sup>-7</sup>	2,53·10 <sup>-1</sup>	3,39·10 <sup>-3</sup>	6,51·10 <sup>-4</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021); Propisi (Srbija, 2021)
	Dizel	2,76	4,01·10 <sup>-1</sup>	3,31·10 <sup>-7</sup>	3,87·10 <sup>-1</sup>	6,10·10 <sup>-3</sup>	8,82·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021); Propisi (Srbija, 2021)
	Petrol	2,209	5,68·10 <sup>-1</sup>	4,71·10 <sup>-7</sup>	4,24·10 <sup>-1</sup>	7,96·10 <sup>-3</sup>	9,37·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021); Propisi (Srbija, 2021)
	Prirodni gas	1,852	4,29·10 <sup>-1</sup>	1,45·10 <sup>-9</sup>	8,33·10 <sup>-1</sup>	2,54·10 <sup>-2</sup>	1,47·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021); Propisi (Srbija, 2021)
	Drvo (iver i trupci)	18	35	1,21·10 <sup>-6</sup>	24,3	1,44·10 <sup>-1</sup>	7,10·10 <sup>-2</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021); Propisi (Srbija, 2021)
	Pelet	0,131	1,49	7,05·10 <sup>-9</sup>	253	7,50·10 <sup>-2</sup>	1,45·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021); Propisi (Srbija, 2021)
Hrana za životinje	Kukuruz za ishranu	4,90·10 <sup>-1</sup>	2,02	3,50·10 <sup>-8</sup>	1,27·10 <sup>-1</sup>	3,08·10 <sup>-3</sup>	4,21·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Pšenica za ishranu	6,40·10 <sup>-1</sup>	2,02·10 <sup>-1</sup>	4,13·10 <sup>-8</sup>	4,22·10 <sup>-1</sup>	4,32·10 <sup>-3</sup>	7,55·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Soja za ishranu	9,00·10 <sup>-1</sup>	2,59	4,33·10 <sup>-8</sup>	3,55·10 <sup>-1</sup>	6,65·10 <sup>-3</sup>	1,50·10 <sup>-2</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Suncokret za ishranu	1,02	35,9	7,63·10 <sup>-8</sup>	4,05·10 <sup>-1</sup>	4,64·10 <sup>-3</sup>	1,31·10 <sup>-2</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Ječam za ishranu	4,85·10 <sup>-1</sup>	1,96	3,19·10 <sup>-8</sup>	3,25·10 <sup>-1</sup>	3,83·10 <sup>-3</sup>	8,57·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Premiks za ishranu	4,58·10 <sup>-1</sup>	12,5	4,55·10 <sup>-8</sup>	3,27·10 <sup>-1</sup>	4,50·10 <sup>-3</sup>	9,68·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
Materijal za pakovanje	Karton	8,62·10 <sup>-1</sup>	21,9	9,57·10 <sup>-8</sup>	1,72·10 <sup>-4</sup>	2,86·10 <sup>-3</sup>	2,15·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Stiropor	3,30	0,00	0,00	1,50·10 <sup>-3</sup>	1,08·10 <sup>-2</sup>	9,30·10 <sup>-4</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Polivinul hlorid (PVC)	3,22	0,00	0,00	1,15·10 <sup>-3</sup>	1,39·10 <sup>-2</sup>	1,19·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Polietilen (HDPE)	3,26	0,00	0,00	1,54·10 <sup>-3</sup>	1,52·10 <sup>-2</sup>	1,18·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);

		<b>GWP</b>	<b>CED</b>	<b>ODS</b>	<b>HT</b>	<b>AP</b>	<b>EP</b>	<b>Izvor podataka</b>
		[kgCO <sub>2</sub> /IU]	[MJe/IU]	[kg R11e/IU]	[kg 1,4 DBe/IU]	[kg SO <sub>2</sub> e/IU]	[kg PO <sub>4</sub> e/IU]	
Sredstva za čišćenje	Kisela sredstva	1,1	22,8	6,69·10 <sup>-8</sup>	8,91·10 <sup>-1</sup>	5,27·10 <sup>-3</sup>	3,70·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Bazna sredstva	3,17	13,4	1,04·10 <sup>-7</sup>	2,10·10 <sup>-1</sup>	1,59·10 <sup>-2</sup>	3,35·10 <sup>-4</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
Voda	Voda iz česme	0,0005	0,00	6,76·10 <sup>-12</sup>	2,44·10 <sup>-5</sup>	1,40·10 <sup>-6</sup>	4,45·10 <sup>-7</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Bunarska voda	0,0003	6,17·10 <sup>-3</sup>	1,61·10 <sup>-11</sup>	0,0001847	1,39·10 <sup>-6</sup>	8,73·10 <sup>-7</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
Otpad	Stajnjak	0,004	5,30·10 <sup>-2</sup>	4,02·10 <sup>-10</sup>	1,13·10 <sup>-1</sup>	5,68·10 <sup>-4</sup>	1,12·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-drvo	1,42	0,00	2,78·10 <sup>-9</sup>	2,83·10 <sup>-3</sup>	5,35·10 <sup>-4</sup>	2,02·10 <sup>-4</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-plastika	0,071	0,00	2,782·10 <sup>-9</sup>	2,30·10 <sup>-3</sup>	2,44·10 <sup>-4</sup>	1,06·10 <sup>-4</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-papir	0,008	0,00	4,1·10 <sup>-12</sup>	1,68·10 <sup>-3</sup>	1,94·10 <sup>-6</sup>	2,03·10 <sup>-7</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-karton	0,119	0,00	2,128·10 <sup>-9</sup>	1,55·10 <sup>-6</sup>	4,22·10 <sup>-5</sup>	1,03·10 <sup>-5</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-stiropor	0,008	0,00	4,1·10 <sup>-12</sup>	1,68·10 <sup>-3</sup>	1,94·10 <sup>-6</sup>	2,03·10 <sup>-7</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-ljuska jaja	0,513	3,79·10 <sup>-1</sup>	2,78·10 <sup>-9</sup>	2,41·10 <sup>-3</sup>	3,56·10 <sup>-4</sup>	1,28·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpad-ulje za prženje	0,513	3,79·10 <sup>-1</sup>	2,78·10 <sup>-9</sup>	2,41·10 <sup>-3</sup>	3,56·10 <sup>-4</sup>	1,28·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Deponija (komunalni otpad)	0,513	3,79·10 <sup>-1</sup>	2,78·10 <sup>-9</sup>	2,41·10 <sup>-3</sup>	3,56·10 <sup>-4</sup>	1,28·10 <sup>-3</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);
	Otpadne vode (industrijski tretman)	0,00241	6,49·10 <sup>-3</sup>	2,20·10 <sup>-10</sup>	1,20·10 <sup>-3</sup>	6,92·10 <sup>-5</sup>	2,60·10 <sup>-5</sup>	CCaLC baza podataka (CCaLC, 2021);

GWP - potencijal globalnog zagrevanja; CED - kumulativna potražnja za energijom; ODS - supstance za iscrpljivanje zona; HTP - potencijal toksičnosti za ljude; AP - potencijal acidifikacije; EP - potencijal eutrofikacije, IU – jedinica inventara (može biti kg ili L ili kW)

#### 4.3.4. Ispitivanje promena percepcije prema uticaju na životnu sredinu

Ekološki aspekti tri glavna učesnika u lancu snabdevanja jajima identifikovani su na osnovu prethodnih istraživanja vezanih za proizvodnju konzumnih jaja. Učesnici su rangirali po važnosti 12 identifikovanih ekoloških aspekata koji se odnose na njihovu ulogu u lancu snabdevanja jajima i još 12 ekoloških aspekata koji se odnose na njihove direktne dobavljače kako bi uporedili razlike u percepciji prema uticaju na životnu sredinu. Rangiranje po važnosti izvršeno je ocenom od 1 - najmanji uticaj na životnu sredinu do 12 - najveći uticaj na životnu sredinu. Nakon završenog terenskog istraživanja, izračunati su prosečni rangovi za svaki identifikovani aspekt životne sredine u pravcu od farme do domaćinstva (odozdo prema gore). Analiza je obuhvatila interakciju između farme i maloprodaje, kao i između maloprodaje i domaćinstva.

#### 4.3.5. Planiranje proizvodnje u skladu sa zahtevima životne sredine

Na osnovu istraživanja Djekic i sar. (2021c) četiri glavna UN SDG-a povezana sa lancem snabdevanja hranom definisana su kao ključni ciljevi u proceni uticaja na životnu sredinu u lancu snabdevanja konzumnim jajima. Ekološki zahtevi u proizvodnji kokošijih jaja i odnosi tih zahteva sa uticajima na životnu sredinu predstavljeni su kroz QFDE matricu u obliku kuće kvaliteta (HoQ) (Pusporini i sar., 2013).

Prvi korak pri formiranju HoQ modela bio je da se identifikuju i izaberu ekološki zahtevi kao odgovor na pitanje ŠTA proizvodnja jaja treba da ispuni pri rangiranju važnost definisanih UN SDG-a. Zatim su kroz sva tri podsistema (KAKO) identifikovani značajni uticaji na životnu sredinu svakog od učesnika. Utvrđena korelacija važnosti između ekoloških zahteva i uticaja na životnu sredinu prikazana je brojevima kroz QFDE matricu odnosa (Djekic i sar., 2019d).

Modifikovani HoQ model opisuje stepen do kojeg su identifikovani uticaji na životnu sredinu (KAKO) podržali postizanje postavljenih ciljeva (ŠTA) duž celog lanca snabdevanja konzumnim jajima. Podaci za rangiranje važnosti ekoloških zahteva ( $Q_i$ ) dobijeni su iz terenskog istraživanja (KAKO) i predstavljaju dalju osnovu za određivanje značaja težine ( $W_i$ ) identifikovanih uticaja na životnu sredinu 'i', koju određuje svaki od učesnika u istraživanju lanaca snabdevanja jajima. Proračuni relativne težine prikazani su jednačinom 21:

$$RW_i = \frac{W_i}{\sum_i^n W_i} * 100 [\%] \quad (21)$$

Relevantni uticaji na životnu sredinu ( $H_j$ ) identifikovani su za sve učesnike u lancu snabdevanja jajima (KAKO). Stepen korelacije između postavljenih ekoloških zahteva i identifikovanih uticaja na životnu sredinu ( $RS_{ij}$ ) utvrđen je na sledeći način: '0' - ne, '1' - slaba, '3' - srednja i '9' - jaka korelacija (Cardoso i sar., 2015; Park i sar., 2012). Stručni tim naučnika iz oblasti zaštite životne sredine izvršio je rangiranje odnosa u formiranoj HoQ matrici. Konsenzus o nivou korelacije postignut je uz pomoć Delphi metode, nakon sprovođenja 60-minutne analize (Heiko, 2012).

Izračunavanje apsolutne težine svakog identifikovanog uticaja na životnu sredinu ('n' - broj aktivnosti koje utiču na životnu sredinu kroz svaki podsistem) prikazan je jednačinom 22:

$$AW_j = \sum_{i=1}^n W_i * RS_{ij} \quad (22)$$

$W_i$  predstavlja važnost težine (ŠTA) 'i', ekoloških zahteva (n - broj identifikovanih zahteva);  $RS_{ij}$  pokazuje vezu između rezultata ŠTA i KAKO; Relativna apsolutna važnost težine (RAW) izračunata je iz apsolutne težine i predstavljena kroz jedan HoQ model za sve učesnike u lancu snabdevanja jajima (Djekic i sar., 2019d)

#### 4.4. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka obuhvatila je osnovni parametrijski test – odnosno analizu varijansi (ANOVA), osnovne neparametrijske testove (Kruskal-Wallis i Mann Whitney U) i faktorsku analizu korišćenjem programa Microsoft Excel 365 i SPSS Statistics 20.0.

Za utvrđivanje razlika u rangiranju varijabilnih karakteristika kvaliteta između svih učesnika lanca korišćen je Mann Whitney U test, dok je za poređenje stavova o kvalitetu u odnosu na nivo obrazovanja i učestalost kupovine korišćen Kruskal-Wallis test, na nivou statističke značajnosti od 0,05.

Dvostepena klaster analiza korišćena je za klasifikaciju stavova potrošača o kvalitetu jaja, odnosno stepena njihove saglasnosti sa definisanim izjavama dobijenim na Likertovoj skali. Odabrano je rešenje sa dva klastera koristeći pol, starost, obrazovanje, mesto i učestalost kupovine jaja kao kategoričke varijable. Razlika između dva definisana klastera utvrđena je Mann Whitney (U) testom, na nivou statističke značajnosti od 0,05.

Obrada podataka senzornog ispitivanja sprovedena je u skladu sa zahtevima međunarodnog standarda ISO 16820 (ISO, 2019), uz definisanje sledećih kriterijuma:  $pd = 0,25$ ,  $a = b = 0,05$ .

Hi-kvadrat test korišćen je za analizu mogućih odnosa između obrazaca potrošnje jaja i demografskih podataka kao što su pol, starost, BMI i težina. Nivo statističke značajnosti postavljen je na 0,05.

Za izračunavanje EDI vrednosti, korišćena je Monte Karlo simulacija koje se sastoje od 100.000 iteracija kako bi se procenio dnevni unos odabranih toksičnih elemenata na osnovu potrošnje jaja i proizvoda na bazi jaja. Ove simulacije su korišćene kao modeli verovatnoće za izračunavanje procene izloženosti u ishrani, prema preporukama SZO (FAO/WHO, 2009) i EFSA (EFSA, 2011). Minitab je korišćen za distribuciju prilagođavanja telesne težine, dnevnog i nedelnog unosa jaja i proizvoda na bazi jaja i Monte Karlo simulacije. Analiza uklapanja je pokazala normalnu raspodelu telesne težine i pozitivnu krivu raspodele dnevnog/nedelnog unosa jaja i proizvoda na bazi jaja. Na osnovu rezultata distribucije, svi podaci su nasumično odabrani 100.000 puta kako bi se izvršila Monte Karlo simulacija i izračunale EDI vrednosti (Djekic i sar., 2020). Proračun izloženosti zasnovan je na srednjoj vrednosti svih toksičnih elemenata jer se tokom vremena očekuje da će pojedinac biti izložen ovoj koncentraciji kroz konzumiranje jaja i proizvoda na bazi jaja (FAO/WHO, 2009). Kao što su predložili Sun i Wu (2016), nesigurnost Monte Karlo simulacije dobijena je iz intervala poverenja (95% CI) srednjih vredno

## 5. REZULTATI I DISKUSIJA

### 5.1. Karakteristike kvaliteta u lancu snabdevanja jajima

Demografski profil učesnika u sprovedenom ispitivanju karakteristika kvaliteta i promena percepcije kvaliteta u lancu snabdevanja konzumnim jajima predstavljen je u Tabeli 11.

**Tabela 11.** Profil ispitanika u sprovedenom istraživanju karakteristika kvaliteta

Učesnici u lancu jaja	Broj učesnika (N, %)	Karakteristike uzorka
Kupci (kupovina jaja)	1.000	
Pol kupaca		
Žene	655 (65,5%)	Udeo u uzorku
Muškarci	345 (34,5%)	Udeo u uzorku
Starost kupaca		
≤ 24 godina	174 (17,4%)	Udeo u uzorku
25-34 godina	266 (26,6%)	Udeo u uzorku
35-44 godina	261 (26,1%)	Udeo u uzorku
45-54 godina	185 (18,5%)	Udeo u uzorku
≥ 54 godina	113 (11,3%)	Udeo u uzorku
Domaćinstva (potrošači)	300	
do 2 člana domaćinstva	76 (25,4%)	Udeo u uzorku
da 4 člana domaćinstva	192 (64,0%)	Udeo u uzorku
preko 4 člana domaćinstva	32 (10,6%)	Udeo u uzorku
Maloprodaja	50 (70,2%)	Udeo godišnje prodaje jaja u Srbiji
Farme konzumnih jaja	30 (62,6%)	Udeo godišnje proizvodnje jaja u Srbiji

N-predstavlja broj učesnika (kupci/domaćinstva/prodavci/proizvođači), (%) predstavlja njihov udeo u uzorku i/ili godišnji udeo

#### 5.1.1. Procena aspekata kvaliteta pri poređenju interakcije kupca i dobavljača

Od deset karakteristika kvaliteta koje se odnose na farmu, sistem proizvodnje bio je dominantan faktor (7,70) koji su proizvođači prepoznali (Grafikon 1a). Ovo se slaže sa prodavcima na malo koji dele slično mišljenje (6,96). U proizvodnji konzumnih jaja u upotrebi su različiti i mnogobrojni sistemi i njihove varijacije, koji se razlikuju pre svega po proizvodnim troškovima. Razlike u ceni održavanja proizvodnih sistema zavise od mnogobrojnih faktora, ali najvažniji među njima jeste ishrana koka nosilja (Mench i Rodenburg, 2018), koja između ostalog ima i veliki uticaj na kvaliteta jaja. S druge strane, na tržištu su zastupljeni hibridi veoma visokog genetskog potencijala ali mera u kojoj će se on ispoljiti najviše zavisi od vrste sistema proizvodnje i uslova na farmi (Anene i sar., 2020). Ovo se poklapa sa dobijenim rezultatima istraživanja da su tri najvažnije karakteristike kvaliteta sa stanovišta proizvođača: sistem proizvodnje, ishrana i vrsta hibrida koka nosilja.

Informacija o vrsti proizvodnje konzumnih jaja podjednako je značajana i za prodavce na malo iz ugla izmene zakonodavstva o dobrobiti životinja, a samim tim i promene potražnje za proizvodima iz zabranjenih kaveznih sistema. Nakon usvajanja EU propisa u vezi zabrane kaveza za uzgoj koka nosilja, pokrenute su međunarodne kampanje sa ciljem da informišu potrošače o lošim stranama takve proizvodnje, što je rezultiralo da veliki maloprodajni lanci počnu sa najavom ukidanja jaja iz kaveznog sistema iz svoje ponude (De Jonckheere i Nalon, 2018). Ovo potvrđuje i zvanično opredeljenje Delhaize grupacija kao jednog od najvećih maloprodajnih lanaca na srpskom tržištu koji ima uspostavljenju politiku u vezi dobrobiti životinja, na osnovu koje vrši izbor lokalnih proizvođača koji ispunjavaju definisane obaveze proizvodnje jaja bez kaveza (Ahold Delhaize, 2020).

Pored proizvodnog sistema, prodavci na malo izdvojili su veličinu pakovanja i udeo oštećenih jajakao značajne karakteristike kvaliteta. Statistički značajne razlike pronađene su između procena proizvođača i prodavaca za pet (od ukupno deset) karakteristika kvaliteta povezanih sa proizvodnjom jaja na farmi ( $p < 0,05$ ).

Od deset karakteristika kvaliteta koje se odnose na maloprodajne lance (Grafikon 1b), spoljašnja karakteristika ljuske (čistoća, boja, naprsnuća) bila je najvažnija iz ugla prodavaca na malo (8,10), a potom su sledili starost i klasa jaja. Od momenta proizvodnje pa do potrošnje (u domaćinstvu) javljaju se značajne promene u kvalitetu jaja koje u najvećoj meri zavise od načina rukovanja, uslova sredine i vremena čuvanja (Yimenu i sar., 2017). S obzirom da očuvanje kvaliteta jaja započinje na farmi i nastavlja se u maloprodajnim objektima, jasno je da ovaj podsistem ima značajnu ulogu u održavanju postignutih karakteristika (kroz skladištenje, rukovanje, čuvanje) do momenta upotrebe u domaćinstvu (K i G, 2015). Održavanje kvaliteta ljuske je veoma kompleksno, zavisi od mnogo faktora i ima značajan uticaj na preferencije potrošača (Zaheer, 2015). Pri stavljanju jaja u promet, ljuska mora biti čista, suva, ujednačene boje, bez vidljivih oštećenja (Pravilnik, 2019a). Uzimajući u obzir da su jaja veoma krhka, loš kvalitet ljuske doprinosi povećanju troškova usled naprsnuća i loma tokom transporta i mehaničkog rukovanja. Pored ekonomskih gubitaka, vizuelni izgled ljuske (koji se odnosi na čistoću, boju, strukturu) značajno utiče na odlučivanje pri kupovini, što su prodavci na malo (7,54) i potrošači (8,63) prepoznali kao veoma značajne faktore. Razvrstavanje jaja po težini podjednako je važna kategorija za prodavce (7,16) i potrošače (6,36) jer odražava kvalitet proizvodnje i takođe ima veliki ekonomski značaj. Udeo određene klase ukazuje na produktivnost samog procesa i direktno utiče (na dobit) na cenu jaja u maloprodaji. S druge strane, proizvođači jaja u Srbiji sve više ulažu u promociju i različite vidove oglašavanja vezano za specifičnosti proizvodnje, što je dovelo do toga da su potrošači izdvojili poreklo jaja kao značajnu karakteristiku kvaliteta (7,27) ( $p < 0,05$ ).

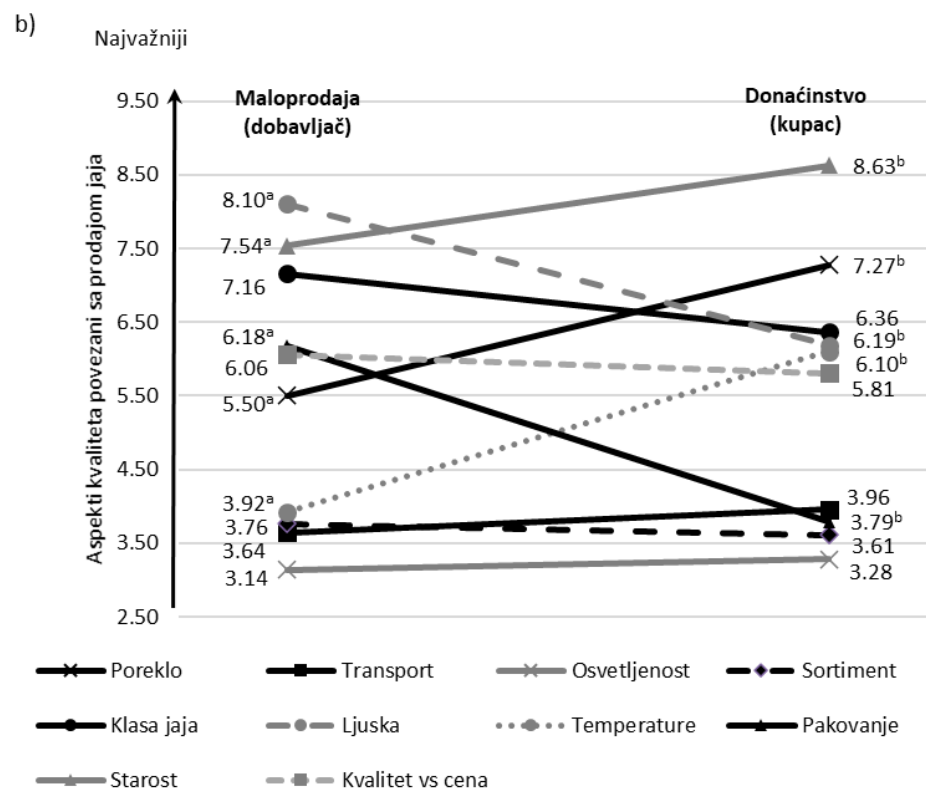
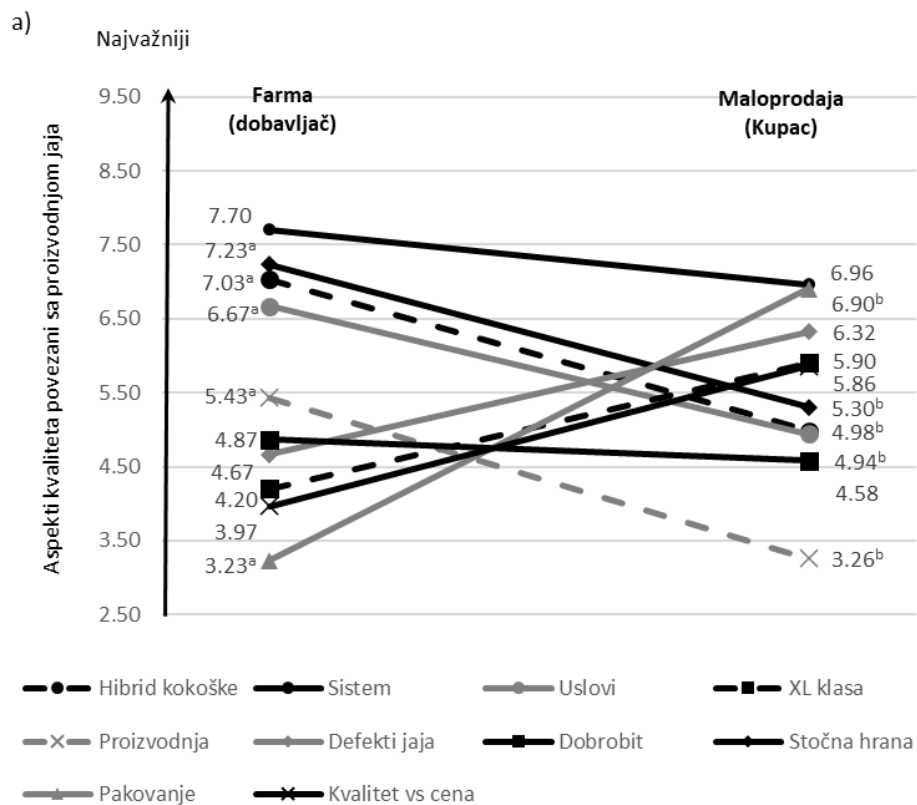
### **5.1.2. Planiranje kvaliteta uz uvažavanje zahteva potrošača u lancu snabdevanja jajima**

Podaci o rangu (relativni značaj težine i rangiranja RAW) za ceo lanac snabdevanja jajima prikazani su kroz HoQ matricu (Slika 5). Najvažnije karakteristike koje su potrošači očekivali prilikom kupovine jaja uglavnom su se odnosile na proizvodni proces na farmi i obuhvatale su rok trajanja (20,0%), vrstu proizvodnje (17,8%), veličinu i oblik jaja (15,6%).

Prvi posmatrani podsistem odnosio se na karakteristike kvaliteta koje potrošači očekuju pri upotrebi jaja u domaćinstvu. Kao najvažnije izdvojili su cenu u odnosu na kvalitet (15,0%) i veličinu i oblik jaja (12,9%). Veličina jaja predstavlja jednu od najvažnijih karakteristika kvaliteta, koja se izražava kroz masu i deli u četiri težinske grupe (Pravilnik, 2019a), a koje se razlikuju po ceni na tržištu. S druge strane oblik je takođe veoma važan, može varirati od elipsoidnog do okruglog i izražava odnos širine i dužine jajeta. Jaja optimalnog indeksa (72-76) su ovalnog oblika i pogodna su za transport i rukovanje zbog boljeg prijanjanja na kutije za pakovanje, što posledično smanjuje gubitke usled fizičkih oštećenja (Duman i sar, 2016).

Drugi podsistem proučavao je odnos između potrošača i prodavaca na malo. Rezultati pokazuju da su odnos cena-kvalitet (27,2%) i klasa jaja (23,3%) najvažnije karakteristike u ovom delu lanca snabdevanja. Ovo se nadovezuje na rezultate prvog podsistema i potvrđuju da je klasifikacija jaja po težini (odnosno veličini) od velikog ekonomskog značaja.

Posmatranje odnosa između potrošača i proizvođača pokazuje da se izbor hibrida koka nosilja (17,0%) i odnos cene naspram kvaliteta (16,7%) smatraju najvažnijim karakteristikama. Prvi važan uslov za profitabilnu intenzivnu proizvodnju konzumnih jaja jeste pravilan izbor hibrida koka nosilja. Proizvođači biraju hibrid na osnovu ekonomskog značaja i proizvodnih karakteristika koje najčešće uključuju nosivost, efikasnost konverzije hrane, veličinu koke nosilje i otpornost na uslove sredine.



**Grafikon 1.** Aspekti kvaliteta koji se odnose na lanac jaja; a) Interakcija između proizvođača i prodavaca na malo; b) Interakcija između prodavca na malo i domaćinstava. Napomena – različita slova pokazuju statistički značajnu razliku  $p < 0,05$ . Legenda: 10 – najvažnije; 1 – najmanje važno

Relativna težina [%]	Vажnost težine	Karakteristike kvaliteta	Domaćinstva										Maloprodaja										Farme											
			Veličina i oblik jaja	Čistoća ljuske	Boja ljuske jajeta	Izgled žumanca (boja, visina)	Izgled belanac (boja, visina)	Svežina jaja	Izgled ljuske (debljina, čvrstoća)	Miris	Ukus	Cena u odnosu na kvalitet	Informacije o poreklu	Uslovi transporta	Osvetljenost vitrina	Način izloženosti jaja	Klasa jaja	Spoljnije karakteristike ljuske	Temperatura čuvanja	Vrsta pakovanja	Starost jaja (rok upotrebe)	Cena u odnosu na kvalitet	Hibrid koka nosilja	Vrsta proizvodnog sistema	Ambijentalni uslovi na farmi	Učeske XL klase u proizvodnji	Količina proizvedenih jaja	Udeo oštećenih jaja	Dobrobit životinja	Vrsta hrane za životinje	Način i vrsta pakovanja jaja	Cena u odnosu na kvalitet		
8.9%	4	Boja ljuske jaja		●	●								○									●												
15.6%	7	Veličina i oblik jaja	●			○		○		●					●					●	●	○		●		○						●		
17.8%	8	Proizvodni sistem	●	●		○	○	●		○	●		○			○				●	●		●		●			●	●				●	
6.7%	3	Hibrid koke nosilje	●		●										●						●	●		○	○									
11.1%	5	Način ishrane koka nosilja	●		●	●	●						○			●				●		●		●	●				●				○	
13.3%	6	Izgled ljuske		●	●				○	●						●						○	○			○			●					
2.2%	1	Brend								●				●				●			○	○									●		○	
4.4%	2	Pakovanje	○							●		○			○			●		●				○		○					●		●	
20.0%	9	Rok upotrebe				●	●	●		●	●		○	○					●	○			○										○	
Važnost apsolutne težine			209	162	162	157	150	178	129	81	150	243	14	53	14	9	168	123	27	35	81	243	199	111	99	123	126	27	72	192	27	196		
Relativna važnost težine svakog od učesnika [%]			12.9%	10.0%	10.0%	9.7%	9.3%	11.0%	8.0%	5.0%	9.3%	15.0%	1.9%	7.4%	1.9%	1.3%	23.3%	17.1%	3.8%	4.9%	11.3%	27.2%	17.0%	9.5%	8.4%	10.5%	10.8%	2.3%	6.1%	16.4%	2.3%	16.7%		
Ocena			2	4	4	6	7	3	9	10	7	1	8	5	8	10	2	3	7	6	4	1	1	6	7	5	4	9	8	3	9	2		
Relativna apsolutna važnost težine [%]			5.9%	4.6%	4.6%	4.5%	4.3%	5.1%	3.7%	2.3%	4.3%	6.9%	0.4%	1.5%	0.4%	0.3%	4.8%	3.5%	0.8%	1.0%	2.3%	5.6%	5.7%	3.2%	2.8%	3.5%	3.6%	0.8%	2.0%	5.5%	0.8%	5.6%		
Ukupna ocena			2	9	9	11	12	7	14	20	12	1	28	23	28	30	8	16	25	24	20	4	3	18	19	16	15	25	22	6	25	4		

Slika 5. Kuće kvaliteta (HOQ) u lancu jaja; Legenda: ● 'snažna veza' = 9, ○ 'umerena' = 3, ◉ 'slaba veza' = 1 i prazno = 'nepostojeće' ili 'nula'



Pored navedenog, veoma važan uslov pri izboru hibrida jesu i preferencije potrošača u vezi karakteristika kvaliteta jaja na određenom području. Na evropskom tržištu uglavnom su zastupljeni laki linijski hibridi, posebno razvijeni za potrošače koji preferiraju obojenu (braon) ljusku jaja (Stadelman i Cotterill, 2013).

Relativni apsolutni značaj težine posmatran kroz ceo lanac snabdevanja pokazuje da su najvažnije karakteristike cena u odnosu na kvalitet (6,9%), oblik i veličina jaja (5,9%) i vrsta hibrida koka nosilja (5,7%).

### 5.1.3. Ispitivanje motiva za kupovinu jaja sa aspekta najbolje-najgore

U Tabeli 12. predstavljeno je koliko puta je neki atribut izabran kao najbolji ili najgori zajedno sa prosečnom ocenom za svaki atribut.

Ukupno četiri atributa: rok upotrebe, vrsta proizvodnje, veličina jaja i izgled ljuske bili su najvažniji za potrošače prilikom donošenja odluke o kupovini kokošijih jaja. Manje važne karakteristike bile su: brend, pakovanje, vrsta hibrida koka nosilja, boja ljuske jaja i ishrana koka nosilja.

Dobijeni rezultati su se poklopili sa očekivanjima potrošača u pogledu najvažnijih karakteristika kvaliteta iz HoQ matrice (Slika 5). Od momenta proizvodnje pa do potrošnje u domaćinstvu javljaju se značajne promene u kvalitetu jaja koje u najvećoj meri zavise od načina rukovanja, uslova i vremena čuvanja (Yimenu i sar., 2017). Iako se jaja smatraju hranom koja se lako i dugo čuva (Vincent Guyonnet, 2012), rok trajanja se razlikuje od države do države. Propisi EU, sa kojima je usaglašen i naš Pravilnik, definišu rok trajanja svežih jaja najviše 28 dana od dana nošenja (Pravilnik, 2019a). Poznato je da vreme skladištenja direktno utiče na smanjenje hranljivih svojstava i svežine, što potrošači prepoznaju kao nedostatak kvaliteta (Coronel-Reyes i sar., 2018) i veoma važnu informaciju pri kupovini jaja. Sa druge strane, proizvođačima je veoma teško da ulažu sredstva u promociju brenda (s obzirom da prodaju neprerađeni, sirov proizvod) (Hansstein, 2011) zbog čega je brend potrošačima najmanje važan faktor prilikom kupovine jaja.

**Tabela 12.** Subjektivni prioriteti pri kupovini jaja: Izveštaj o najboljem i najgorem rangiranju (brojanje učestalosti i standardizovana prosečna ocena uzimajući u obzir ceo uzorak).

Karakteristike kvaliteta	Broj najboljih	Broj najgorih	Prosečna ocena
Boja ljuske	422	590	-0,056
Veličina jaja	1033	479	0,185
Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	1194	264	0,310
Vrsta hibrida koka nosilja	229	1069	-0,280
Ishrana koka nosilja	640	791	-0,050
Izgled ljuske	855	533	0,107
Brend	232	1166	-0,467
Pakovanje	189	1019	-0,415
Rok upotrebe	1206	89	0,559

### 5.1.4. Stavovi potrošača prema konzumnim jajima

Potrošači u Srbiji su se uglavnom saglasili sa izjavama da su jaja laka i brza za pripremu obroka (4,33), da se lako kombinuju sa drugim namirnicama (4,30), da su veoma hranljiva (4,18) i predstavljaju nerazdvojni deo zdrave ishrane (4,02). Zbog svojih multifunkcionalnih svojstava, kokošija jaja su jedna od najvrednijih namirnica (Lesnierowski i sar., 2018), izvor su visokokvalitetnih proteina, masti, vitamina i minerala što potrošači prepoznaju kao značajnu korist za svoje zdravlje (Patricia Y. Hester, 2017).

**Tabela 13.** Opis dva klastera u odnosu na pol, godine i nivo obrazovanja (n = 1.000)

Demografski podaci		Klaster 1 (551)	Klaster 2 (449)	Ukupno (100%)
Pol	Ženski	412 (63,0%)	243 (37,0%)	655
potrošača	Muški	139 (40,3%)	206 (59,7%)	345
Godine	≤ 34 godine	82 (18,7%)	357 (81,3%)	439
potrošača	35- 49 godina	284 (80,3%)	70 (19,7%)	354
	≥ 50 godina	185 (89,4%)	22 (10,6%)	207
Nivo	Osnovno i srednje	206 (75,2%)	68 (24,8%)	274
obrazovanja	Student	2 (1,4%)	140 (98,6%)	142
	Fakultet	301 (69,7%)	131 (30,3%)	432
	Postdiplomske studije	42 (27,6%)	110 (72,4%)	152
Mesto	Supermarket	158 (45,8%)	187 (54,2%)	345
kupovine	Zelena pijaca	142 (66,0%)	73 (34,0%)	215
	Manja prodavnica	139 (66,5%)	70 (33,5%)	209
	Direktno od proizvođača jaja	70 (49,3%)	72 (50,7%)	142
	Ostalo	42 (47,2%)	47 (52,8%)	89
Učestalost	Najmanje dva puta nedeljno	51 (36,4%)	89 (63,6%)	140
kupovine	Jednom nedeljno	289 (60,8%)	186 (39,2%)	475
	Jednom u dve nedelje	140 (56,9%)	106 (43,1%)	246
	Jednom mesečno i ređe	34 (50,7%)	33 (49,3%)	67
	Jednom mesečno	38 (52,8%)	34 (47,2%)	72
<b>Izjave o kvalitetu konzumnih jaja</b>		<b>Srednja vrednost ± standardna devijacija</b>		
Konzumiranje jednog ili dva jaja dnevno deo je zdrave ishrane		3,30±0,86 <sup>a</sup>	3,66±1,06 <sup>b</sup>	3,48±0,98
Konzumiranje više od dva jaja nedeljno loše utiče na zdravlje		2,35±0,89	2,14±0,98	2,24±0,94
Jedem manje jaja nego pre nekoliko godina		3,09±1,09 <sup>a</sup>	2,33±1,14 <sup>b</sup>	2,71±1,18
Jedem manje jaja zbog zabrinutosti za nivo holesterola		2,55±1,04	2,18±0,99	2,36±1,03
Svakodnevno konzumiranje jaja dovodi me u veći rizik od srčanih bolesti		2,83±0,97 <sup>a</sup>	2,41±0,94 <sup>b</sup>	2,62±0,98
Zadovoljan sam bezbednošću konzumnih jaja u prodaji		3,25±0,89 <sup>a</sup>	3,47±0,96 <sup>b</sup>	3,36±0,93
Generalno, jaja su bezbedna za ljudsku ishranu		3,56±0,81	3,57±1,08	3,56±0,96
Sumnjam u bezbednost jaja zbog incidenata u vezi sa salmonelom		2,91±0,88	2,63±0,98	2,77±0,95
Nepravilno rukovanje jajima u domaćinstvu je glavni uzrok salmoneloze		3,21±0,93	3,33±1,09	3,27±1,02
Konzumiranje jaja ne povećava rizik od srčanih bolesti		2,95±0,81 <sup>a</sup>	3,25±0,92 <sup>b</sup>	3,10±0,88
Kada jedem jaja, izložen sam malom zdravstvenom riziku		2,80±0,83 <sup>a</sup>	2,94±0,92 <sup>b</sup>	2,87±0,88
Jaja ne utiču na nivo mog holesterola		2,91±0,89	2,88±1,05	2,90±0,98
Smeđa/braon jaja su hranljivija od belih		2,83±0,71	2,84±0,84	2,83±0,77
Kvalitet jaja utiče na zdravlje i ishranu ljudi		3,62±0,76	4,26±0,78	3,94±0,84
Jaja sa tamnijim žumancem imaju veću hranljivu vrednost		3,01±0,64	3,17±0,86	3,09±0,76
Jaja tamnije boje žumanca imaju bolji ukus		3,00±0,72	3,64±1,11	3,32±0,99
Jaja su bogata vitaminima i mineralima		3,42±0,78 <sup>a</sup>	4,04±0,75 <sup>b</sup>	3,73±0,83
Jaja su dobar izvor visokokvalitetnih proteina		3,71±0,64	4,28±0,64	3,99±0,70
Jaja su deo zdrave ishrane		3,73±0,67	4,30±0,59	4,02±0,69
Jaja su dobar izvor vitamina D		3,30±0,74 <sup>a</sup>	4,00±0,80 <sup>b</sup>	3,65±0,85
Jaja se lako i brzo pripremaju		3,95±0,65 <sup>a</sup>	4,71±0,49 <sup>b</sup>	4,33±0,69
Jaja su veoma hranljiva		3,78±0,66 <sup>a</sup>	4,58±0,57 <sup>b</sup>	4,18±0,74
Jaja su jeftina za upotrebu		3,62±0,84 <sup>a</sup>	3,95±1,11 <sup>b</sup>	3,78±0,99
Jaja se mogu kombinovati sa drugom hranom (različite upotrebe)		3,94±0,79 <sup>a</sup>	4,65±0,56 <sup>b</sup>	4,30±0,77
Jaja iz slobodnog uzgoja i/ili organska jaja imaju braon ljusku		3,01±0,74 <sup>a</sup>	3,05±0,99 <sup>b</sup>	3,03±0,87
Jaja iz slobodnog uzgoja su zdravija od jaja iz kaveznih sistema		3,63±0,79	4,19±0,98	3,91±0,93
Veća je verovatnoća da će organska jaja ili jaja iz slobodnog uzgoja biti kontaminirana salmonelom		2,89±0,80 <sup>a</sup>	2,65±0,98 <sup>b</sup>	2,77±0,90
Organska jaja ili jaja iz slobodnog uzgoja imaju veću hranljivu vrednost od jaja iz kaveznih sistema		3,30±0,78 <sup>a</sup>	3,64±1,07 <sup>b</sup>	3,47±0,95
Jaja iz slobodnog uzgoja imaju bolji ukus		3,46±0,82	4,24±0,99	3,85±0,99
Ne zanima me način na koji se uzgajaju koke nosilje na farmi		2,57±0,97	2,39±1,04	2,48±1,01
Ne zanima me ishrana koka nosilja na farmi		2,53±0,96 <sup>a</sup>	2,31±1,03 <sup>b</sup>	2,42±1,00
Više volim da kupujem jaja iz slobodnog uzgoja zbog kvaliteta koji garantuje sertifikacija samog procesa proizvodnje		3,40±0,83 <sup>a</sup>	3,84±0,91 <sup>b</sup>	3,62±0,89

Vrednosti u istom redu označene malim slovima (a, b) značajno se razlikuju ( $p < 0,05$ ).

Na osnovu pola, godina i obrazovanja kao kategoričkih varijabli, dobijeni rezultati o stavovima potrošača prema konzumnim jajima (1.000 ispitanika) podeljeni su u dva klastera (Tabela 13). Obrazovanje potrošača predstavljalo je kategoriju koja je najviše razdvojila klastera. Analiza demografskih karakteristika ova dva klastera pokazuje da u Klasteru 1 preovlađuju žene i stariji potrošači (preko 35 godina) za razliku od muških i mladih potrošača koji čine većinu u Klasteru 2.

Takođe, zanimljivo je naglasiti da studenti i potrošači sa fakultetskom diplomom preovlađuju u Klasteru 2. Obrasci kupovine pokazuje da ispitanici iz prvog klastera kupuju jaja na pijacama i od malih trgovaca (uglavnom jednom nedeljno) za razliku od potrošača iz Klastera 2 koji imaju naviku da kupuju jaja u supermarketima najmanje dva puta nedeljno.







Za 23 izjave o kvalitetu jaja, ispitanici iz drugog klastera dali su više ocene od ispitanika iz prvog klastera. Pretpostavka je da bi ovo bodovanje moglo da identifikuje ispitanike iz drugog klastera kao dobro informisane potrošače koji prate trendove u proizvodnji konzumnih jaja. Oba klastera su pokazala statistički značajne razlike za 15 od ukupno 32 izjave o kvalitetu konzumnih jaja ( $p < 0,05$ ). Za prodavce na malo i proizvođače jaja, ovo je značajna niša u kojoj mogu da vide razlike između stavova potrošača prema zdravstvenim zabrinutostima, održivosti životne sredine i karakteristikama kvaliteta, što dalje stvara prilike za poboljšanje komunikacije između zainteresovanih strana duž lanca snabdevanja.

### 5.1.5. Instrumentalna analiza spoljašnjih i unutrašnjih karakteristika kvaliteta jaja

#### 5.1.5.1. Određivanje boje ljuske, žumanca i belanca

Rezultati ispitivanja karakterizacije boje u odnosu na svežinu jaja (izraženu Hogovim jedinicama) predstavljeni su u Tabeli 14. Prosečne vrednosti za utvrđivene razlike u boji žumanca i belanca između identifikovanih grupa kvaliteta bile su u opsezima koji nisu statistički značajni ( $p > 0,05$ ), ali čije razlike u nijansi ( $\Delta E$ ) potrošač može da uoči.





**Tabela 14.** Karakterizacija boje: žumanca i belanca u odnosu na grupe kvaliteta određene po svežini jaja (Hogove jedinice (HJ))

CVS (n=7)	Boja žumanca			Boja belanca		
	C (HJ=20-40) (n=36)	B (HJ =40-60) (n=33)	A (HJ =60-80) (n=31)	C (HJ=20-40) (n=36)	B (HJ =40-60) (n=33)	A (HJ =60-80) (n=31)
<b>L*</b>	69,73 ± 2,30	70,23 ± 0,22	71,10 ± 0,20	91,62 ± 0,19	91,03 ± 0,10	91,27 ± 0,11
<b>a*</b>	49,63 ± 0,22	47,08 ± 0,17	46,44 ± 0,48	-0,33 ± 0,13	-0,35 ± 0,09	-0,35 ± 0,14
<b>b*</b>	78,38 ± 0,53	78,60 ± 0,65	77,72 ± 0,51	8,22 ± 0,20	9,97 ± 0,30	10,25 ± 0,29
<b>Boja</b>						
<b>P</b>	P > 0,05			P > 0,05		

Parametar	Boja žumanca		Boja belanca	
	C-A poređenje	B-A poređenje	C-A poređenje	B-A poređenje
<b><math>\Delta E</math></b>	5,06 ± 0,39	1,03 ± 0,67	2,06 ± 0,12	0,37 ± 0,05
<b>Ocena</b>	Veoma uočljiva razlika	Uočljiva razlika	Uočljiva razlika	Nije uočljiva razlika

Slično je i sa rezultatima ispitivanja boje ljuske u odnosu na različite klase jaja (S, M, L, XL) koji su prikazani u Tabeli 15.

**Tabela 15.** Karakterizacija boje ljuske jaja u odnosu na klase jaja (S, M, L, XL)

CVS (n=7)	Boja ljuske jaja			
	S (n=25)	M (n=25)	L (n=25)	XL (n=25)
<b>L*</b>	59,69 ± 1,39	60,90 ± 2,21	60,29 ± 1,99	62,11 ± 2,01
<b>a*</b>	33,54 ± 0,29	32,45 ± 0,33	33,03 ± 0,20	32,74 ± 0,58
<b>b*</b>	37,17 ± 0,44	35,93 ± 0,66	36,91 ± 0,60	36,66 ± 0,97
<b>Boja</b>				
<b>P</b>	P > 0,05			

Parametar	Boja ljuske jaja			
<b>ΔE</b>	S-M poređenje	M-L poređenje	L-XL poređenje	S-XL poređenje
		4,17 ± 2,04	1,67 ± 1,29	3,47 ± 1,86
<b>Oцена</b>	Veoma uočljiva razlika	Uočljiva razlika	Veoma uočljiva razlika	Veoma uočljiva razlika

### 5.1.5.2. Određivanje mehaničkih karakteristika ljuske

Sva merenja kvaliteta ljuske varirala su u odnosu na težinu jaja. Debljina ljuske se povećavala sa težinom jaja od S do L klase, dok vrednost za XL klasu nije pratila taj obrazac (Tabela 16). Rezultati za deformaciju ljuske do tačke lomljenja razlikovala su se samo za jaja S klase, dok su za M, L, XL klasu bili relativno konstantni.

**Tabela 16.** Karakterizacija kvaliteta ljuske jaja u odnosu na klase jaja (S, M, L, XL)

Klase jaja (n=100)	Debljina ljuske (mm)	Maksimalno opterećenje (N)	Deformacija ljuske (mm)	Krajnje opterećenje (N)
S	0,47 ± 0,11	49,32 ± 11,87	0,37 ± 0,12	13,63 ± 5,00
M	0,53 ± 0,07	51,00 ± 8,45	0,30 ± 0,06	13,24 ± 4,61
L	0,57 ± 0,12	44,63 ± 15,87	0,34 ± 0,14	14,30 ± 5,75
XL	0,55 ± 0,11	46,05 ± 9,17	0,32 ± 0,12	11,54 ± 4,05
<b>p</b>	P > 0,05			

### 5.1.5.3. Određivanje geometrijskih karakteristika jaja

Poređenje dobijenih vrednosti za masu jaja u odnosu na visinu belanca i vrednost HJ poklapa se sa istraživanjima drugih autora (Kralik i sar., 2017). Visina gustog belanca i vrednost HJ bile su u negativnoj korelaciji sa težinom jaja, što se može videti u Tabeli 17.

### 5.1.5.4. Određivanje ukupnog indeksa kvaliteta (TQI)

Imajući u vidu podatak da što su veće vrednosti za HJ, to je bolji kvalitet, izvršeno je poređenje dve klase jaja (HJ = 20-40; HJ = 40-60) sa jajima koja imaju HJ iznad 60 koristeći indeks ukupnog kvaliteta gde je pravilo „što je niži ukupni rezultat, bolji je ukupan kvalitet“. Uvođenje dva dodatna parametra – ΔE žumanca i ΔE belanca u formulu pokazuje da je TQI za grupu HJ = 20-40 postigao najgore rezultate (1,732), sledio je potom TQI jaja sa HJ = 40-60 (0,469). Kao što se očekivalo, najbolji rezultat TQI bio je za jaja najveće vrednosti HJ (TQI = 0,111).

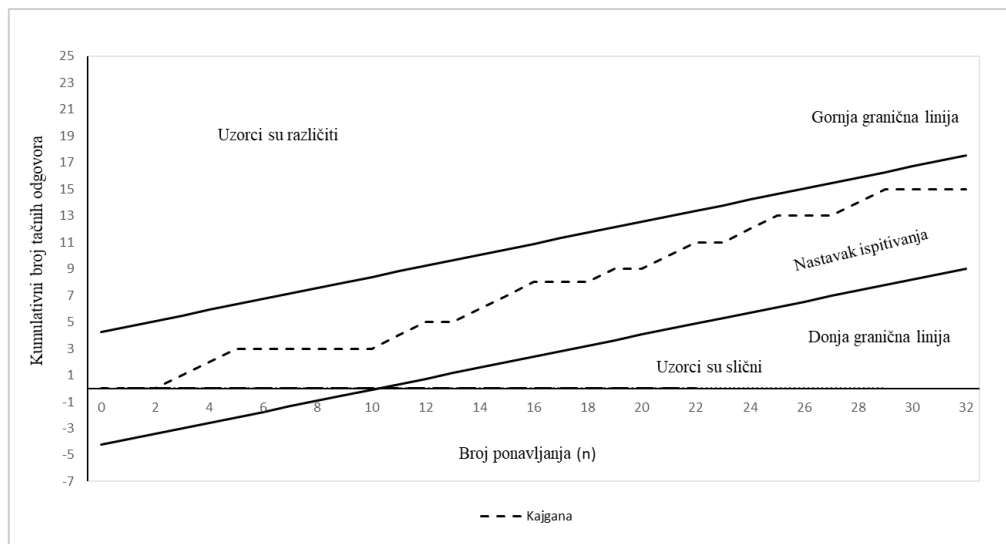
**Tabela 17.** Karakterizacija oblika i osnovnih parametara kvaliteta jaja u odnosu na grupe kvaliteta određene po svežini (HJ)

<b>Grupe kvaliteta (n=100)</b>	<b>Masa jaja (g)</b>	<b>Visina belanca (mm)</b>	<b>Žumance u razlivenoj površini (%)</b>	<b>L (mm)</b>	<b>B (mm)</b>	<b>SI (%)</b>	<b>D<sub>g</sub> (mm)</b>	<b>Φ (%)</b>	<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>V (mm<sup>3</sup>)</b>
I HJ=20-40	67,74 ± 6,29	2,48 ± 0,40	22,53 ± 6,10	61,34 ± 4,32	47,82 ± 1,91	78,21 ± 4,51	51,94 ± 2,32	84,86 ± 3,26	8532,95 ± 731,79	73166,38 ± 8839,63
II HJ=40-60	47,0 ± 3,24	2,50 ± 0,33	22,59 ± 2,06	53,81 ± 1,97	42,81 ± 1,23	79,67 ± 4,01	46,19 ± 1,01	85,92 ± 2,85	6790,16 ± 283,92	52168,64 ± 3214,19
III HJ=60-80	62,06 ± 8,31	4,70 ± 0,61	23,26 ± 5,11	57,76 ± 3,41	46,33 ± 2,75	80,27 ± 3,66	49,85 ± 2,77	86,35 ± 2,62	7874,03 ± 827,54	65171,91 ± 1024,83
p						P > 0,05				

## 5.1.6. Senzorna ocena jaja

### 5.1.6.1. Senzorna ocena prženih jaja – kajgane

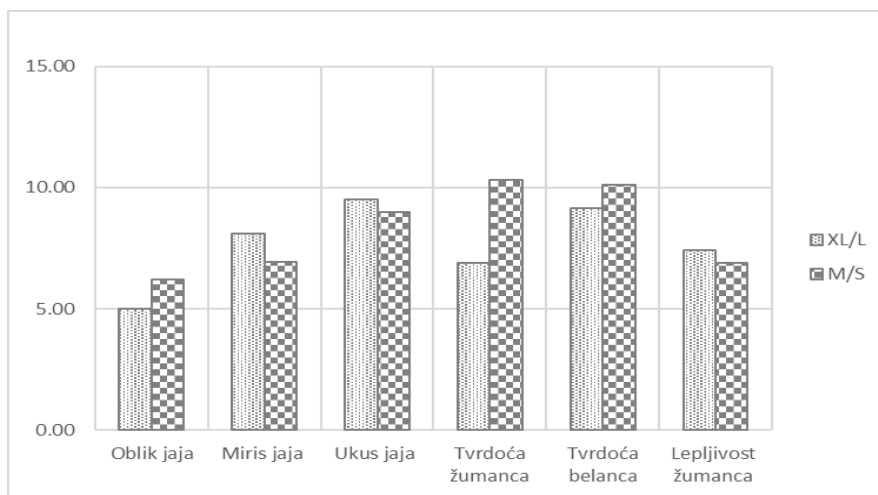
Test trougla nije otkrio značajne senzorne razlike u mirisu i ukusu koje bi se mogle uočiti između jaja sa HJ vrednošću do 70 i onih sa HJ vrednošću preko 70 (Grafikon 2). Vrednost HJ smatra se standardnom merom unutrašnjeg kvaliteta i ukazuje na oksidacione procese tokom skladištenja jaja, koji dalje utiču na senzorne karakteristike (Hisasaga, 2020). Bez obzira na navedeno, panelisti nisu pronašli razlike ( $p > 0,05$ ) u senzornim svojstvima kajgane napravljene od jaja različite svežine.



**Grafikon 2.** Test trougla - Razlike između prženih jaja podeljenih po Hogovim jedinicama

### 5.1.6.2. Senzorna ocena tvrdo kuvanih jaja

Poređenje deskriptivnih senzornih karakteristika kuvanih jaja različitih klasa (XL-L/S-M) prikazano je na Grafikonu 3. Prosečna ocena za intenzitet mirisa i ukusa jaja iz I grupe (XL-L) imala je tendenciju da bude veća (tj. bolja) u poređenju sa jajima iz II grupe. Međutim, jaja iz druge grupe dobila su bolju ocenu za vizuelni izgled poprečnog preseka, tvrdoću belanca i žumanca. Takođe, lepljivost žumanca za nepce bila je manja kod jaja iz II grupe (S-M). Rezultati su pokazali da nema statističkih značajnih razlika ( $p > 0,05$ ) između upoređenih senzornih karakteristika u pogledu izgleda poprečnog preseka, mirisa, ukusa, tvrdoće belanca, tvrdoće i lepljivosti žumanca u okviru izabranih grupa jaja.



**Grafikon 3.** Opisne karakteristike između kuvanih jaja različitih klasa kvaliteta

### 5.1.7. Implikacije u praksi lanca snabdevanja jajima

Iako je mnogo pažnje posvećeno različitim aspektima kvaliteta konzumnih jaja, dosadašnja istraživanja nisu integrirala ceo lanac snabdevanja, tako da ovo istraživanje može biti koristan uvid za kreatore prehrambene politike i sve zainteresovane strane. Primenjeni dvosmerni model (odozdo prema gore i odozgo nadole) pruža vredan uvid svim učesnicima u lancu, identifikujući prilike za poboljšanje kvaliteta. Takođe, analizom dosadašnje prakse u lancu jaja, identifikovane su ključne karakteristike kvaliteta za svakog od učesnika (proizvođača, prodavca na malo, potrošača). Rezultati potvrđuju promenu u percepciji kvaliteta duž celog lanca i mogu biti korisni za menadžere, veterinare i prehrambene tehnologe koji su zainteresovani da promene svoje stavove o kvalitetu konzumnih jaja iz perspektive kupaca u perspektivu šireg lanca vrednosti. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju mogu biti korisni za zainteresovane strane u lancu snabdevanja jajima, promovišući poboljšanje lanca vrednosti kroz razvoj kvaliteta. Takođe, ovo istraživanje može poslužiti kao vodič u lancu snabdevanja jajima za povećanje konkurentne prednosti. Razmatrajući ulogu kvaliteta u lancu snabdevanja jajima, menadžeri i kreatori politike mogu identifikovati potencijale za poboljšanje kvaliteta proizvoda i usluga u ovom lancu vrednosti u smislu postizanja zadovoljstva kupaca i drugih zainteresovanih strana. Konačno, rezultati takođe mogu biti od interesa za konsultante za kvalitet hrane i menadžere, odnosno vlasnike malih prehrambenih sistema u lancu vrednosti jaja koji su zainteresovani da promene svoje stavove o kvalitetu iz perspektive kupaca u širu perspektivu zainteresovanih strana.

## 5.2. Pojava, izloženost i karakterizacija rizika u vezi sa jajima i proizvodima na bazi jaja

### 5.4.1. Potrošnja jaja i proizvoda na bazi jaja

Demografski profil učesnika u sprovedenom ispitivanju potrošnje prikazan je u Tabeli 18. Svi ispitanici potvrdili su potrošnju jaja i proizvoda na bazi jaja u poslednjih sedam dana, dok za dnevni opoziv 41 ispitanik nije potvrdio konzumiranje jaja i proizvoda na bazi jaja.

**Tabela 18.** Demografski profil populacije uzorka (n=1.000)

Demografski faktor	Podgrupa	Ukupno
Pol	Muškarci	345 (34,5%)
	Žene	655 (65,5%)
Godine	Manje od 34 godina	439 (43,9%)
	35 do 49 godina	354 (35,4%)
	Preko 50 godina	207 (20,7%)
Težina	Ispod 70 kg	520 (52,0%)
	Preko 70 kg	480 (48,0%)
BMI	$14,5 \leq \text{BMI} \leq 24,9$	662 (66,1%)
	$\text{BMI} \geq 24,9$	338 (33,8%)
	Prosečna telesna težina [kg]	$73,36 \pm 14,59$
	Prosečan unos jaja i proizvoda na bazi jaja -1-dnevni opoziv [kg]	$0,147 \pm 0,115$
	Prosečan unos jaja i proizvoda na bazi jaja -7-dnevni opoziv [kg]	$0,790 \pm 0,577$

n - broj ispitanika; (%) je procenat u podgrupi za svaki demografski faktor

Rezultati pokazuju da je anketu popunilo više žena (65,5%) nego muškaraca (34,5%). Preko 40% ispitanika bilo je mlađe od 34 godina, zatim slede ispitanici između 35 i 49 godina (35%) i oni stariji od 50 godina (20%). Prosečna težina ispitanika bila je 73,36 kg, što je u skladu sa preporukom EFSA-e da je prosečna težina odraslog evropskog građanina oko 70 kg (EFSA, 2012a). Trećina isptane populacije imala je prekomernu težinu sa indeksom telesne mase (BMI) iznad 24,9 što se

poklapa sa dobijenim rezultatima studije o potrošnji mlečnih proizvoda u Srbiji tokom 2020. godine (Djekić i sar., 2020). Prosečni dnevni unos jaja i proizvoda na bazi jaja bio je 0,147 kg, dok je na nedeljnom nivou iznosio 0,790kg.

Istraživanje potrošnje pokazalo je da stanovništvo Srbije najčešće konzumira sveža jaja (60,5%). Jaja se najviše konzumiraju za doručak (69,8%), pripremljena kao pržena jaja (36,3%), omlet (19,7%) i kuvana jaja (15,2%). S obzirom na to da su ove tri kulinarske metode pripreme preovladavale, analiziran je odnos između obrazaca njihove potrošnje i demografskih karakteristika (Tabela 19). Uočena je statistički značajna razlika između BMI i starosti ispitanika u odnosu na njihove obrasce potrošnje ( $p < 0,05$ ). Populacija mlađa od 34 godine (52,85%) i ona od 34 do 49 godina (53,38%) konzumirala je pržena jaja i omlet za doručak nekoliko puta nedeljno. Ispitanici stariji od 50 godina konzumirali su samo pržena jaja nekoliko puta mesečno. Ispitanici sa BMI  $\leq 24,9$  i težine do 70 kg konzumiraju pržena jaja (32,11%) nekoliko puta mesečno, dok oni sa BMI  $\geq 24,9$  i težine preko 70 kg konzumiraju pržena jaja (40,84%) nekoliko puta nedeljno. Žene češće konzumiraju pržena jaja (58,92%), dok muškarci češće pripremaju omlet (65,79%).

**Tabela 19.** Obrazac potrošnje svežih kokošnjih jaja u Srbiji (n=1.000)

Profil	Dnevno	Nekoliko puta nedeljno	Nekoliko puta mesečno	Retko	Ukupno
Pol					
Muškarci	31 (8,98%)	182 (52,75%)	108 (31,30%)	24 (6,97%)	345 (100%)
Žene	51 (7,78%)	325 (49,62%)	243 (37,10%)	36 (5,55%)	655 (100%)
$X^2 = 3,8$ ; $P > 0,05$					
Godine					
$\leq 34$ godina	51 (11,62%)	232 (52,85%)	128 (29,15%)	28 (6,38%)	439 (100%)
35–49 godina	56 (15,82%)	189 (53,38%)	104 (29,38%)	5 (1,41%)	354 (100%)
$\geq 50$ godina	9 (4,35%)	86 (41,55%)	97 (46,86%)	15 (7,24%)	207 (100%)
$X^2 = 47,93$ ; $p < 0,05$					
Težina					
Ispod 70 kg	41 (7,88%)	269 (51,73%)	180 (34,61%)	30 (5,77%)	520 (100%)
Iznad 70 kg	41 (8,54%)	251 (52,29%)	135 (28,12%)	30 (6,25%)	480 (100%)
$X^2 = 3,00$ ; $P > 0,05$					
BMI					
BMI $\leq 24,9$	55 (8,31%)	336 (50,76%)	231 (34,89%)	40 (6,04%)	662 (100%)
BMI $\geq 24,9$	27 (7,99%)	171 (50,59%)	137 (40,53%)	3 (0,88%)	338 (100%)
$X^2 = 15,79$ ; $P < 0,05$					

n - predstavlja broj ispitanika; (%) predstavlja njihov udeo u uzorku

#### 5.4.2. Toksični elementi u jajima

Tokom 2018–2020, u jajima je otkriven nizak nivo toksičnih elemenata (As, Cd, Pb, Hg). Dobijene vrednosti su bile u granicama bezbednosti utvrđenim važećim propisima u Srbiji (Pravilnik, 2019b). Rezultati analize toksičnih elemenata u jajima prikazani su u Tabeli 20.

**Tabela 20.** Koncentracija toksičnih elemenata u jajima (2018 – 2020)

Parametar	Arsen [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	Kadmijum [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	Olovo [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	Živa [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]
Prosek	$2,78 \pm 1,09$	$0,92 \pm 0,39$	$2,51 \pm 1,68$	$0,84 \pm 0,22$
Dozvoljena vrednost*	100	300	1.000	100
PTDI [ $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{d}$ ]	2,143**	0,357	3,57**	0,571

PTDI - privremeni podnošljivi dnevni unos; \* vrednosti dobijene prema važećim propisima

\*\* pretpostavljene (poslednje povučene) vrednosti



Rezultati su pokazali niži sadržaj As u poređenju sa podacima iz Italije - 0,007 mg/kg (Esposito i sar., 2016), iz Bangladeša - 0,3 mg/kg (Shaheen i sar., 2016) i Irana - 0,029 mg/kg, 0,056 mg/kg (Hasemi i sar., 2018). U periodu od 2000. do 2017. godine, koncentracija As u jajima na teritoriji Beograda bila je ispod granice detekcije (Mitrović i sar., 2019). Koncentracija Cd bila je nešto niža od one uočene u domaćim jajima (0,30 mg/kg) i jajima sa lokalnih farmi (0,82 mg/kg) iz Bosne i Hercegovine (Vehab i sar., 2019). Međutim, za razliku od trenutnih rezultata, koncentracija Cd u jajima iznad granice detekcije nije otkrivena u Španiji (Rubio i sar., 2018). Vrednost za Pb u jajima bila je mnogo niža od prijavljenih na farmama slobodnog uzgoja u Italiji - 0,03 mg/kg (Esposito i sar., 2016), u Španiji - 0,025 mg/kg (Rubio i sar., 2018) i iz različiti regiona u susednoj Bosni i Hercegovini - 3,43 mg/kg (Vehab i sar., 2019). Slično tome, koncentracija Hg u jajima u ovom istraživanju bila je značajno niža od prijavljene u Iranu (0,01 mg/kg) (Hashemi i sar., 2018). Autori iz Italije prijavili su vrednosti za Hg u jajima ispod granice detekcije (Esposito i sar., 2016).

### 5.4.3. Kokcidiostatici u jajima

U periodu od 2018. do 2020. godine, ukupno 56 (19%) uzoraka jaja bilo je neusaglašeno sa važećim propisima (Pravilnik, 2011) o prisustvu kokcidiostatika (Tabela 21). Pojedinačno, najčešće je detektovan MAD (14,2%), zatim LAS (6,27%), SAL (3,53%), ROBN (1,96%) i DNC (1,17%). Osam uzoraka jaja bilo je kontaminirano sa dve supstance (najčešće MAD i SAL, zatim; MAD i ROBN; MAD i DNC; LAS i DNC).

Regulatorni zahtevi u pogledu praćenja kokcidiostatika u EU i Srbiji nisu usaglašeni. Uredba Komisije EU (124/2009) definiše maksimalne vrednosti (MRL) za sledeće kokcidiostatike u jajima: NAR, SAL, MON i ROB, dok su vrednosti za LAS, MAD, DNC i DICL definisane Uredbom Komisije EU (610/2012). Vrednosti za TOL u jajima nisu propisane Uredbom, jer je njegova upotreba zabranjena za živinu koja će se koristiti za ishranu ljudi (Roila i sar., 2019). U Srbiji hrana životinjskog porekla ne sme da sadrži veterinarske lekove u količinama koje se mogu dokazati priznatim metodama (Pravilnik, 2011).

**Tabela 21.** Rezultati određivanja kokcidiostatika u jajima u Srbiji (2018-2020)

Analit	LOD (mg kg <sup>-1</sup> )	LOQ (mg kg <sup>-1</sup> )	Ispitivani uzorci (pozitivni)	Učestalost (%)	Min-Max (mg kg <sup>-1</sup> )	Propisi Srbija (mg kg <sup>-1</sup> )	Propisi EU (mg kg <sup>-1</sup> )	ADI EFSA (mg kg <sup>-1</sup> bw)
DICL	0,002	0,003	255 (0)	-	< LOD	Odsustvo	0,002	0,029
ROBN	0,0005	0,0015	255 (5)	1,96	0,013-0,017	Odsustvo	0,025	0,0375
NAR	0,001	0,002	255 (0)	-	< LOD	Odsustvo	0,002	0,005
DNC	0,001	0,002	255 (3)	1,17	0,007-0,041	Odsustvo	0,005	0,77
MON	0,0005	0,002	255 (0)	-	< LOD	Odsustvo	0,002	0,003
SAL	0,0005	0,002	255 (9)	3,53	0,002-10	Odsustvo	0,003	0,005
MAD	0,0005	0,002	255 (36)	14,12	0,002-17,50	Odsustvo	0,012	0,001
LAS	0,002	0,005	255 (16)	6,27	0,006-0,083	Odsustvo	0,150	0,005
TOL	0,005	0,01	255 (0)	-	< LOD	Odsustvo	Zabranjen	NP

LOD – granica detekcije; LOQ – granica kvantifikacije; ADI-prihvatljiv dnevni unos.; NP-nije primenljivo

Istraživanja sprovedena poslednjih godina ukazuju na varijabilnost podataka u vezi sa ostacima kokcidiostatika u proizvodima životinjskog porekla, posebno u jajima (Roila i sar., 2019). Najnoviji izveštaj EFSA-e o praćenju veterinarskih lekova u proizvodima životinjskog porekla analizira podatke za 2018. godinu i navodi da je 33 uzoraka jaja (0,65%) bilo neusaglašeno na ostatke

kokcidiostatika od ukupno 5.098 analiziranih uzoraka u 28 zemalja članica EU. Najčešći neusaglašeni kokcidiostatik bio je LAS, prijavljen u Nemačkoj, Poljskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i Malti (EFSA, 2020). S obzirom na razlike u regulatornim zahtevima, obimu kontrole i načinu odgajanja koka nosilja unutar EU i zemalja koje nisu članice, teško je uporediti dobijene rezultate za kokcidiostatike iz ovog istraživanja sa rezultatima dostupnim u literaturi. Međutim, na osnovu analitičkih podataka o nivou analiziranih kokcidiostatika u jajima, izračunat je njihov doprinos ADI i vrednosti su upoređene sa rezultatima drugih studija. Dobijeni rezultati pokazuju da među ispitanim kokcidiostaticima, DNC, ROBN i LAS doprinose najnižim količinama (<1%, <1% i 1%, respektivno) svojim pojedinačnim ADI vrednostima, što se poklapa sa rezultatima sličnih istraživanja iz Španije i Italije (Dorne i sar., 2013; Roila i sar., 2019). Doprinos SAL-a bio je značajno veći (56%), dok je doprinos za MAD premašio preporučenu ADI vrednost (130%).

#### 5.4.4. Procena izloženosti toksičnim elementima

Prosečna izloženost stanovništva Srbije toksičnim elementima kroz konzumiranje jaja iznosila je As = 0,0058 µg/kg bw/dan; Cd = 0,0019 µg/kg bw/dan; Pb = 0,0052 µg/kg bw/dan; Hg = 0,0017 µg/kg bw/dan; (Tabela 22). Grafikon 4. prikazuje procenjeni ukupan dnevni unos sva četiri toksična elementa nakon Monte Karlo simulacije za svaki od dva perioda opoziva.

**Tabela 22.** Procenjeni dnevni unos toksičnih elemenata

Unos	Arsen ng /kg bw/dan		Kadmijum ng /kg bw/dan	
	1-dan opoziva	7-dan opoziva	1-dan opoziva	7-dan opoziva
Srednja vrednost	5,856	4,465	1,920	1,462
Minimum	0,070	0,068	0,023	0,022
1. kvartil	2,443	2,632	0,801	0,863
3. kvartil	7,683	5,233	2,519	1,716
Maksimum	63,998	61,842	22,711	21,783
95% interval poverenja	5,823 – 5,888	4,436 – 4,495	1,909 – 1,931	1,455 – 1,474
Unos	Živa ng /kg bw/dan		Olovo ng /kg bw/dan	
	1-dan opoziva	7-dan opoziva	1-dan opoziva	7-dan opoziva
Srednja vrednost	1,759	1,341	5,278	4,024
Minimum	0,021	0,020	0,063	0,061
1. kvartil	0,734	0,791	2,202	2,372
3. kvartil	2,308	1,572	6,925	4,716
Maksimum	20,548	18,169	60,644	59,509
95% interval poverenja	1,749 – 1,769	1,333 – 1,350	5,248 – 5,307	3,998 – 4,051

Sve vrednosti su izračunate na osnovu Monte Karlo simulacije.

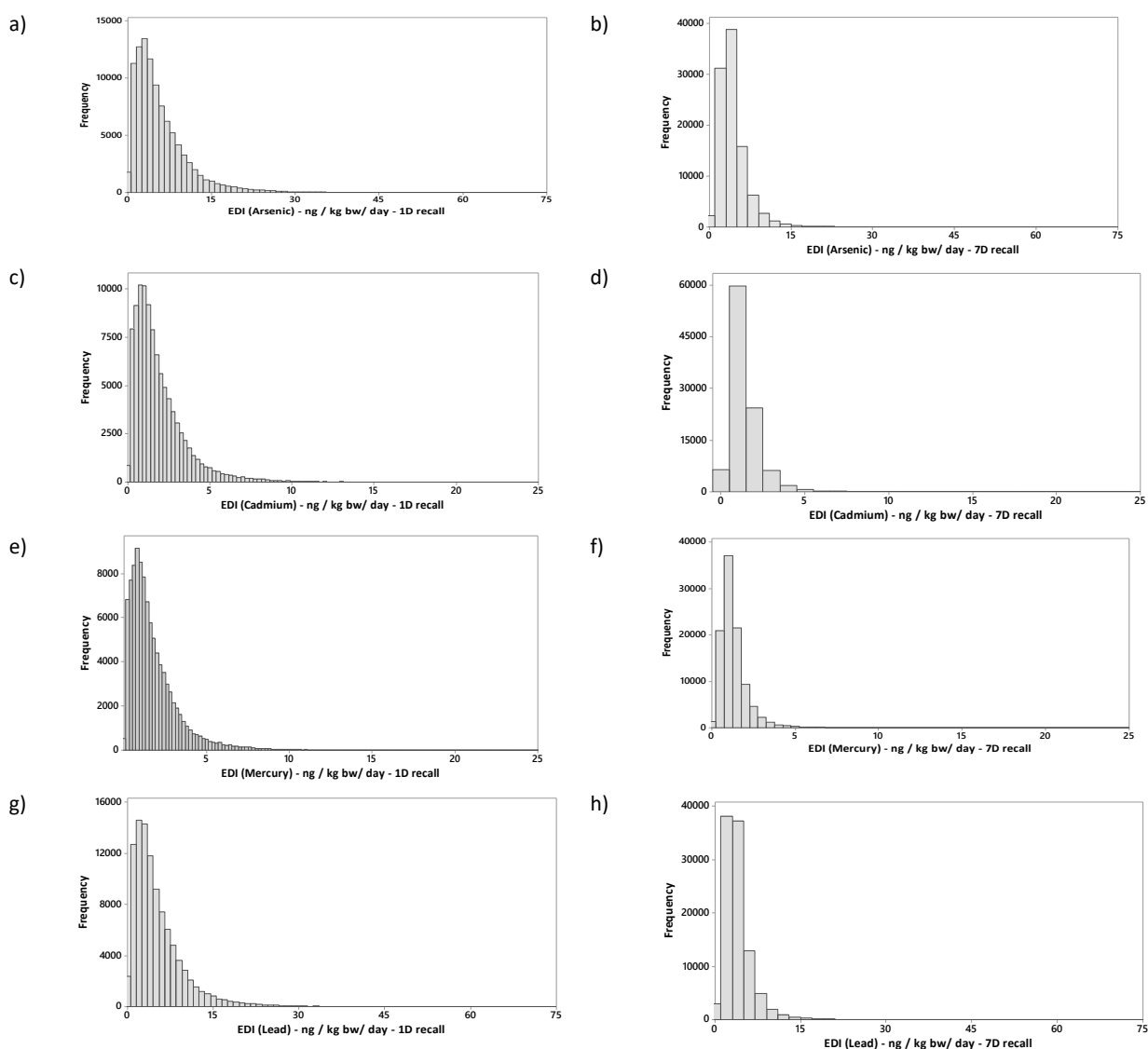
Dobijene EDI vrednosti upoređene su sa srednjim EDI u EU za svaki element pojedinačno, kao i sa trenutnim vrednostima PTDI za Cd i Hg, dok su za As i Pb upoređene sa pretpostavljenim (poslednjim povučenim) vrednostima. Srednja izloženost As kroz ishranu za odraslu populaciju Evrope (EFSA, 2014) bila je 110-170 µg/kg bw/dan (min LB-mak UB). EDI izračunat za As kroz unos jaja i proizvoda na bazi jaja od strane potrošača u Srbiji bio je značajno ispod (tj. bio je <1%) od navedenog EU EDI i bio je ispod prethodno pretpostavljenog PTDI od 2,143 µg/kg bw/dan.

Prosečna izloženost Cd kroz ishranu za odraslu populaciju Evrope iznosila je 2,04 do 3,66 µg/kg bw/nedeljno (95. percentil tokom života). Relativni doprinos ovoj izloženosti kroz potrošnju jaja i proizvoda na bazi jaja u 19 zemalja članica EU bio je oko 0,1% (EFSA, 2012a), što se poklapa sa vrednošću doprinosa za potrošače u Srbiji u sprovedenom istraživanju (0,09%).

Prosečna izloženost Pb kroz ishranu za odraslu populaciju Evrope bila je 0,40-59 µg/kg bw/dan. Relativni doprinos ovoj izloženosti kroz potrošnju jaja i proizvoda na bazi jaja u zemljama članicama EU iznosio je 0,4%, što je manje od utvrđenog doprinosa za potrošače u Srbiji (0,42-1,45%). Zajednički stručni komitet FAO/WHO za aditive i hranu (JECFA) povukao je PTDI za Pb od 25

$\mu\text{g}/\text{kg}$  bw/nedeljno (ili  $3,57 \mu\text{g}/\text{kg}$  bw/dan) kao neprikladnu i zaključio da nije moguće uspostaviti novu vrednost koja bi štitila zdravlje potrošača. Međutim, EDI izračunat za Pb kroz unos jaja i proizvoda na bazi jaja od strane potrošača u Srbiji bio je daleko ispod (tj. bio je  $<1\%$ ) trenutno povučene PTDI od  $3,57 \mu\text{g}/\text{kg}$  bw/dan (EFSA, 2012b).

Prosečna izloženost neorganskoj Hg kroz ishranu za odraslu populaciju Evrope bila je  $0,13 \mu\text{g}/\text{kg}$  bw/nedeljno (najniži minimum LB) i  $0,25 \mu\text{g}/\text{kg}$  bw/dan nedeljno (najniži minimalni LB 95. percentil). Relativni doprinos ovoj izloženosti kroz potrošnju jaja i proizvoda na bazi jaja u 19 zemalja članica EU bio je  $0-0,5\%$ , dok je izračunati doprinos za potrošače jaja i proizvoda na bazi jaja u Srbiji iznosio  $0,68-1,3\%$ . Shodno tome, EDI za Hg je takođe daleko ispod ( $<1\%$ ) utvrđenog PTDI od  $0,571 \mu\text{g}/\text{kg}$  bw/dan (EFSA, 2012c).



**Grafikon 4.** Poređenje ukupnog dnevnog unosa toksičnih elemenata nakon Monte Karlo simulacije Od 100.000 ponavljanja. (a) jednodnevni opoziv As; (b) sedmodnevni opoziv As; (c) jednodnevni opoziv Cd; (d) sedmodnevni opoziv Cd; (e) jednodnevni opoziv Hg; (f) sedmodnevni opoziv Hg; (g) jednodnevni opoziv Pb; (h) sedmodnevni opoziv Pb;

### 5.4.5. Procena zdravstvenih rizika

Nivo rizika od kancerogenih i nekancerogenih bolesti povezanih sa unosom toksičnih elemenata iz jaja i proizvoda na bazi jaja prikazan je u Tabeli 23. Kriterijumi za procenu rizika za nastanak hroničnih zdravstvenih bolesti određeni su na osnovu vrednosti ciljnog faktora rizika (THQ) na sledeći način: THQ niskog rizika = 0,1 ili < 1; srednji nivo rizika THQ = 1; visok nivo rizika THQ > 1. Dobijeni rezultati za As, Cd, Pb i Hg pojedinačno ne ukazuju na zdravstveni rizik, jer su vrednosti THQ daleko ispod 1. Takođe, vrednost zbirnog indeksa opasnosti bila je ispod 0,1. Prilikom procene nekancerogenih rizika, očekuje se da će toksični agens ispoljiti uticaj na ljudsko zdravlje kada procenjena doza izloženosti premaši vrednost za RfD (Fovle i Dearfield, 2000), što se u sprovedenom istraživanju nije dogodilo ni za jedan od ukupno četiri analiziranih toksičnih elemenata.

**Tabela 23.** Nekancerogeni (HI) i kancerogeni (CR) rizik od unošenja toksičnih elemenata prilikom konzumiranja jaja i proizvoda na bazi jaja u Srbiji

(n=255)	Arsen	Kadmijum	Olovo	Živa
RfD	0,0003	0,0010	0,0035	0,0001
SF	1,5	8,5E-03	3,8E-01	5E-04
THQ	0,0193	0,0019	0,0015	0,0176
HI ( $\Sigma$ THQ)			0,04	
CR	8,70E-6	7,20E-7	1,00E-7	8,79E-9

RfD - oralna referentna doza; SF - faktor nagiba (koeficijent kancerogenosti); THQ - ciljni koeficijent opasnosti; HI ( $\Sigma$ THQ) - indeks opasnosti (ukupni ciljni količnik opasnosti); CR - kancerogeni rizik.

Međunarodna agencija za istraživanje raka klasifikuje As kao kancerogen za ljude (Grupa 1), a Cd (Grupa B1) i Pb (Grupa B2) kao verovatne kancerogene za ljude (IARC, 2016), tako da je potencijal za kancerogeni rizik (CR) izračunat iz nivoa izloženosti za ove elemente. Verovatnoća pojave rizika određena je na osnovu sledećih kriterijuma: CR < 10<sup>-6</sup> zanemarljiv rizik; CR = 10<sup>-4</sup> do 10<sup>-6</sup> prihvatljiv rizik; CR > 10<sup>-4</sup> neprihvatljiv rizik (Atamaleki i sar., 2020). Rezultati prikazani u Tabeli 16. pokazuju da je verovatnoća kancerogenih efekata za svaki ispitan element unosom jaja i proizvoda na bazi jaja od strane potrošača u Srbiji daleko ispod minimalno prihvatljive vrednosti rizika (CR < 10<sup>-6</sup>).

### 5.5. Procena uticaja lanca snabdevanja jajima na životnu sredinu

S obzirom da je proizvodnja jaja na farmi tehnološki zahtevan i složen proces, njen uticaj na životnu sredinu u pogledu GWP, CED, ODS, HTP, AP i EP bio je najznačajni posmatrano kroz ceo lanac (Tabela 24). Dobijeni rezultat za GWP od 2,63 CO<sub>2</sub>eq/kg jaja približan je onom koji su dobili autori iz Kanade (2,4 CO<sub>2</sub>eq/kg jaja) (Pelletier, 2017). Nešto niže vrednosti zabeležene su u istraživanjima sprovedenim u Velikoj Britaniji (2,92-3,45 kg CO<sub>2</sub>ek/kg jaja) (Leinonen i sar., 2012), Španiji (3,4 kg CO<sub>2</sub>ek/kg jaja) (Abin i sar., 2018) i Iranu ( 4,07 kg CO<sub>2</sub>ek/kg jaja) (Ghasempour i Ahmadi, 2016). Rezultat za CED bio je u intervalu od 17,42 do 34,98 MJe/kg jaja, što je u skladu sa rezultatima iz Velike Britanije (16,88 do 26,41 MJe/kg jaja) (Leinonen i sar., 2012), ali znatno više od rezultata dobijenih u Kanadi (7,95 do 12,06 MJe/kg jaja) (Pelletier, 2017). Dominantni oblik energije koji se koristi na farmama u Srbiji je električna energija za održavanje sistema proizvodnje koka nosilja. Faktori koji utiču na stopu potrošnje električne energije su brojni i obuhvataju visinu temperature u objektu, trajanje i intenzitet osvetljenja, kapacitet i raspored prostorija u objektu, kao i stepen automatizacije same proizvodnje. Energija koja se najčešće koristila za transport je fosilno gorivo, dizel gorivo i tečni naftni gas.

Vrednosti za ODS i HTP iznosile su 0,15 mg R11e/kg jaja i 1,04 kg 1,4 DBe/kg jaja, respektivno, što je približno rezultatima prijavljenim u Iranu (Ghasempour i Ahmadi, 2016). Interval vrednosti za AP na farmama u Srbiji kretao se u rasponu od 11,13 do 19,85 g SO<sub>2</sub>e/kg jaja, što je značajno niže od vrednosti AP iz Velike Britanije, Irana i Kanade (Leinonen i sar., 2012; Ghasempour i Ahmadi, 2016; Pelletier, 2017). Dok se vrednost za EP od 18,97 do 34,37 g PO<sub>4</sub>e/kg jaja uklapa u interval rezultata iz Velike Britanije i Kanade (Leinonen i sar., 2012; Pelletier, 2017). Glavni doprinos AP i EP bila je upotreba azotnih đubriva u proizvodnji hrane za koke nosilje i upravljanju stajnjakom. Uticaj na životnu sredinu na farmu bio je najveći, ali naši rezultati ukazuju da ne treba zanemariti i uticaj drugih delova lanca snabdevanja. S obzirom da se jaja u Srbiji jedu svakodnevno, pažnja se mora usmeriti na optimizaciju uticaja koji izazivaju procesi u maloprodaji i potrošnje u domaćinstvu.

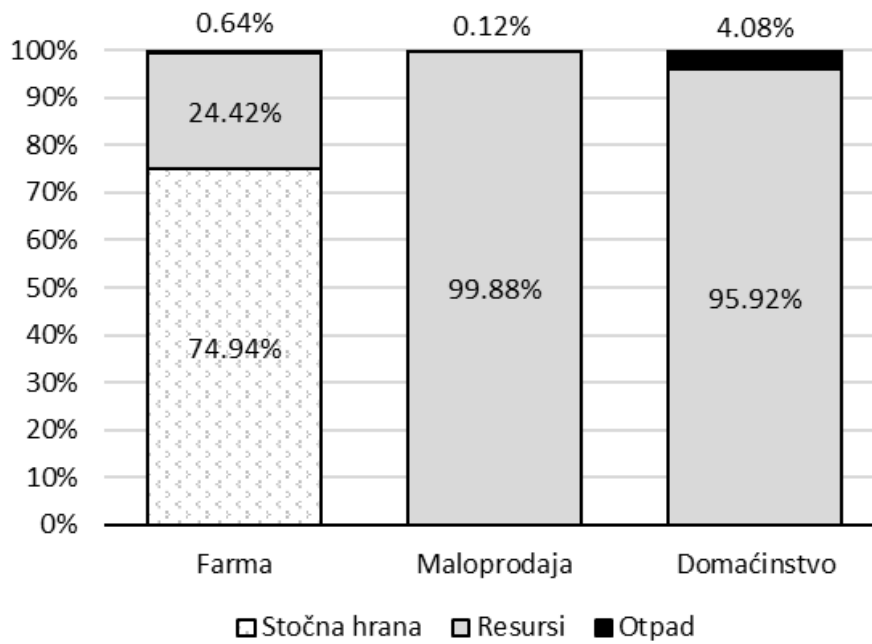
**Tabela 24.** Rezultati procene uticaja na životnu sredinu u lancu snabdevanja jajima

Kategorija uticaja	Jedinica mere	Farma	Maloprodaja	Domaćinstvo	Lanac jaja
Potencijal globalnog zagrevanja	[kgCO <sub>2</sub> eq/FU]	2,63 ± 0,80	0,69 ± 0,30	0,0113 ± 0,0071	3,33 ± 1,11
Kumulativna potražnja za energijom	[MJ/FU]	26,20 ± 8,78	2,81 ± 0,88	0,0096 ± 0,0051	29,01 ± 9,67
Supstance koje uništavaju ozonski omotač	[mg R11e/FU]	0,15 ± 0,05	0,01 ± 0,01	0,00003 ± 0,00001	0,17 ± 0,05
Potencijal toksičnosti za ljude	[kg 1,4 DBe/FU]	1,04 ± 0,28	0,11 ± 0,05	0,0025 ± 0,0012	1,15 ± 0,34
Potencijal acidifikacije	[g SO <sub>2</sub> e/FU]	15,49 ± 4,36	2,23 ± 1,00	0,0382 ± 0,0114	17,76 ± 5,4
Potencijal eutrofikacije	[g PO <sub>4</sub> e/FU]	26,67 ± 7,70	1,10 ± 0,48	0,0229 ± 0,0118	27,79 ± 8,21

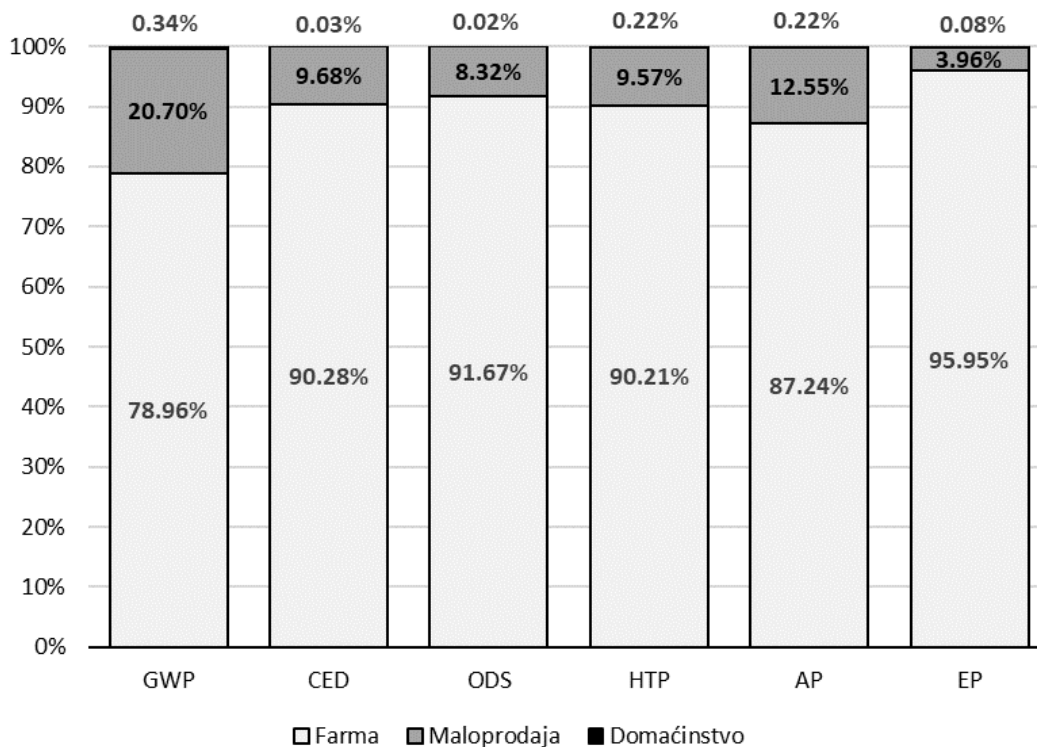
FU-Funkcionalna jedinica – 1 kg jaja; Statistički značajna razlika prikazana različitim slovima (p<0,05).

Rezultati pokazuju da postoje statistički značajno različiti uticaji po podsistemima. Svaki od ispitanih podsistema u lancu snabdevanja jajima ima svoju ulogu u uticaju na GWP, što se može sagledati kroz proizvodnju i potrošnju hrane za životinje, potrošnju prirodnih resursa i stvaranje svih vrsta otpada i otpadnih voda (Grafikon 5). Hrana za životinje je najuticajnije (74,94%) u podsistemu proizvodnje jaja na farmi, što je u skladu sa rezultatima drugih LCA studija koje su analizirale doprinose svih procesa u različitim proizvodnim sistemima. Potrošnja prirodnih resursa ispoljila je najveći uticaj na GWP u podsistemima maloprodaje (99,88%) i upotrebe jaja u domaćinstvima (95,92%). Pored navedenog, značajan uticaj na podsistem farme imala je i potrošnja prirodnih resursa u vidu električne energije i fosilnih goriva za transport (24,42%). Otpad iz domaćinstva imao je veći uticaj na GWP (4,08%) u poređenju sa podsistemom maloprodaje (0,12%) i farme (0,64%), što je logično s obzirom da se otpad od jaja nastao u domaćinstvu u Srbiji ne reciklira.

Aktivnosti na farmi su najviše doprinele svim ispitivanim uticajima na životnu sredinu pojedinačno: 78,96% GWP, 90,28% CED, 91,67% ODS, 90,21% HTP, 87,24% AP i 95,95% EP (Grafikon 6). Sledila je maloprodaja sa 20,70% GWP, 9,68% CED, 8,32% ODS, 9,57% HTP, 12,55% AP, 3,96% EP i domaćinstvo sa najmanjim doprinosom 0,34% GWP, 0,03% CED, 0,02% ODS, 0,22% HTP, 0,22% AP i 0,08% EP.



**Grafikon 5.** Relativni doprinosi (u %) potencijalu globalnog zagrevanja procesa uključenih u tri podsistema – farme, maloprodaja i domaćinstva.

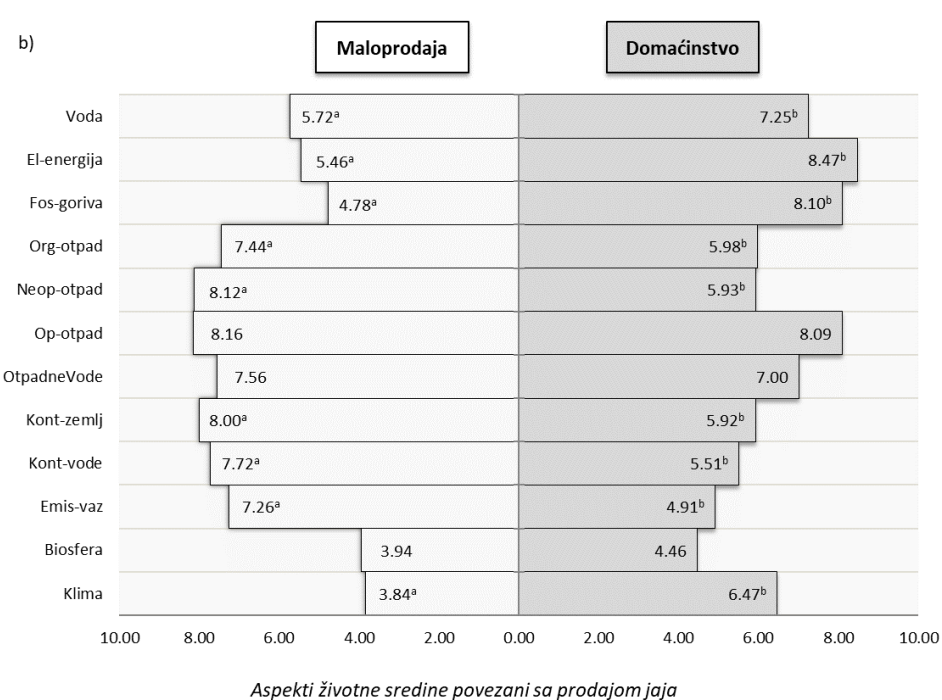
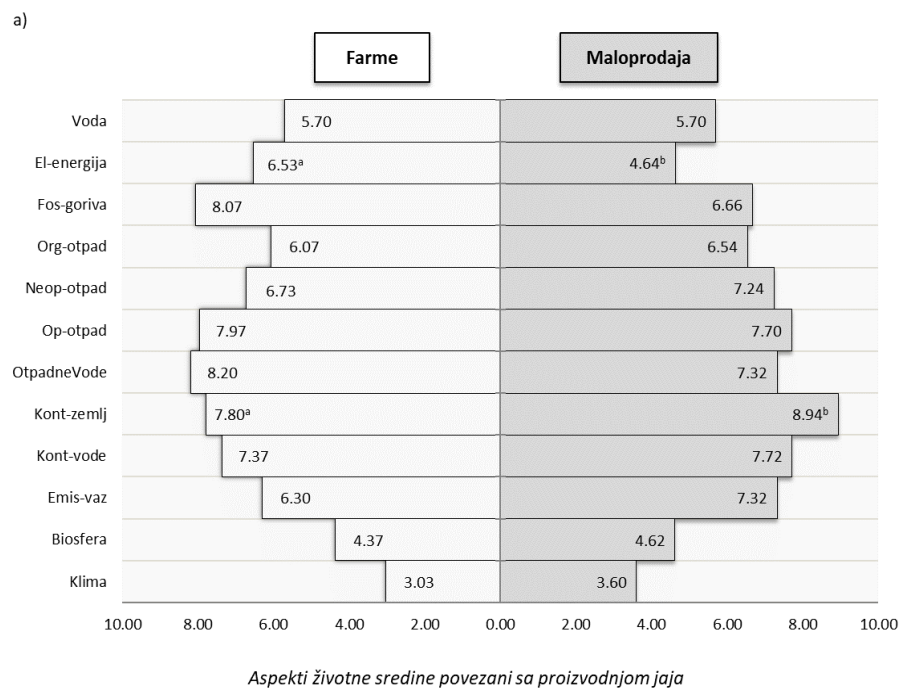


**Grafikon 6.** Relativni doprinosi (u %) uticajima na životnu sredinu tri podsistema - farme, maloprodaja i domaćinstva

### 5.5.1. Procena ekoloških aspekata u poređenju interakcije kupca i dobavljača

Od 12 identifikovanih ekoloških aspekata koji se odnose na proizvodnju jaja, ispuštanje otpadnih voda (8,20), upotreba fosilnih goriva (8,07) i upravljanje opasnim otpadom (7,97) prepoznato je kao dominantno sa stanovišta farme (Grafikon 7a). Proces proizvodnje konzumnih jaja počinje adekvatnom pripremom objekta za uvođenje koka nosilja, što podrazumeva temeljno čišćenje, pranje i dezinfekciju. Proizvođači su smatrali da su najznačajniji uticaji na životnu sredinu koji proizilaze iz ovih aktivnosti bili potrošnja vode kao prirodnog resursa, upotreba sredstava za čišćenje, stvaranje opasne ambalaže i ispuštanje otpadnih voda nakon sanitacije. Pored navedenog, otpadne vode se mogu stvarati iz proizvodnog pogona tokom hranjenja i pojenja koka nosilja i iz prostora za skladištenje otpadnog materijala i stajnjaka. Formiranje efluenta zbog lošeg upravljanja otpadom i stajnjakom ima negativan uticaj na životnu sredinu na površinske i podzemne vode zbog visokog organskog opterećenja (Zhang i El-Mashad, 2017). Sve aktivnosti na farmi stvaraju velike količine organskog i neorganskog otpada. Neadekvatno odlaganje raznih vrsta ambalaža, sredstava za čišćenje, veterinarskih preparata i agrohemikalija ima značajan uticaj na životnu sredinu na zagađenje zemljišta i vode. Takođe, proizvođači su upotrebu fosilnih goriva za transport (u svim opisanim fazama proizvodnog podsistema) smatrali značajnom. Trgovci na malo dele slično mišljenje o zagađenju vode (7,72) i stvaranju opasnog otpada (7,70), ali su kao najznačajniji uticaj na životnu sredinu izdvojili zagađenje zemljišta (8,94). Pronađene su značajne statističke razlike ( $p < 0,05$ ) za dva aspekta uticaja na životnu sredinu u vezi sa proizvodnjom jaja na farmi koje su procenili proizvođači i trgovci na malo.

Od 12 identifikovanih ekoloških aspekata u vezi sa maloprodajom jaja (Grafikon 7b), prodavci na malo su kao najznačajnije izdvojili upravljanje opasnim (8,16) i neopasnim (8,12) otpadom i zagađenjem zemljišta (8,00). Potrošači su delili mišljenje prodavaca u pogledu opasnog otpada (8,09), ali su istakli i korišćenje fosilnih goriva za transport (8,10) i potrošnju električne energije (8,47) kao veoma važne uticaje na životnu sredinu. Maloprodaja ima značajnu ulogu u rukovanju i skladištenju jaja, gde navedene aktivnosti imaju specifične uticaje na životnu sredinu koji se ogledaju prevashodno u transportu, očuvanja hladnog lanca i upravljanju nastalim otpadom (Filimonau i Gherbin, 2017). Uticaj maloprodajnog sektora na ukupne emisije GHG je donekle ograničen, što rezultati sprovedene LCA studije potvrđuju (Grafikon 3). U maloprodajnim objektima električna energija se uglavnom koristi za rad rashladnih vitrina i njihovo osvetljenje, dok je curenje rashladnih sredstava iz ovih uređaja najvažniji direktni izvor emisije (Sonesson i sar., 2010). Važeći Pravilnik o kvalitetu jaja u Srbiji usklađen je sa evropskim propisima, ali ne definiše interval temperature na kojoj bi trebalo čuvati jaja do trenutka kupovine od strane potrošača. Na proizvođačima i maloprodajnim lancima je da procene nivo rizika u vezi sa uslovima skladištenja i odaberu odgovarajući režim. Pojedini maloprodajni lanci u Srbiji počeli su da usvajaju preporuke za čuvanjem jaja na sobnoj temperaturi, dok se drugi zalažu za to da jaja ipak ostanu u hladnom lancu (Pravilnik, 2019a). Još jedan važan izvor emisija u podsystemu maloprodaje je stvaranje otpada, što su prepoznali i prodavci na malo i potrošači. Organski otpad podrazumeva godišnju količinu razbijenih jaja i godišnju količinu jaja koja se ne prodaju u propisanom roku upotrebe. Neorganski otpad podrazumeva svu korišćenu ambalažu za pakovanje, transport i skladištenje (Filimonau i Gerbin 2017). Prevoz jaja od proizvođača do maloprodajnih objekata bio je od velikog značaja za ukupne emisije GHG, posebno na velike udaljenosti. Važni aspekti ove aktivnosti bili su način transporta i vrsta vozila. Oba se mogu značajno razlikovati po intenzitetu, a time i po emisijama koje potrošači prepoznaju kao značajan ekološki aspekt. Transport jaja od proizvođača do maloprodajnih objekata ili distributivnih centara je neefikasan proces zbog malih brzina vozila (sa mnogo zaustavljanja) i niskog faktora opterećenja (Sonesson i sar., 2010). Prodavci na malo i potrošači u domaćinstvima procenili su uticaje na životnu sredinu za devet aktivnosti na maloprodajnom nivou sa značajnim statističkim razlikama ( $p < 0,05$ ).



**Grafikon 7.** Aspekti životne sredine koji se odnose na lanac jaja; a) Interakcija između farmera i trgovaca na malo; b) Interakcija između trgovaca na malo i potrošača u domaćinstvima. Napomena – različita slova pokazuju statistički značajnu razliku  $p < 0,05$

Legenda: El-energija – električna energija, Fos-goriva – fosilno gorivo, Org-otpad – organski otpad, Neop-otpad-neopasni otpad, Op-otpad-opasan otpad, Konz.zemlj-zagađenje-kontaminacija zemljišta, Kont-vode-kontaminacija vode, Emis-vaz- emisija



### **5.5.2. Primena QFDE metode u lancu snabdevanja jajima**

Ciljevi održivog razvoja UN-a koje su učesnici lanca izdvojili kao najvažnije za postizanje su odgovorna potrošnja u domaćinstvu i odgovorna proizvodnja jaja na farmi (33,3%), nakon čega sledi ublažavanje uticaja svih aktivnosti u lancu na klimatske promene (26,7%), zatim efikasija upotreba vode (20,0%) i energije (13,3%) (Slika 6).

Prvi posmatrani podsistem odnosio se na prepoznavanje uticaja na životnu sredinu od strane potrošača tokom skladištenja i pripreme jaja u domaćinstvu, koji su u korelaciji sa postizanjem rangiranih UN SDG. Kao najvažnije, potrošači u domaćinstvu izdvojili su uticaje na klimatske promene (23,2%) i potrošnju električne energije (19,4%).

Uočeni odnosi između uspostavljenih UN SDG i aktivnosti u maloprodaji i proizvodnji na farmama dali su iste rezultate. Prodavci na malo i proizvođači jaja smatraju da su najvažniji uticaji na klimatske promene (15,1%), potrošnja fosilnih goriva (12,6%) i električne energije (12,6%) koji proizilaze usled njihovih aktivnosti.

Relativni apsolutni značaj težine posmatran kroz ceo lanac snabdevanja pokazao je da su najvažniji uticaji na životnu sredinu efekat klimatskih promena (5,7%), potrošnja električne energije (4,8%) i potrošnja fosilnih goriva (4,8%).

### **5.5.3. Prilike za poboljšanja**

Bez obzira na značaj ekoloških performansi savremene industrije konzumnih jaja, nije bilo radova koji su obuhvatili ceo lanac snabdevanja. Iz navedenih razloga sprovedeno istraživanje pruža bolji uvid i podršku u proceni kompletnog životnog ciklusa proizvoda. LCA studija uključuje indikatore životne sredine i kritične tačke učinka koje se mogu primeniti na drugim lokacijama u različitim kontekstima zajedno sa drugim alatima. Takođe, analiza dosadašnje prakse i primena dvosmernog modela posmatranja lanca jaja potvrdila je razlike u percepciji životne sredine kod proizvođača, prodavaca na malo i potrošača u domaćinstvu. Svi učesnici duž celog lanca trebalo bi da se angažuju i pravilno komuniciraju kako bi identifikovali i smanjili rizike po životnu sredinu izazvane lancem jaja. Pored kritičnih tačaka, identifikovane su tri mogućnosti za ublažavanje uticaja lanca jaja na životnu sredinu: optimizacija sastojaka hrane za životinje, modifikacija upotrebe električne energije i fosilnih goriva za transport i reciklaža nastalog otpada od jaja na nivou potrošnje u domaćinstvu.

Relativna težina [%]	Vажnost težine	Ekološki uticaji (KAKO)	Domaćinstvo							Maloprodaja										Farma																									
			Potrošnja vode	Potrošnja električne energije	Odlaganje organskog otpada	Odlaganje neorganskog otpada	Ispuštanje otpadnih voda	Odlaganje opasnog otpada	Uticaj na klimatske promene	Potrošnja vode	Potrošnja električne energije	Potrošnja fosilnih goriva	Odlaganje organskog otpada	Odlaganje neorganskog otpada	Odlaganje opasnog otpada	Ispuštanje otpadnih voda	Zagađenje zemljišta	Zagađenje vode	Zagađenje vazduha	Uticaj na biljni i životinjski svet	Uticaj na klimatske promene	Potrošnja vode	Potrošnja električne energije	Potrošnja fosilnih goriva	Odlaganje organskog otpada	Odlaganje neorganskog otpada	Odlaganje opasnog otpada	Ispuštanje otpadnih voda	Zagađenje zemljišta	Zagađenje vode	Zagađenje vazduha	Uticaj na biljni i životinjski svet	Uticaj na klimatske promene												
33.3%	5	SDG12 -Odgovorna potrošnja i proizvodnja			○	○		○				○	○	○		○								○	○	○	○		○																
26.7%	4	SDG13 -Klimatske akcije		○				○	●		○	○				○	○		○		●								○	○						●									
20.0%	3	SDG6 -Čista voda i kanalizacija	●				○			●					○		●						●					○			●														
13.3%	2	SDG7 -Pristupačna i čista energija		●						●													●																						
6.7%	1	Ostali UN SDGs			○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○								
		Apsolutna važnost težine	27	30	16	16	14	16	36	27	30	30	16	16	16	14	10	28	12	3	36	27	30	30	16	16	16	14	10	28	12	3	36	27	30	30	16	16	16	14	10	28	12	3	36
		Relativna važnost težine za svakog od učesnika [%]	17.4%	19.4%	10.3%	10.3%	9.0%	10.3%	23.2%	11.3%	12.6%	12.6%	6.7%	6.7%	6.7%	5.9%	4.2%	11.8%	5.0%	1.3%	15.1%	11.3%	12.6%	12.6%	6.7%	6.7%	6.7%	5.9%	4.2%	11.8%	5.0%	1.3%	15.1%	11.3%	12.6%	12.6%	6.7%	6.7%	6.7%	5.9%	4.2%	11.8%	5.0%	1.3%	15.1%
		Ocena	3	2	4	4	7	4	1	5	2	2	6	6	6	9	11	4	10	12	1	5	2	2	6	6	6	9	11	4	10	12	1	5	2	2	6	6	6	9	11	4	10	12	1
		Relativna apsolutna važnost težine [%]	4.3%	4.8%	2.5%	2.5%	2.2%	2.5%	5.7%	4.3%	4.8%	4.8%	2.5%	2.5%	2.5%	2.2%	1.6%	4.4%	1.9%	0.5%	5.7%	4.3%	4.8%	4.8%	2.5%	2.5%	2.5%	2.2%	1.6%	4.4%	1.9%	0.5%	5.7%	4.3%	4.8%	4.8%	2.5%	2.5%	2.5%	2.2%	1.6%	4.4%	1.9%	0.5%	5.7%
		Ukupna ocena	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>1</b>

Slika 6. Kuće kvaliteta životne sredine (HOQ) u lancu jaja; Legenda: UN – Ujedinjene nacije; SDG- Cilj održivog razvoj

## 6. ZAKLJUČAK

- Uzimajući u obzir prvu postavljenu radnu hipotezu za analizu zahteva za kvalitet svih učesnika (proizvođača, prodavaca i potrošača), može se zaključiti da postoje razlike u percepciji kvaliteta duž celog lanca snabdevanja jajima. Dobijeni rezultati interakcije farme i maloprodaje pokazuju da je za proizvođače najvažnija vrsta proizvodnog sistema, način ishrane i izbor hibrida koka nosilja. Maloprodajni lanci dele mišljenje proizvođača o značaju sistema proizvodnje, ali se fokusiraju na vrstu i veličinu ambalaže, kao i na oštećenja jaja pri prodaji. Analiza interakcije maloprodaje i domaćinstva ističe izgled ljuske kao veoma važnu karakteristiku za prodavce na malo, a informacije o poreklu jaja kao veoma važnu karakteristiku za potrošače u domaćinstvu. Starost, odnosno rok trajanja i klasa jaja podjednako su značajni za oba učesnika u ovom delu lanca.
- Primena QFD metodologije, ukazuje da je cena u odnosu na kvalitet najvažnija za sve učesnike u lancu. Pored navedenog očekivanja, značaj karakteristika kvaliteta razlikovao se prema učesniku u lancu, počevši od roka upotrebe, oblika i veličine jaja (u domaćinstvu), preko klase jaja (u maloprodaji) do vrste hibrida koka nosilja (na farmi). Bez obzira na evidentne razlike u rangiranju značaja karakteristika kvaliteta jaja između sva tri učesnika, poređenje oba smera posmatranja (od farme do domaćinstva i od domaćinstva do farme) dalo je slične rezultate. Pored navedenog, potrošači različitih demografskih kategorija imaju različite percepcije i stavove o kvalitetu jaja, čime je delimično potvrđena druga postavljena radna hipoteza. Navedeni pristup daje bolji uvid u razumevanje dinamike odnosa u pogledu očekivanog kvaliteta konzumnih jaja i zadovoljstva svih zainteresovanih strana. Zbog svoje jednostavnosti i lakoće primene, QFD može poslužiti kao uvod u dalje istraživanja i proizvodnu orijentaciju u odnosu na postavljene zahteve, tržišne mogućnosti i bolje informisanje potrošača. Ovo je posebno važno za zemlje u razvoju kao što je Srbija, gde je cena glavni pokretač pri kupovini jaja.
- Kao što se i očekivalo, spoljašnje karakteristike kvaliteta povezane sa težinskim klasama nisu pokazale nikakav obrazac kvaliteta jer ove klase percipiraju samo potrošači (što je jaje veće, to je kvalitetniji) bez naučne pozadine. Nasuprot tome, rezultati istraživanja su ukazali da postoje razlike u boji (žumanca i belanaca) između jaja različite svežine (HJ) koje su potrošači mogli da uoče. Paralelno, izračunavanje ukupnog indeksa kvaliteta pokazalo je da kombinacija odabranih karakteristika može dati novu dimenziju u proceni kvaliteta jaja. Nasuprot tome, senzorni panel nije otkrio uočljive razlike između ovih grupa kvaliteta. Buduća istraživanja bi trebalo da se fokusiraju na primenu ukupnog indeksa kvaliteta koristeći HJ i instrumentalne karakteristike kvaliteta kao osnovu za razvoj nove perspektive kvaliteta.
- Iz ankete o potrošnji može se zaključiti da se u Srbiji u velikoj meri konzumiraju sveža jaja. Celokupna ispitana podpopulacija potvrdila je potrošnju jaja najmanje na nedeljnom nivou, pri čemu je veliki broj ispitanika (95,9%) konzumirao jaja svaki drugi dan. Jaja se indirektno konzumiraju preko proizvoda na bazi jaja u gotovo istoj količini kao i sveža jaja. Takođe, uočene su značajne razlike u strukturi i obimu potrošnje kod krajnjih potrošača različitih demografskih kategorija, čime je u potpunosti potvrđena druga radna hipoteza. Bez obzira na veliku potrošnju jaja i proizvoda na bazi jaja, odrasla populacija u Srbiji nije izložena unosu toksičnih elemenata As, Cd, Pb, Hg preko prihvatljivih vrednosti (dnevni i nedeljni), a koji su posledica konzumiranja ovih proizvoda. Shodno tome, nema opasnosti po zdravlje, kokošja jaja su bezbedan proizvod u pogledu izloženosti As, Cd, Pb i Hg. Međutim, prisustvo nedozvoljenih kokcidiostatika u jajima u Srbiji ukazuje na potrebu za promovisanjem dobre veterinarske prakse od strane svih učesnika u lancu snabdevanja.

- Učesnici različito percipiraju uticaje na životnu sredinu duž celog lanca snabdevanja jajima. Za proizvođače na farmi najvažnija je bila upotreba fosilnih goriva, upravljanje otpadnim vodama i rukovanje opasnim otpadom. U maloprodaji dele mišljenje proizvođača o rukovanju opasnim otpadom i ističu zagađenje zemljišta i vode kao veoma važne aspekte. Dalje, interakcija maloprodaja-domaćinstvo ukazuje da prodavci na malo važnim smatraju upravljanje neopasnim otpadom i zagađenje zemljišta, dok potrošači u domaћinstvu smatraju da upotreba električne energije i fosilnih goriva ima veliki uticaj na životnu sredinu. Upravljanje opasnim otpadom bilo je podjednako važno za oba ova učesnika u ovom delu lanca. Proizvođači jaja na farmi nisu prepoznali negativan ekološki uticaj aktivnosti obezbeđenja hrane za koke nosilje, dok maloprodaja nije rangirala potrošnju električne energije i fosilnih goriva za transport kao najvažnije. Potrošači u domaћinstvu nisu prepoznali vrstu otpada koja nastaje prilikom pripreme jaja. Dobijeni rezultati ukazuju na potrebu pokretanja ekoloških inicijativa u cilju edukacije i podizanja svesti kroz sve podsisteme pojedinačno, kako bi se identifikovali najvažniji uticaji na životnu sredinu i preduzele mere za njihovo smanjenje.
  
- Sprovedeno istraživanje pruža dodatni pristup u proceni ekoloških performansi (GWP, CED, ODS, HTP, AP i EP), uključujući pritom sve učesnike lanca: proizvođače, prodavce na malo i potrošače u domaћinstvu. Izvršena je procena životnog ciklusa svakog pojedinačnog podsistema i po prvi put prikazan je uticaj na životnu sredinu celog lanca snabdevanja konzumnim jajima. Dobijeni rezultati potvrđuju četvrtu radnu hipotezu da postoje razlike u uticaju na životnu sredinu između svih učesnika. Aktivnosti na farmi ispoljile su najveći uticaj na životnu sredinu kroz obezbeđenje hrane za koke nosilje i upotrebu prirodnih resursa i dale su najveći doprinos uticaju svakog pojedinačnog ekološkog indikatora.
  
- Konačno, primena rezultata QFDE metode može uticati na poboljšanje ekoloških performansi svakog posmatranog podsistema pojedinačno, ali takođe može uzeti u obzir ekološke percepcije svih zainteresovanih strana prilikom dostizanja postavljenih ciljeva unapređenja održivog kvaliteta jaja u lancu hrane kako je i pretpostavljeno kroz osnovnu naučnu hipotezu.

## 7. LITERATURA

- Abín, R., Laca, A., Laca, A., & Díaz, M. (2018). Environmental assessment of intensive egg production: A Spanish case study. *Journal of Cleaner Production*, 179, 160–168. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.067>
- Aendo, P., Thongyuan, S., Songserm, T., & Tulayakul, P. (2019). Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of heavy metals contamination in duck eggs and meat as a warning scenario in Thailand. *Science of The Total Environment*, 689, 215–222. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.414>
- Ahold Delhaize. (2020). Delhaize-own-brand-product-safety-and-sustainability-guidelines-and-standards. <https://www.aholddelhaize.com/en/> (accessed 8 May 2021).
- Ahmad Hanis, I. A. H., Mad Nasir, S., Jinap, S., Alias, R. & Ab Karim, M. S. (2013). Consumer's preferences for eggs attributes in Malaysia: Evidence from conjoint survey. *International Food Research Journal*, 20(5), 2865-2872.
- Al-Ajeeli, M. N., Miller, R. K., Leyva, H., Hashim, M. M., Abdaljaleel, R. A., Jameel, Y., & Bailey, C. A. (2018). Consumer acceptance of eggs from Hy-Line Brown layers fed soybean or soybean-free diets using cage or free-range rearing systems. *Poultry Science*, 0, 1–4. <https://doi.org/10.3382/ps/pex450>
- Altmann, B., Gertheiss, J., Tomasevic, I., Engelkes, C., Glaesener, T., Meyer, J., Schäfer, A., Wiesen, R., & Mörlein, D. (2022). Human perception of color differences using computer vision system measurements of raw pork loin. *Meat Science*, 188, 108766. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108766>
- Anadón, A., & Martínez-Larrañaga, M. (2014). Veterinary Drugs Residues: Coccidiostats. In *Encyclopedia of Food Safety* (edited by Y. Motarjemi). Pp. 63–75. Orlando, USA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00246-8>
- Anene, D. O., Akter, Y., Thomson, P. C., Grove, P., & O'Shea, C. J. (2020). Variation and Association of Hen Performance and Egg Quality Traits in Individual Early-Laying ISA Brown Hens. *Animals*, 10(9),1601. <https://doi.org/10.3390/ani10091601>
- Atamaleki, A., Sadani, M., Raoofi, A., Miri, A., Bajestani, S. G., Fakhri, Y., Heidarinejad, Z., & Mousavi Khaneghah, A. (2020). The concentration of potentially toxic elements (PTEs) in eggs: A global systematic review, meta-analysis and probabilistic health risk assessment. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.003>
- Ayim-Akonor, M. & Akonor, P. T. (2014). Egg consumption: patterns, preferences and perceptions among consumers in Accra metropolitan area. *International Food Research Journal*, 21(4), 1457-1463.
- Baba, Y., Kallas, Z., & Realini, C. (2017). Application of the analytical hierarchy process to evaluate consumer acceptance and preferences for omega-3 enriched eggs. *British Food Journal*, 119(7), 1459-1472. <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2016-0261>.
- Basha, A. M., Yasovardhan, N., Satyanarayana, S. V., Reddy, G. V. S., & Kumar, A. V. (2013). Assessment of heavy metal content of hen eggs in the surroundings of uranium mining area, India. *Annals. Food Science and Technology*, 14(2), 6.
- Beal, S. L. (2001). Ways to Fit a PK Model with Some Data Below the Quantification Limit. *Journal of Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*, 28(5), 481-504.
- Bennett, R., Jones, P., Nicol, C., Tranter, R., & Weeks, C. (2016). Consumer attitudes to injurious pecking in free-range egg production. *Animal Welfare*, 25, 91–100. <https://doi.org/10.7120/09627286.25.1.091>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Marchetti, B. (2012). Development and test of a new fuzzy-QFD approach for characterizing customers rating of extra virgin olive oil. *Food Quality and Preference*, 24(1), 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.09.005>

- Berkhoff, J., Alvarado-Gilis, C., Pablo Keim, J., Antonio Alcalde, J., Vargas-Bello-Pérez, E., & Gandarillas, M. (2020). Consumer preferences and sensory characteristics of eggs from family farms. *Poultry Science*, 99(11), 6239–6246. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.064>
- Bertechini, A. G. (2017). *Economic and Cultural Aspects of the Table Egg as an Edible Commodity*. In: Patricia, Y. & Hester, E (Eds.), *Egg Innovations and Strategies for Improvements* Nikki Levy, San Diego, p.10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00044-5>
- Brouwer-Brolsma, E. M., van Lee, L., Streppel, M. T., Sluik, D., van de Wiel, A. M., de Vries, J. H. M., Geelen, A., & Feskens, E. J. M. (2018). Nutrition Questionnaires plus (NQplus) study, a prospective study on dietary determinants and cardiometabolic health in Dutch adults. *BMJ Open*, 8(7), e020228. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020228>
- Bray, H. J., & Ankeny, R. A. A. (2017). Happy Chickens Lay Tastier Eggs: Motivations for Buying Free-range Eggs in Australia. *Anthrozoös A Multidisciplinary Journal of the Interactions of People and Animals*, 30(2), 213-226. <https://doi.org/10.1080/08927936.2017.1310986>
- Carey, R., Parker, C., & Scrinis, G. (2017). Capturing the meaning of “free range”: The contest between producers, supermarkets and consumers for the higher welfare egg label in Australia. *Journal of Rural Studies*, 54, 266–275. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.014>
- Cardoso, M. J., Nicolau, A. I., Borda, D., Nielsen, L., Maia, R. L., Møretrø, T., Ferreira, V., Knøchel, S., Langsrud, S., & Teixeira, P. (2021). Salmonella in eggs: From shopping to consumption—A review providing an evidence-based analysis of risk factors. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2716–2741. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.1275>
- Cardoso, J.D.F., Casarotto Filho, N. & Cauchick Miguel, P.A. (2015). Application of quality function deployment for the development of an organic product. *Food Quality and Preference*, 40, Part A, 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.012>
- CCaLC, 2021. Carbon Calculations over the Life Cycle of Industrial Activities. The University of Manchester, Manchester, UK.
- Cronly, M., Behan, P., Foley, B., Malone, E., Shearan, P., & Regan, L. (2011). Determination of eleven coccidiostats in animal feed by liquid chromatography–tandem mass spectrometry at cross contamination levels. *Analytica Chimica Acta*, 700(1–2), 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.11.001>
- COP26, 2021. COP26: THE GLASGOW CLIMATE PACT. (2021). 26th UN Climate Change Conference, Glasgow. Available at: <https://ukcop26.org/the-conference/%20cop26-outcomes/page/2> (accessed 1 December 2021).
- Coronel-Reyes, J., Ramirez-Morales, I., Fernandez-Blanco, E., Rivero, D., & Pazos, A. (2018). Determination of egg storage time at room temperature using a low-cost NIR spectrometer and machine learning techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.12.030>
- Daeseleire, E., Van Pamel, E., Van Poucke, C., & Croubels, S. (2017). Veterinary Drug Residues in Foods. In: *Chemical Contaminants and Residues in Food* (edited by D. Schrenk & A. Cartus). Pp. 117–153. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100674-0.00006-0>.
- De Jonckheere, S., & Nalon, E. (2018). New report aims at higher welfare cage-free egg production in the EU | Eurogroup for Animals. <https://www.eurogroupforanimals.org/news/new-report-aims-higher-welfare-cage-free-egg-production-eu>.
- Duman, M., Şekeroğlu, A., Yıldırım, A., & Eleroğlu, H. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 80, 1-9. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- Doyon, M., Bergeron, S., Cranfield, J., Tamini, L., & Criner, G. (2016). Consumer Preferences for Improved Hen Housing: Is a Cage a Cage? *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 64(4), 739-751. <https://doi.org/10.1111/cjag.12113>
- Domingo, J. L. (2014). Health risks of human exposure to chemical contaminants through egg consumption: A review. *Food Research International*, 56, 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.036>

- Dorne, J. L. C. M., Fernández-Cruz, M. L., Bertelsen, U., Renshaw, D. W., Peltonen, K., Anadon, A., Feil, A., Sanders, P., Wester, P., & Fink-Gremmels, J. (2013). Risk assessment of coccidiostats during feed cross-contamination: Animal and human health aspects. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 270(3), 196–208. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2010.12.014>
- Djekic, I., Vunduk, J., Tomašević, I., Kozarski, M., Petrovic, P., Niksic, M., Pudja, P., & Klaus, A. (2017). Application of quality function deployment on shelf-life analysis of *Agaricus bisporus* Portobello. *LWT*, 78, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.036>
- Djekic, I., Skunca, D., Nastasijevic, I., Tomovic, V., & Tomasevic, I. (2018a). Transformation of quality aspects throughout the chicken meat supply chain. *British Food Journal*, 120(5), 1132–1150. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2017-0432>
- Djekic, I., Tomic, N., Bourdoux, S., Spilimbergo, S., Smigic, N., Udovicki, B., Hofland, G., Devlieghere, F., & Rajkovic, A. (2018b). Comparison of three types of drying (supercritical CO<sub>2</sub>, air and freeze) on the quality of dried apple – Quality index approach. *LWT - Food Science and Technology*, 94, 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.029>
- Djekic, I., Radivojevic, D., & Milivojevic, J. (2019a). Quality perception throughout the apple fruit chain. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(4), 3106–3118. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00233-1>
- Djekic, I., Udovicki, B., Kljusurić, J. G., Papageorgiou, M., Jovanovic, J., Giotsas, C., Djugum, J., Tomic, N., & Rajkovic, A. (2019b). Exposure assessment of adult consumers in Serbia, Greece and Croatia to deoxynivalenol and zearalenone through consumption of major wheat-based products. *World Mycotoxin Journal*, 12(4), 431–442. <https://doi.org/10.3920/WMJ2019.2452>
- Djekic I., Petrović J., Božićković A., Djordjević V., Tomasevic I. (2019c). Main environmental impacts associated with production and consumption of milk and yogurt in Serbia - Monte Carlo approach. *Science of the Total Environment*. 695, 133917. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133917>
- Djekic, I., Operta, S., Djulancic, N., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Djordjević, V., Tomasevic, I. (2019d). Quantities, environmental footprints and beliefs associated with household food waste in Bosnia and Herzegovina. *Waste Management & Research*, 37(12), 1250–1260. <https://doi.org/10.1177/0734242X19873709>
- Djekic, I., Petrovic, J., Jovetic, M., Redzepovic-Djordjevic, A., Stulic, M., Lorenzo, J. M., Iammarino, M., & Tomasevic, I. (2020). Aflatoxins in Milk and Dairy Products: Occurrence and Exposure Assessment for the Serbian Population. *Applied Sciences*, 10(21), 7420. <https://doi.org/10.3390/app10217420>
- Djekic, I., Nikolić, A., Uzunović, M., Marijke, A., Liu, A., Han, J., Brnčić, M., Knežević, N., Papademas, P., Lemoniati, K., Witte, F., Terjung, N., Papageorgiou, M., Zinoviadou, K. G., Dalle Zotte, A., Pellattiero, E., Sołowiej, B. G., Guiné, R. P. F., Correia, P., ... & Tomasevic, I. (2021a). Covid-19 pandemic effects on food safety - Multi-country survey study. *Food Control*, 122, 107800. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107800>
- Djekic I., Božićković I., Djordjević V., Smetana S., Terjung N., Ilic J., Doroski A., & Tomasevic I. (2021b). Can we associate environmental footprints with production and consumption using Monte Carlo simulation? Case study with pork meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(3), 960-969. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10704>
- Djekic, I., Battle-Bayer, L., Bala, A., Fullana-i-Palmer, P., & Jambak, A. R. (2021c). Role of the Food Supply Chain Stakeholders in Achieving UN SDGs. *Sustainability*, 13(16), 9095. <https://doi.org/10.3390/su13169095>
- Eddin, A. S. E., Ibrahim, S. A. I., & Tahergorabi, R. (2019). Egg quality and safety with an overview of edible coating application for egg preservation. *Food Chemistry*, 296, 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.182>

- EC. (2008). Commission Regulation (EU) No 589/2008 of 23 June 2008 laying down detailed rules for implementing Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards marketing standards for eggs. *Official Journal of the European Union*, L 163/6.
- EC. (2009). Commission Regulation (EU) 124/2009 of 10 February 2009 setting maximum levels for the presence of coccidiostats or histomonostats in food resulting from the unavoidable carry-over of these substances in non-target feed. *Official Journal of the European Union* L 40,7. <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/124/oj>
- EC. (2012). Commission Regulation (EU) No 610/2012 of 9 July 2012 amending Regulation (EC) No 124/2009 of 10 February 2009 setting maximum levels for the presence of coccidiostats or histomonostats in food resulting from the unavoidable carry-over of these substances in non-target feed. *EFSA Journal*, 2011, 9(1), 1952. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.1952>.
- EC. (2013). Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations (EEC) No 922/72, (EEC) No 234/79, (EC) No 1037/2001 and (EC) No 1234/2007. *Official Journal of the European Union*, L 347/671.
- EFSA. (2009). General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey. *EFSA Journal*, 7(12), 1-51. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1435>
- EFSA. (2011). Overview of the procedures currently used at EFSA for the assessment of dietary exposure to different chemical substances. *EFSA Journal* 9(12:2490), 1-33. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2490>
- EFSA. (2012a). Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. *EFSA Journal*, 10(3):2579, 32. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.257>
- EFSA. (2012b). Lead dietary exposure in the European population. *EFSA Journal*, 10(7):283, 59. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2831>
- EFSA. (2012c). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*, 10(12):2985, 241. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2985>
- EFSA. (2014). Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal*, 12(3):3579, 68. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3597>
- EFSA. (2016). Report for 2014 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. *EFSA Supporting Publications*, 13(5):EN-923, 70. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2016.EN-923>
- EFSA. (2020). Report for 2018 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. *EFSA Supporting Publications*, 17(3):EN-1775, 74. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1775>
- Esposito, M., Cavallo, S., Chiaravalle, E., Miedico, O., Pellicanò, R., Rosato, G., Sarnelli, P., & Baldi, L. (2016). Trace elements in free-range hen eggs in the Campania region (Italy) analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(6), 326. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5316-1>
- Estrada-González, I. E., Taboada-González, P. A., Guerrero-García-Rojas, H., & Márquez-Benavides, L. (2020). Decreasing the Environmental Impact in an Egg-Producing Farm through the Application of LCA and Lean Tools. *Applied Sciences*, 10(4), 1352. <https://doi.org/10.3390/app10041352>
- EUROSTAT. (2014). Statistics Explained - European Commission. Overweight and obesity - BMI statistics. Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explainedindex.php/Overweight\\_and\\_obesity-BMI\\_statistics/](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explainedindex.php/Overweight_and_obesity-BMI_statistics/) (accessed 5 March 2021).
- FAOSTAT. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/home/E> (accessed 10 September 2021).



- FAO. (2015). FAO and the 17 Sustainable Development Goals; Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization: Rome, Italy, 2015.
- FAO. (2018). Eggs: Harnessing their power for the fight against hunger and malnutrition [Report of activity No154]. FAO Global Forum on Food Security and Nutrition (FSN Forum).
- FAO. (2020). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1329en>
- FAO/WHO. (2009). Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. In Environmental Health, Criteria 240. Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization: Geneva, Switzerland.
- Filazi, A., Yurdakok-Dikmen, B., Kuzukiran, O., & Sireli, U. T. (2017). Chemical Contaminants in Poultry Meat and Products. In M. Manafi (Ed.), Poultry Science. London, UK: InTechOpen. Pp.172-190. <https://doi.org/10.5772/64893>
- Filimonau, V., & Gherbin, A. (2017). An exploratory study of food waste management practices in the UK grocery retail sector. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1184–1194. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.229>
- Finotti, E., Bersani, A. M., & Bersani, E. (2007). Total quality indexes for extra-virgin olive oils. *Journal of Food Quality*, 30 (6), 911-93.
- Fowle, J. R., & Dearfield, K. L. (2000). Risk Characterization: Handbook: (519222012-001). Science Policy Council. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. <https://doi.org/10.1037/e519222012-001>
- Fu, Q., Liu, Y., Li, L., & Achal, V. (2014). A survey on the heavy metal contents in Chinese traditional egg products and their potential health risk assessment. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 7(2), 99–105. <https://doi.org/10.1080/19393210.2013.853106>
- Gangnat, I. D. M., Mueller, S., Kreuzer, M., Messikommer, R. E., Siegrist, M., & Visschers, V. H. M. (2018). Swiss consumers' willingness to pay and attitudes regarding dual-purpose poultry and eggs. *Poultry Science*, 0, 1–10. <https://doi.org/10.3382/ps/pex397>
- Gerini, F., Alfnes, F., & Schjøll, A. (2016). Organic- and Animal Welfare-labelled Eggs: Competing for the Same Consumers? *Journal of Agricultural Economics*, 67, 471–490. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12154>
- Ghasempour, A., & Ahmadi, E. (2016). Assessment of environment impacts of egg production chain using life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 183, 980–987. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.054>
- Giri, S., & Singh, A. K. (2019). Heavy metals in eggs and chicken and the associated human health risk assessment in the mining areas of Singhbhum copper belt, India. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 74(4), 161–170. <https://doi.org/10.1080/19338244.2017.1407284>
- Goddard, E., Boxall, P., Emunu, J. P., Boyd, C., Asselin, A., & Neall, A. (2007). Consumer Attitudes, Willingness to Pay and Revealed Preferences for Different Egg Production Attributes: Analysis of Canadian Egg Consumers. 92
- Godišnjak. (2020). Statistički godišnjak Republike Srbije za 2020. godinu (ISSN 0354-4206). Republički zavod za statistiku. Milana Rakića 5, Beograd, Republika Srbija.
- Gracia, A., Barreiro-Hurlé, J., & Galán, B. L.-. (2014). Are Local and Organic Claims Complements or Substitutes? A Consumer Preferences Study for Eggs. *Journal of Agricultural Economics*, 65(1), 49–67. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12036>
- Grujic, V., Dragnic, N., Radic, I., & Harhaji, S. (2010). Overweight and obesity among adults in Serbia: Results from the National Health Survey. *Eating and Weight Disorders*, 15(1), 9.
- Guler Y., Ozgur Kaynar, Mustafa Ileriturk 2, Feryaz Hira, & Armagan Hayirli. (2016). Quality of Eggs in Different Production Systems. *Food Technology and Economy, Engineering and Physical Properties. Czech J. Food Sci*, 34, 370–376. <https://doi.org/doi:10.17221/33/2016-CJFS>

- Güney, O. I., & Giraldo, L. (2019). Consumers' attitudes and willingness to pay for organic eggs A discrete choice experiment study in Turkey. *British Food Journal*, 122, 678–692. <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2019-0297>
- Guyonnet, V. (2012). Eggs and egg products: Consumers' attitudes, perceptions and behaviours, XXIV World s Poultry Congress, Cambridge University Press, Salvador - Bahis, Brazil, p. 5. Available at: [http://www.facta.org.br/wpc2012-cd/pdfs/plenary/Vincent\\_Guyonnet.pdf](http://www.facta.org.br/wpc2012-cd/pdfs/plenary/Vincent_Guyonnet.pdf) (accessed 25 May 2021).
- Hansstein, F. (2011). Profiling the egg consumer: Attitudes, perceptions and behaviours. In *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*, Woodhead Publishing, Cambridge, pp. 39–61. <https://doi.org/10.1533/9780857093912.1.39>
- Hashemi, M., Sadeghi, A., Dankob, M., Aminzare, M., Raeisi, M., Heidarian Miri, H., & Saghi, M. (2018). The impact of strain and feed intake on egg toxic trace elements deposition in laying hens and its health risk assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(9), 540. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6811-3>
- Hayat, Z., Cherian, G., Pasha, T. N., Khattak, F. M., & Jabbar, M. A. (2010). Sensory evaluation and consumer acceptance of eggs from hens fed flax seed and 2 different antioxidants. *Poultry Science*, 89 (10), 2293–2298. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00575>
- Heiko, A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting and Social Change*, 79, 1525-1536. <https://10.1016/j.techfore.2012.04.013>
- Hernandez, J.-M. (2004). *Egg quality – meeting consumer expectations*. 13(3), 3.
- Hisasaga, C., Griffin, S. E., & Tarrant, K. J. (2020). Survey of egg in commercially available table eggs. *Poultry Science*, 99, 7202–7206. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.049>
- Huang, L. (2013). Factors Affecting Consumers Preferences for Specialty Eggs in Canada, A Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- IARC. (2016). Agents Classified by the IARC Monographs. (edited by CANCER, I. A. F. R. O.). Pp. 1–116.
- IRIS. (2020). Integrated Risk Information System US environmental protection Agency. Cincinnati. Available at: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables> (accessed 22 February 2021).
- Ilic, M. (2018). Traditional Serbian food and recipes/Tradicionalni recepti domaće srpske kuhinje. National Library of Serbia/Narodna biblioteka Srbije. COBISS.SR-ID 261177612.
- Ilic J., Tomasevic I., & Djekic I. (2021). Influence of boiling, steaming, and sous-vide on oral processing parameters of celeriac (*Apium graveolens* var. rapaceum). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23, 100308. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100308>
- ISO. (2006). ISO 14040: 2006 Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO. (2019). ISO 16820:2019, Sensory analysis – Methodology – Sequential analysis. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO. (2021). ISO 4120:2021, Sensory analysis – Methodology – Triangle test. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jacob, J. P., Miles, Richard D., & Mather, F. B. (2011). *Egg Quality*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Available at: <https://edis.ifas.ufl.edu/> (accessed 31 March 2022).
- Jones, D. R., Karcher, D. M. & Abdo Z. (2014). Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poultry Science*, 93, 1282–1288. <http://doi.org/10.3382/ps.2013-03631>
- Kabir, A., & Simul, B. (2019). Heavy Metals in Egg Contents of Hens (*Gallus gallus domesticus*) and Ducks (*Anas platyrhynchos*) from Chittagong Region, Bangladesh. *Journal of Pollution Effects & Control*, 7(232), 6.

- Kacholi, D. S., & Sahu, M. (2018). Levels and Health Risk Assessment of Heavy Metals in Soil, Water, and Vegetables of Dar es Salaam, Tanzania. *Journal of Chemistry*, 2018, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2018/1402674>
- Kamanli, S., Durmus, I., Demir S., & Tarim B. (2015). Effect of different light sources on performance and egg quality traits in laying hens. *European Poultry Science*, 79, 1-7. <https://doi.org/10.1399/eps.2015.109>
- Khan, Z., Sultan, A., Khan, R., Khan, S., & Farid, K. (2016). Concentrations of Heavy Metals and Minerals in Poultry Eggs and Meat Produced in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Meat Sciences and Veterinary Public Health*, 1(1), 4-10.
- Koelkebeck Ken W., (2010). What is Egg Shell Quality and How to Preserve It? The Polutry Site. Available at: <https://www.thepoultrysite.com/articles/what-is-egg-shell-quality-and-how-to-preserve-it> (accessed 31 March 2022).
- Kralik, Z., Grčević, M., Klarik, G., Hanžek, D., & Zelić, A. (2017). Quality of table eggs on the Croatian market. *Poljoprivreda*, 23(1), 63–68. <https://doi.org/10.18047/poljo.23.1.10>
- Lee, M.-A. (2012). How to improve the promotion of Korean beef barbecue, bulgogi, for international customers. An application of quality function deployment. *Appetite*, 59(2), 324–332. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.05.008>
- Lesnierowski, G., & Stangierski, J. (2018). What’s new in chicken egg research and technology for human health promotion? - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.022>
- Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J., & Kyriazakis, I. (2012). Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Egg production systems. *Poultry Science*, 91(1), 26–40. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01635>
- Lewko, L., & Gornowicz, E. (2011). Effect of Housing System on Egg Quality in Laying Hens. *Annals of Animal Science*, 11(4), 607–611. <https://doi.org/10.2478/v10220-011-0012-0>
- Lovelin Jerald, A. (2013). Life Cycle Assessment for Food Processing. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(10), 677-680.
- Lin, Q., Chousalkar, K. K., McWhorter, A. R., & Khan, S. (2021). Salmonella Hessarek: An emerging food borne pathogen and its role in egg safety. *Food Control*, 125, 107996. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107996>
- Li, T., Bernard, J. C., Johnston, Z. A., Messer, K. D., & Kaiser, H. M. (2017). Consumer preferences before and after a food safety scare: An experimental analysis of the 2010 egg recall. *Food Policy*, 66, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.11.008>
- Liu, Y.-C., Chen, T.-H., Wu, Y.-C., Lee, Y.-C., & Tan, F.-J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry*, 211, 687–693. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.056>
- Lordelo, M., Fernandes, E., Bessa, R. J. B., & Alves, S. P. (2017). Quality of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. *Poultry Science*, 96, 1485–1491. <https://doi.org/10.3382/ps/pew409>
- Lusk, J.L. (2019). Consumer preferences for cage-free eggs and impacts of retailer pledges. *Agribusiness*, 35(2), 129-148. <https://doi.org/10.1002/agr.21580>
- Masui, K., Sakao, T., Kobayashi, M., & Inaba, A. (2003). Applying Quality Function Deployment to environmentally conscious design. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(1), 90-106. <https://doi.org/10.1108/02656710310453836>.
- Mench, J. A., & Rodenburg, T. B. (2018). Sustainability of laying hen housing systems. In *Advances in Poultry Welfare*, Woodhead Publishing, Duxford, pp. 199–225. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100915-4.00010-5>
- Merlino, V. M., Borra, D., Girgenti, V., Dal Vecchio, A., & Massaglia, S. (2018). Beef meat preferences of consumers from Northwest Italy: Analysis of choice attributes. *Meat Science*, 143, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.023>

- Mitrovic, B., Vranjes, B., Kostic, O., Perovic, V., Mitrovic, M., & Pavlovic, P. (2019). Presence of radionuclides and toxic elements in feedstuffs and food of animal origin. *Veterinarski Glasnik*, 73(1), 30–39. <https://doi.org/10.2298/VETGL190220008M>
- Milovanovic, B., Tomovic, V., Djekic, I., Solowiej, B. G., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., & Tomasevic, I. (2021). Color assessment of the eggs using computer vision system and Minolta colorimeter. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15 (6), 5097–5112. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01085-4>
- Millour, S., Noël, L., Kadar, A., Chekri, R., Vastel, C., & Guérin, T. (2011). Simultaneous analysis of 21 elements in foodstuffs by ICP-MS after closed-vessel microwave digestion: Method validation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(1), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.04.002>
- Mizrak, C., Durmuş, İ., Kamanli, S., DemiRtaş, Ş. E., Kalebaşı, S., KarademiR, E., & Doğu, M. (2012). Determination of egg consumption and consumer habits in Turkey. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 36(6), 592–610. <https://doi.org/10.3906/vet-1102-778>
- Molnár, S., & Szöllösi, L. (2020). Sustainability and Quality Aspects of Different Table Egg Production Systems: A Literature Review. *Sustainability*, 12(19), 7884. <https://doi.org/10.3390/su12197884>
- Mohamed Ketta & Eva Tumova. (2017). Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 234–239. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1344935>
- Nardi, E. P., Evangelista, F. S., Tormen, L., Saint’Pierre, T. D., Curtius, A. J., Souza, S. S. de, & Barbosa, F. (2009). The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chemistry*, 112(3), 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.010>
- Naspetti, S., Alberti, F., & Solfanelli, F. (2015). Quality Function Deployment in the Organic Animal Food Sector: Application to Poultry Meat. *Italian Journal of Animal Science*, 14(3), 4050. <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.4050>
- Nedomová, Š., & Buchar, J. (2014). Goose eggshell geometry. *Research in Agricultural Engineering*, 60 (3), 100–106. <https://doi.org/10.17221/80/2012-RAE>
- Ndenga, C., Kabuage, L. W., & Bett, E. K. (2017). Analysis of Consumer Preference in Product Attributes: A Case of Indigenous Chicken Eggs in Kenya. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 8(2).
- Ngapo, T. M., Rubio Lozano, M. S., & Braña Varela, D. (2018). Mexican consumers at the point of meat purchase. Pork choice. *Meat Science*, 135, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.005>
- Nielsen, N. I., Jørgensen, M., & Knude Rasmussen, I. (2013). Greenhouse Gas Emission from Danish Organic Egg Production estimated via LCA Methodology. Knowledge Centre for Agriculture, Denmark. <https://sp.landbrugsinfo.dk/Sider/Startside.aspx> (accessed 7 January 2022).
- Ochs, D. S., Wolf, C. A., Widmar, N. J. O., & Bir, C. (2018). Consumer perceptions of egg-laying hen housing systems. *Poultry Science*, 0, 1–7. <https://doi.org/10.3382/ps/pey205>
- Ochs, D.S., Wolf, C.A., Widmar, N.O., Bir, C. & Lai, J. (2019). Hen housing system information effects on U.S. egg demand. *Food Policy*, 87(10), 101743, <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.101743>
- Okamoto, Y., & Motomura, N. (2017). Anxiety and Depression in Cardiovascular Surgery. In D. Breznoščáková (Ed.), *Depression*. London, UK: InTechOpen. Pp. 39-54. <https://doi.org/10.5772/67064>.
- Olejnik, M., Szprengier-Juszkiewicz, T., & Jedziniak, P. (2010). CONFIRMATORY METHOD FOR DETERMINATION OF COCCIDIOSTATS IN EGGS. 8. *Bull Vet Inst Pulawy* 54, 327-333.
- Papanagiotou, P., Tzimitra-Kalogianni, I., & Melfou, K. (2013). Consumers’ expected quality and intention to purchase high quality pork meat. *Meat Science*, 93(3), 449–454. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.024>

- Park, S.H., Ham, S. & Lee, M.A. (2012). How to improve the promotion of Korean beef barbecue, bulgogi, for international customers: an application of quality function deployment. *Appetite*, 59, 324-32.
- Parpinello, G. P., Meluzzi, A., Sirri, F., Tallarico, N., & Versari, A. (2006). Sensory evaluation of egg products and eggs laid from hens fed diets with different fatty acid composition and supplemented with antioxidants. *Food Research International*, 39 (1), 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.05.010>
- Patricia Y. Hester, E. (2017). Egg Innovations and Strategies for Improvements. Nikki Levy, San Diego, pp. 465–474. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00044-5>
- Pettersson, I.C., Weeks, C.A., Wilson, L.R.M. & Nicol, C.J. (2016). Consumer perceptions of free-range laying hen welfare. *British Food Journal*, 118(8), 1999-2013. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2016-0065>
- Pejovic, D. (2014). The national illustrated cookbook/Ilustrovani narodni kuvar. Akia Mali Princ. Serbia.
- Pelletier, N., Ibarburu, M., & Xin, H. (2013). A carbon footprint analysis of egg production and processing supply chains in the Midwestern United States. *Journal of Cleaner Production*, 54, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.041>
- Pelletier, N., Ibarburu, M., & Xin, H. (2014). Comparison of the environmental footprint of the egg industry in the United States in 1960 and 2010. *Poultry Science*, 93(2), 241–255. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03390>
- Pelletier, N. (2017). Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type. *Journal of Cleaner Production*, 152, 167–180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.050>
- Pravilnik. (2011). Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemoterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama. Službeni glasnik Republike Srbije, 28/2011. Vlada Republike Srbije: Beograd, Srbija.
- Pravilnik. (2018a). Pravilnik o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda i testenina. Službeni glasnik Republike Srbije, 56/2018. Vlada Republike Srbije: Beograd, Srbija.
- Pravilnik. (2018b). Pravilnik o obrascu godišnjeg izveštaja o ostvarivanju ciljeva uštede energije. Službeni glasnik Republike Srbije, 65/2018. Vlada Republike Srbije: Beograd, Srbija.
- Pravilnik. (2019a). Pravilnik o kvalitetu jaja. Službeni glasnik Republike Srbije, 7/2019. Vlada Republike Srbije: Beograd, Srbija.
- Pravilnik. (2019b). Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja. Službeni glasnik Republike Srbije, 76/2019. Vlada Republike Srbije: Beograd, Srbija.
- Pusporini, P., Abhary, K., & Luong, L. (2013). Integrating Environmental Requirements into Quality Function Deployment for Designing Eco-Friendly Product. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 1(1), 80–84. <https://doi.org/10.7763/IJMMM.2013.V1.17>
- Rahmani, D., Kallas, Z., Pappa, M., & Gil, J. M. (2019). Are Consumers' Egg Preferences Influenced by Animal-Welfare Conditions and Environmental Impacts? *Sustainability*, 11(6218). <https://doi.org/10.3390/su11226218>
- Režek Jambrak A., Šimunek M., & Djekic I., (2018). Total quality index of ultrasound-treated blueberry and cranberry juices and nectars. *Food Science and Technology International*, 24 (5), 434-446. <https://doi.org/10.1177/1082013218764962>
- Rodríguez-Gonzalo, E., Mateos-Vivas, M., Domínguez-Álvarez, J., García-Gómez, D., & Carabias-Martínez, R. (2017). Anthelmintic Benzimidazoles in Eggs. In Egg Innovations and Strategies for Improvements (edited by P. Y. Hester). Pp. 465–474. San Diego, California, USA: Nikki Levy. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00044-5>.

- Roila, R., Branciarri, R., Pecorelli, I., Cristofani, E., Carloni, C., Ranucci, D., & Fioroni, L. (2019). Occurrence and Residue Concentration of Coccidiostats in Feed and Food of Animal Origin; Human Exposure Assessment. *Foods*, 8(10), 477. <https://doi.org/10.3390/foods8100477>.
- Rondoni, A., Asioli, D. & Millan, E. (2020). Consumer behaviour, perceptions, and preferences towards eggs: a review of the literature and discussion of industry implications. *Trends in Food Science and Technology*, 106, 391-401. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.038>
- Rubio, C., Ojeda, I., Gutierrez, A. J., Paz, S., González-Weller, D., & Hardisson, A. (2018). Exposure assessment of trace elements in fresh eggs from free-range and home-grown hens analysed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.02.001>.
- Sass, C.A.B., Kuriya, S., Da Silva, G.V., Silva, H.L.A., Da Cruz, A.G., Esmerino, E.A. & Freitas, M.Q. (2018). Completion task to uncover consumer’s perception: a case study using distinct types of hen’s eggs. *Poultry Science*, 97(5), 2591-2598. <https://doi.org/10.3382/ps/pey103>
- Samiullah, S., Roberts, J. R., & Chousalkar, K. (2015). Eggshell color in brown-egg laying hens—A review. *Poultry Science*, 94 (10), 2566–2575. <https://doi.org/10.3382/ps/pev202>
- Sasaki, K., Watanabe, G., Motoyama, M., Narita, T., Kawai, H., Kobayashi, T., Fujimura, S., Kobayashi, N., Honda, F., Matsushita, K., & Nakajima, I. (2019). Descriptive Sensory Traits of Cooked Eggs Laid from Hens Fed Rice Grain. *The Journal of Poultry Science*, 56(3), 231–235. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0180082>
- Senbeta, E., Zekele, N. & Molla, Y. (2015). Attitudes and perceptions of consumers to chicken egg attributes in eastern Ethiopia. *Journal of Animal Production Advances*, 5(6), 705. <https://doi.org/10.5455/japa.20150626043752>
- Shaheen, N., Ahmed, Md. K., Islam, Md. S., Habibullah-Al-Mamun, Md., Tukun, A. B., Islam, S., & M.A. Rahim, A. T. (2016). Health risk assessment of trace elements via dietary intake of ‘non-piscine protein source’ foodstuffs (meat, milk and egg) in Bangladesh. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(8), 7794–7806. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-6013-2>.
- Skunca, D., Tomasevic, I., Nastasijevic, I., Tomovic, V., & Djekic, I. (2018). Life cycle assessment of the chicken meat chain. *Journal of Cleaner Production*, 184, 440–450. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.274>
- Sokołowicz, Z., Krawczyk, J. K., & Dykiel, M. (2018). Effect of alternative housing system and hen genotype on egg quality characteristics. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30, 695–703. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i8.1753>
- Sonesson, U., Davis, J., & Ziegler, F. (2010). Food production and emissions of greenhouse gases: An overview of the climate impact of different product groups. SIK – Report No 802-210, The Swedish Institute for Food and Biotechnology. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/> (accessed 24 January 2022).
- Spain, C. V., Freund, D., Mohan-Gibbons, H., Meadow, R. G., & Beacham, B. (2018). Are They Buying It? United States Consumers’ Changing Attitudes toward More Humanely Raised Meat, Eggs, and Dairy. *Animals*, 8, 128. <https://doi.org/10.3390/ani8080128>
- Stadelman, W. J., & Cotterill, O. J. (2013). *Egg Science and Technology* (Fourth Edition). Routledge Taylor & Francis Group; Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Sun, J., & Wu, Y. (2016). Evaluation of dietary exposure to deoxynivalenol (DON) and its derivatives from cereals in China. *Food Control*, 69, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.040>.
- Sundlof, S. (2014). Veterinary Drugs Residues: Veterinary Drugs – General. In *Encyclopedia of Food Safety* (edited by Y. Motarjemi). Pp. 35–38. San Diego: Elsevier Science & Technology. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00248-1>.
- Suwannarach, N., Kaewyana, C., Yodmeeklin, A., Kumla, J., Matsui, K., & Lumyong, S. (2017). Evaluation of *Muscodor cinnamomi* as an egg biofumigant for the reduction of microorganisms on eggshell surfaces and its effect on egg quality. *International Journal of Food Microbiology*, 244, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.12.021>

- Škrbić, Z., Lukić, M., Petričević, V., Bogosavljević-Bošković, S., Rakonjac, S., Dosković, V., & Tolimir, N. (2020). QUALITY OF EGGS FROM PASTURE REARING LAYERS OF DIFFERENT GENOTYPES. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 36(2), 181–190. <https://doi.org/10.2298/BAH2002181S>
- Taylor, R. C., Omed, H., & Edwards-Jones, G. (2014). The greenhouse emissions footprint of free-range eggs. *Poultry Science*, 93(1), 231–237. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03489>
- Tamiru, H., Duguma, M., Furgasa, W., & Yimer, L. (2019). REVIEW ON CHICKEN EGG QUALITY DETERMINATION, GRADING AND AFFECTING FACTORS. 01 (01), 10. Available at: <http://ajmsrr.com/index.php/ajmsrr>
- Teixeira, D. L., Larraín, R., & Hořtel, M. J. (2018). Are views towards egg farming associated with Brazilian and Chilean egg consumers' purchasing habits? *PLoS ONE*, 13(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203867>
- Tolimir, N., Maslovarić, M., Škrbić, Z., Lukić, M., Rajković, B., & Radišić, R. (2017). CONSUMER CRITERIA FOR PURCHASING EGGS AND THE QUALITY OF EGGS IN THE MARKETS OF THE CITY OF BELGRADE. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 33(4), 425–437. <https://doi.org/10.2298/BAH1704425T>
- Tomasevic, I., Tomovic, V., Milovanovic, B., Lorenzo, J., Đorđević, V., Karabasil, N., & Djekic, I. (2019). Comparison of a computer vision system vs. Traditional colorimeter for color evaluation of meat products with various physical properties. *Meat Science*, 148, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.09.015>
- Udovicki, B., Djekic, I., Kalogianni, E., & Rajkovic, A. (2019). Exposure Assessment and Risk Characterization of Aflatoxin M1 Intake through Consumption of Milk and Yoghurt by Student Population in Serbia and Greece. *Toxins*, 11(4), 205. <https://doi.org/10.3390/toxins11040205>.
- Upadhyaya, I., Yin, H.-B., Nair, M. S., & Venkitanarayanan, K. (2017). Natural Approaches for Improving Postharvest Safety of Egg and Egg Products. In *Producing Safe Eggs* (edited by S. C. Ricke & R. K. Gast). Pp. 391–420. Orlando, USA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802582-6.00019-7>.
- USEPA. (1989). Risk assessment guidance for superfund. Human Health Evaluation Manual Part A. Interim Final, 1, 289. United States Environmental Protection Agency Washington, DC. EPA/540/1-89/002.
- USEPA. (2003). Framework for Cumulative Risk Assessment. Risk Assessment Forum U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC. EPA/630/P-02/001F.
- USEPA. (2005). Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. Risk Assessment Forum U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC. EPA/630/P-03/001F.
- Valeriy G. Narushin, Michael N. Romanov, Gang Lu, James Cugley & Darren K. Griffin (2020). Digital imaging assisted geometry of chicken eggs using Hügelschaffer's model. *Biosystems Engineering*, 197, 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.06.008>
- Vetter, S. H., Malin, D., Smith, P., & Hillier, J. (2018). The potential to reduce GHG emissions in egg production using a GHG calculator - A Cool Farm Tool case study. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1068–1076. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.199>
- Vehab, A., Huremović, J., Sabina, Ž., & Šabanović, E. (2019). Essential and toxic metals content in hen eggs at different geographic area in Bosnia and Herzegovina. *Annals. Food Science and Technology*, 20(1), 97-104.
- Wittenberg, E., Bharel, M., Bridges, J. F. P., Ward, Z., & Weinreb, L. (2016). Using best worst scaling to understand patient priorities: A case example of papanicolaou tests for homeless women. *The Annals of Family Medicine*, 14(4), 359–364. <https://doi.org/10.1370/afm.1937>
- Wang, J., Yue, H., Wu, S., Zhang, H., & Qi, G. (2017). Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers. *Animal Nutrition*, 3(2), 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.03.001>
- Wang, B., Liu, J., Zhao, X., Xie, K., Diao, Z., Zhang, G., Zhang, T., & Dai, G. (2020). Determination of Eight Coccidiostats in Eggs by Liquid–Liquid Extraction–Solid-Phase Extraction and

- Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry. *Molecules*, 25(4), 987. <https://doi.org/10.3390/molecules25040987>.
- Wang, L. C., Ruan, Z. T., Wu, Z. W., Yu, Q. L., Chen, F., Zhang, X. F., Zhang, F. M., Linhardt, R. J. & Liu, Z. G. (2021). Geometrical characteristics of eggs from 3 poultry species. *Poultry Science*, 100, 100965. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.062>
- Wiedemann, S. G., & McGahan, E. J. (2011). A report for the Australian Egg Corporation Limited. Available at:<https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/detail/es/c/263419/> (accessed 7 January 2022).
- Yang, Y.-C. (2018). Factors affecting consumers' willingness to pay for animal welfare eggs in Taiwan. *International Food and Agribusiness Management Review*, 21(6). <https://doi.org/10.22434/IFAMR2017.0072>
- Younesi, M., & Roghanian, E. (2015). A framework for sustainable product design: A hybrid fuzzy approach based on Quality Function Deployment for Environment. *Journal of Cleaner Production*, 108, 385–394. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.028>
- Zaheer, K. (2015). An Updated Review on Chicken Eggs: Production, Consumption, Management Aspects and Nutritional Benefits to Human Health. *Food and Nutrition Sciences*, 06(13), 1208–1220. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.613127>
- Zakowska-Biemans, S., & Tekie ´n, A. (2017). Free Range, Organic? Polish Consumers Preferences Regarding Information on Farming System and Nutritional Enhancement of Eggs: A Discrete Choice Based Experiment. *Sustainability*, 9(1999). <https://doi.org/10.3390/su9111999>
- Zhang R., & El-Mashad, H., (2017). Waste management in egg production, in: Roberts, J. (Eds.), *Achieving sustainable production of eggs*. Burleigh Dodds Science Publishing, London, UK, p. 24. <https://doi.org/10.19103/AS.2016.0012.30>
- Zhang, M., Li, J., Chang, C., Wang, C., Li, X., Su, Y., & Yang, Y. (2019). Effect of egg yolk on the textural, rheology and structural properties of egg gels. *Journal of Food Engineering*, 246, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.024>



## PRILOG 1. Upitnik o rangiranju karakteristika kvaliteta pri kupovini jaja

Rangirajte najvažnije karakteristike jaja u momentu kupovine od 1 do 9: 1 - "najvažnije", 9 - "najmanje važno"					
Boja ljuske	_____	Vrsta hibrida koka nosilja	_____	Brend	_____
Veličina jaja	_____	Ishrana koka nosilja	_____	Pakovanje	_____
Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	_____	Izgled ljuske	_____	Rok upotrebe	_____

Pokušajte da se fokusirate na poslednju kupovinu jaja. Za svaku od sledećih tabela izaberite samo po jedan od razloga koji su NAJVIŠE uticali na vaš izbor i onaj koji je NAJMANJE uticao na Vaš izbor pri kupovini.

Najviše/Najbolje (samo jedan odgovor)	Karakteristika	Najmanje/Najgore (samo jedan odgovor)
<input type="checkbox"/>	Veličina jaja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta hibrida koka nosilja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Pakovanje	<input type="checkbox"/>

Najviše/Najbolje (samo jedan odgovor)	Karakteristika	Najmanje/Najgore (samo jedan odgovor)
<input type="checkbox"/>	Pakovanje	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Boja ljuske	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Rok upotrebe	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Ishrana koka nosilja	<input type="checkbox"/>

Najviše/Najbolje (samo jedan odgovor)	Karakteristika	Najmanje/Najgore (samo jedan odgovor)
<input type="checkbox"/>	Ishrana koka nosilja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Rok upotrebe	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Veličina jaja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Izgled ljuske	<input type="checkbox"/>

Najviše/Najbolje (samo jedan odgovor)	Karakteristika	Najmanje/Najgore (samo jedan odgovor)
<input type="checkbox"/>	Boja ljuske	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta hibrida koka nosilja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Izgled ljuske	<input type="checkbox"/>

Najviše/Najbolje (samo jedan odgovor)	Karakteristika	Najmanje/Najgore (samo jedan odgovor)
<input type="checkbox"/>	Vrsta hibrida koka nosilja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Ishrana koka nosilja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Vrsta proizvodnje (organska/konvencionalna)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Brend	<input type="checkbox"/>

Najviše/Najbolje (samo jedan odgovor)	Karakteristika	Najmanje/Najgore (samo jedan odgovor)
<input type="checkbox"/>	Izgled ljuske	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Veličina jaja	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Boja ljuske	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Brend	<input type="checkbox"/>

## PRILOG 2. Upitnik - Saglasnost sa izjavama o kvalitetu jaja – potrošači

STEPEN SLAGANJA					
Izjava	Stepen slaganja / neslaganja				
Navedite u kojoj meri ste saglasni sa sledećim izjavama	uopšte se ne slažem	ne slažem se	nemam stav	slažem se	veoma se slažem
	1	2	3	4	5
Konsumiranje 1 ili 2 jaja dnevno je deo zdrave ishrane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsumiranje više od 2 jaja nedeljno loše utiče na zdravlje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jedem manje jaja nego pre nekoliko godina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jedem manje jaja zbog zabrinutosti za moj nivo holesterola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svakodnevno konzumiranje jaja izlaže me većem riziku od srčanih oboljenja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zadovoljan/na sam bezbednošću konzumnih jaja u prodaji	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Generalno, jaja su bezbedna za ljudsku ishranu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sumnjam u bezbednost jaja zbog incidenata vezanih za <i>Salmonella spp.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nepravilno rukovanje jajima u domaćinstvu je glavni uzrok za salmonelozu (trovanje <i>Salmonella spp.</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsumiranje jaja ne povećava rizik od srčanih oboljenja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kada jedem jaja izložen(a) sam malom riziku po zdravlje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja ne utiču na nivo mog holesterola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Braon/smeđa jaja su hranljivija od belih	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kvalitet jaja utiče na zdravlje i ishranu ljudi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja sa tamnijim žumancem imaju veću hranljivu vrednost	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja sa tamnijom bojom žumanceta imaju bolji ukus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja su bogata vitaminima i mineralima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja su dobar izvor visokokvalitetnih proteina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja su deo zdrave ishrane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja su dobar izvor vitamina D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja se lako i brzo pripremaju	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja su veoma hranljiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Izjava	Stepen slaganja / neslaganja				
Jaja su jeftina za upotrebu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja se mogu kombinovati sa drugim namirnicama (raznovrsnost upotrebe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja iz slobodnog uzgoja/ili organska jaja imaju braon ljusku	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja iz slobodnog uzgoja su zdravija od jaja iz kaveznih sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veća je verovatnoća da će organska jaja ili jaja iz slobodnog uzgoja biti kontaminirana salmonelom ( <i>Salmonella</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organska jaja ili jaja iz slobodnog uzgoja imaju veću hranljivu vrednost od jaja iz kaveznih sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jaja slobodnog uzgoja su boljeg ukusa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ne interesuje me način uzgoja koka nosilja na farmi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ne zanima me način ishrane koka nosilja na farmi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Više volim da kupim jaja iz slobodnog uzgoja zbog kvaliteta koji garantuje sertifikacija samog procesa proizvodnje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### **PRILOG 3. Upitnik o karakteristikama kvaliteta jaja na farmi**

Molim Vas poredajte po važnosti sledeće karakteristike kvaliteta koje su povezane sa vašom proizvodnjom jaja (1 – najvažnija karakteristika, 10 – najmanje važna karakteristika kvaliteta).

<b>Karakteristike kvaliteta</b>	<b>RANG VAŽNOSTI</b>
Hibrid koka nosilja	
Sistem proizvodnje jaja	
Ambijentalni uslovi na farmi (temperatura, osvetljenje,...)	
Učešće (XL) klase u ukupnoj proizvodnji jaja	
Ukupna količina proizvedenih jaja	
Udeo oštećenih jaja	
Dobrobit životinja (koka nosilja) na farmi	
Sastav hrane za životinje	
Način i vrsta pakovanja jaja	
Odnos nabavne cene koka nosilja i kvaliteta	

## PRILOG 4. Upitnik o karakteristikama kvaliteta jaja u maloprodaji

Molimo Vas poredajte po važnosti sledeće karakteristike kvaliteta usluge prodaje konzumnih jaja u vašem maloprodajnom objektu (1 – najvažnija karakteristika kvaliteta, 10 – najmanje važna karakteristika kvaliteta).

Karakteristika kvaliteta	RANG VAŽNOSTI
Informacije o poreklu i sistemu proizvodnje jaja (etiketa)	
Uslovi transporta od farme do maloprodaje (temperatura, higijena,...)	
Osvetljenost rashladnih vitrina	
Način izloženosti/vidljivost proizvoda	
Klasa jaja	
Spoljašnje karakteristike ljuske (oblik, boja, čistoća)	
Temperatura čuvanja	
Vrsta pakovanja (broj jaja u pakovanju)	
Starost jaja (svežina)	
Odnos nabavne cene i kvaliteta	

Molimo Vas poredajte po važnosti sledeće karakteristike kvaliteta koje očekujete od vaših dobavljača koji se bave proizvodnjom jaja (1 – najvažnija karakteristika kvaliteta, 10 – najmanje važna karakteristika kvaliteta).

Karakteristika kvaliteta	RANG VAŽNOSTI
Hibrid koka nosilja	
Sistem proizvodnje jaja	
Ambijentalni uslovi na farmi (temperatura, osvetljenje,...)	
Učešće (XL) klase u ukupnoj proizvodnji jaja	
Ukupna količina proizvedenih jaja	
Udeo oštećenih jaja	
Dobrobit životinja (koka nosilja) na farmi	
Sastav hrane za životinje	
Način i vrsta pakovanja jaja	
Odnos nabavne cene koke nosilje i kvaliteta	

## PRILOG 5. Upitnik o karakteristikama kvaliteta jaja u domaćinstvu

Molim Vas poredajte po važnosti sledeće karakteristike kvaliteta koji su povezani sa konzumiranjem jaja u vašem domaćinstvu (1 – najvažnija karakteristika kvaliteta, 10 – najmanje važna karakteristika kvaliteta).

Karakteristika kvaliteta	RANG VAŽNOSTI
Veličina i oblik jaja	
Čistoća ljuske jaja	
Boja ljuske jaja	
Izgled žumanca (boja, debljina)	
Izgled belanca	
Svežina jaja	
Debljina i čvrstoća ljuske jaja	
Miris jaja	
Ukus jaja	
Odnos nabavne cene i kvaliteta	

Molim Vas poredajte po važnosti sledeće karakteristike kvaliteta koje očekujete prilikom kupovine konzumnih jaja u nekom maloprodajnom objektu (1 – najvažnija karakteristika kvaliteta, 10 – najmanje važna karakteristika kvaliteta).

Karakteristika kvaliteta	RANG VAŽNOSTI
Informacije o poreklu i sistemu proizvodnje jaja (etiketa)	
Uslovi transporta od farme do maloprodaje (temperatura, higijena,...)	
Osvetljenost rashladnih vitrina	
Način izloženosti/vidljivost proizvoda	
Klasa jaja	
Spoljašnje karakteristike ljuske (oblik, boja, čistoća)	
Temperatura čuvanja	
Vrsta pakovanja (broj jaja u pakovanju)	
Starost jaja (svežina)	
Odnos nabavne cene i kvaliteta	

## PRILOG 6. Upitnik za senzornu ocenu kvaliteta tvrdo kuvanih jaja

Šifra _____	Ime i prezime _____	Datum _____
Vizuelni izgled oblika kuvanog jajeta	<u>Okrugao</u>	Idealno jajoliki
Intenzitet mirisa	Ništa	Intenzivno
Intenzitet ukusa	Ništa	<u>Intenzivno</u>
Intenzitet tvrdoće žumanca	Meko	<u>Tvrdo</u>
Intenzitet tvrdoće belanca	Meko	<u>Tvrdo</u>
Intenzitet lepljivosti žumanca za desni	<u>Ništa</u>	<u>Lepljivo</u>

## PRILOG 7. Upitnik o konzumiranju jaja i proizvoda od jaja – potrošači

<b>Pol:</b>	<input type="checkbox"/> muški <input type="checkbox"/> ženski	<b>Koliko imate godina?</b> _____
<b>Obrazovanje:</b>	<input type="checkbox"/> osnovna škola <input type="checkbox"/> srednja škola <input type="checkbox"/> viša škola <input type="checkbox"/> student <input type="checkbox"/> fakultet <input type="checkbox"/> master/dr	
<b>Kolika je Vaša masa?</b> _____ kg	<b>Kolika je Vaša visina?</b> _____ cm	
<b>Da li se bavite nekim sportom?</b>	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne	
<b>Ako je odgovor da, koliko vremena nedeljno provodite vežbajući?</b> _____ minuta		

<b>Gde najčešće kupujete jaja?</b>	<b>Koliko često kupujete jaja?</b>
<input type="checkbox"/> supermarket <input type="checkbox"/> pijaca <input type="checkbox"/> prodavnica <input type="checkbox"/> direktno od proizvođača (farma) <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> najmanje 2 puta nedeljno <input type="checkbox"/> 1 nedeljno <input type="checkbox"/> 1 u 2 nedelje <input type="checkbox"/> 1 mesečno i ređe <input type="checkbox"/> 1 mesečno
<b>Koliko često konzumirate jaja?</b>	<b>Kako najčešće konzumirate jaja?</b>
<input type="checkbox"/> svakog dana <input type="checkbox"/> nekoliko puta nedeljno <input type="checkbox"/> 1 nedeljno <input type="checkbox"/> 1 mesečno <input type="checkbox"/> nekoliko puta mesečno	<input type="checkbox"/> kuvana jaja <input type="checkbox"/> pržena jaja <input type="checkbox"/> omlet <input type="checkbox"/> u obrocima <input type="checkbox"/> u pecivima <input type="checkbox"/> ostalo: _____
<b>Kada najčešće konzumirate jaja?</b>	<b>Šta češće konzumirate?</b>
<input type="checkbox"/> doručak <input type="checkbox"/> ručak <input type="checkbox"/> večera <input type="checkbox"/> užina <input type="checkbox"/> bilo kada tokom dana	<input type="checkbox"/> jaja <input type="checkbox"/> proizvode od jaja <hr/> <b>Koja jaja najčešće konzumirate?</b> <input type="checkbox"/> jaja bele boje <input type="checkbox"/> jaja braon boje



### Koliko često konzumirate jaja i proizvode od jaja?

<b>Kuvana jaja</b>	<b>Pržena jaja (jaja na oko)</b>	<b>Omlet / kajgana</b>
<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno
<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno
<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno
<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno
<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno
<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje
<b>Proizvodi sa mesom</b> (pohovano meso, čufte, faširane šnicle, musaka...)	<b>Proizvodi sa povrćem</b> (pohovane tikvice, paprika, paradajz, sataras, karfiol...)	<b>Testenine</b> (makarone, paste, lazanje, hladne salate...)
<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno
<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno
<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno
<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno
<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno
<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje
<b>Pekarski proizvodi</b> (kroasani, krofne, pite, proja...)	<b>Pohovani morski proizvodi</b> (riba, lignje, škampi, morski puževi...)	<b>Ostali pohovani proizvodi</b> (pohovani hleb, uštipak, sir)
<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno
<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno
<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno
<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno
<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno
<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje

<b>Majonez</b>	<b>Kolači i torte</b>	<b>Palačinke</b>
<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno	<input type="checkbox"/> 2+ dnevno
<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno	<input type="checkbox"/> 1 put dnevno
<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 5-6 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 3-4 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno	<input type="checkbox"/> 2 puta nedeljno
<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno	<input type="checkbox"/> 1 put nedeljno
<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno	<input type="checkbox"/> 2-3 puta mesečno
<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno	<input type="checkbox"/> 1 put mesečno
<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje	<input type="checkbox"/> nekoliko puta godišnje

#### **DNEVNI / SEDMODNEVNI MENI SA OVIM PROIZVODIMA**

<b>JAJA</b>	<b>Koliko ste pojeli jaja juče? [kom]</b>	<b>Koliko ste pojeli u prethodnih sedam dana? [kom]</b>
Kuvana jaja		
Pržena jaja		
Omlet / kajgana		
<b>PREHRAMBENI PROIZVOD</b>	<b>Koliko ste pojeli juče? [gr]</b>	<b>Koliko ste pojeli u prethodnih sedam dana? [gr]</b>
Proizvodi sa mesom		
Proizvodi sa povrćem		
Testenine		
Pekarski proizvodi		
Pohovani morski plodovi		
Ostali pohovani proizvodi		
Majonez		
Kolači / torte		
Palačinke		

Slike jaja i proizvoda na bazi jaja sa unapred definisanim veličinama porcija



(1 kuvano jaje = 60g)



(2 pržena jaja = 2x50g = 100g)



(1 kaigana = 150g)



(1 omlet = 100g jaja + 80g sira/povrca), (1 parče pohovanog mesa = 150g) (2 čufte 2x85g = 170g)



(1 kocka musake = 300g)



(1 faširana šnicla = 100g)



(1 pohovana paprika = 80g)



(1 pohvana tikvica = 40g)



(1x pohovani patlidžan = 40g)



(1 porcija satarša = 220g)



(1 porcija karfiola = 150g)



(1 kocka makarona = 400g)



(1 porcija testanina = 400g)



(1 kocka lazanja = 250g)



(1 porcija ruske salata = 200g)



1 porcija obrok salata (1xjaje)



(1 kifla/kroasan = 100g)



(1 krofna = 80g)



(1 praja = 75g)



(1 parče pite = 250g)



(1 parča ribe = 150g)



(1 porcija lignji = 300g)



(1 file oslića = 60g)



(1 kraba = 60g)



(1 štapić = 50g)



(1 x morski plodovi = 400g)



(1 škamp = 20g)



(1 prženica = 65g)



(1 parče pohovanog sira = 100g)



(1 uštipak = 30g)



(1 kolutić pohovanog luka = 20g)



(1 parče torte = 200g)



(1 princes krofna = 50g)



(1 mafin = 50g)



(1 parče kolača = 100g)



(1 palačinka = 100g)

## PRILOG 8. Upitnik LCA- proizvodnja jaja na farmi

1.	Naziv proizvođača:	Lokacija:	
2.	Vrste koka nosilja:	Broj farme:	
3.	Površina objekta	_____ m <sup>2</sup>	Broj koka nosilja _____
4.	Sistem proizvodnje je: <input type="checkbox"/> Konvencionalni (klasični kavezi) <input type="checkbox"/> Klasični podni sistem <input type="checkbox"/> Podni sistem sa ispustom <input type="checkbox"/> Organski uzgoj <input type="checkbox"/> Slobodni uzgoj <input type="checkbox"/> Kombinacija kaveza i podnog sistema (avijarni)		
5.	Da li vršite uzgoj koka nosilja do 18 nedelja:	<input type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/> Ne
6.	Ko vrši transport koka nosilja do vašeg objekta?	<input type="checkbox"/> Uzgajivači	<input type="checkbox"/> Mi (proizvodnja)
7.	Udaljenost farme za uzgoj jata _____ km	Broj isporuka godišnje: _____ puta	Vrsta vozila za transport: _____
10.	Godišnja proizvodnja konzumnih jaja je	_____ komada	
11.	Koliki je udeo proizvedenih jaja po klasama kvaliteta: A klasa (sveža jaja) % _____ Ekstra A klasa % _____ B klasa (jaja za industrijsku proizvodnju) % _____		
12.	Koliki je udeo proizvodnje jaja A klase po grupama: XL (%): _____ L (%): _____ M (%): _____ S (%): _____		
13.	Koja je ukupna prosečna masa odbačenih jaja?	_____ kg	
14.	Kako se postupa sa oštećenim jajima? <input type="checkbox"/> Dalja prerada (prehrambena industrija) <input type="checkbox"/> Bacaju se <input type="checkbox"/> Hrana za životinje		
15.	Godišnja potrošnja hrane za koke nosilje	_____ kg	
16.	Procenite prosečan sastav hrane za koke nosilje : Kukuruz (%): _____ Ječam (%): _____ (%) : _____ <navedite sastojak> Pšenica (%): _____ Soja (%): _____ (%) : _____ <navedite sastojak>		
17.	Ko vrši transport stočne hrane do vašeg objekta za proizvodnju:		
18.	Udaljenost dobavljača hrane: _____ km	Broj isporuka godišnje: _____ puta	Vrsta vozila za transport: _____
19.	Sakupljanje jaja vrši se:	<input type="checkbox"/> Automatski	<input type="checkbox"/> Ručno
20.	Koju vrstu ambalaže koristite za pakovanje jaja? <input type="checkbox"/> Karton <input type="checkbox"/> Stiropor <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Ostalo: _____		
21.	Koji tip vode je u upotrebi:	<input type="checkbox"/> Bunarska voda	<input type="checkbox"/> Voda iz vodovoda
22.	Procenite godišnju potrošnju vode	_____ L	
23.	Procenite godišnju potrošnju fosilnih goriva korišćenih na farmi: Godišnja potrošnja tečnog naftnog gasa (LPG): _____ kg    Godišnja potrošnja dizela: _____ L Godišnja potrošnja prirodnog gasa: _____ m <sup>3</sup> Godišnja potrošnja benzina: _____ L		
24.	Procenite godišnju potrošnju električne energije (osvetljenje, uređaji i dr.):	_____ kWh	
25.	Procenite godišnju potrošnju drugih izvora energije Drvo _____ m <sup>3</sup> Pelet _____ kg    Ostalo _____ (kg/L)		
26.	Koliko izlučenih koka se zameni na godišnjem nivou?	_____ komada	
27.	Koja je prosečna masa izlučene koke?	_____ kg	
28.	Koja je prosečna starost izlučenih koka?	_____ nedelja	
29.	Kako se postupa sa izlučenim kokama?		

	<input type="checkbox"/> odvoze se u klanicu (ljudska upotreba)	<input type="checkbox"/> proizvodnja hrane za životinje (kućne ljubimce)
	<input type="checkbox"/> vraćaju se uzgajivačima/dobavljačima	<input type="checkbox"/> kompostiranje
30.	Procenite godišnju količinu koka koje se odvoze u klanicu	_____ kg ili %
31.	Procenite godišnju količinu uginulih životinja	_____ kg ili %
32.	Procenite godišnju količinu stajnjaka u vašem objektu	_____ kg
33.	Kako skladištite stajnjak? <input type="checkbox"/> Unutar objekta <input type="checkbox"/> Odvojeno u objektu <input type="checkbox"/> Direktno na zemlju <input type="checkbox"/> Objekat za skaldištenje <input type="checkbox"/> Objekat za kompostiranje	
34.	Kako se postupa sa stajnjakom (namena)? <input type="checkbox"/> Nanosi se na zemljište useva <input type="checkbox"/> Prodaje se za đubrivo <input type="checkbox"/> Drugo: _____	
35.	Koliko puta godišnje iznosite stajnjak iz objekta?	_____ puta
36.	Procenite godišnju potrošnju hemijskih sredstava za pranje i dezinfekciju: Alkalna sredstva _____ L      Kisela sredstva _____ L      Druga sredstva _____ L	
37.	Procenite godišnju količinu ispuštene otpadne vode	_____ L
38.	Procenite godišnju količinu organskog otpada (uključujući i uginule životinje)	_____ kg
39.	Procenite godišnju količinu neorganskog otpada: Drvo: _____ kg      Plastika: _____ kg      Karton /papir: _____ kg Ostali otpad _____ kg      Ostali otpad _____ kg	
	Ko vrši transport neorganskog otpada?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> _____
	Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka mesečno: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____
40.	Ko vrši transport jaja do maloprodaje?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> Kupac
	Uslovi transporta do maloprodaje: Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka mesečno: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____
41.	Ko vrši transport zamene jata?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> _____
	Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka mesečno: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____
42.	Ko vrši transport izlučenih koka nosilja do klanice?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> _____
	Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka godišnje: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____
43.	Ko vrši transport (isporuku) ambalaže za pakovanje?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> _____
	Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka mesečno: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____
44.	Ko vrši transport stajnjaka?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> _____
	Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka mesečno: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____
45.	Ko vrši transport organskog otpada?	<input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> _____
	Udaljenost objekta _____ km	Broj isporuka mesečno: _____ Puta
	Vrsta vozila za transport:	_____

## PRILOG 9. Upitnik LCA-maloprodaja jaja

1.	Naziv _____	Lokacija _____
2.	Godišnja količina jaja koja dođe u maloprodaju	_____ kom
3.	Godišnji otpis jaja	_____ kom
4.	Godišnja prodaja jaja	_____ kom
5.	Godišnja potrošnja vode	_____ L
6.	Godišnja potrošnja električne energije (osvetljenje, uređaji i dr.):	_____ kWh
7.	Godišnja potrošnja materijala za pakovanje jaja:	
	Stiropor: _____ kg	Karton /papir _____ kg
	PVC _____ kg	Termoskupljajuća folija: _____ kg
8.	Godišnja potrošnja hemijskih sredstava za pranje i dezinfekciju	
	Alkalna sredstva _____ L	Kisela sredstva _____ L    druga sredstva _____ L
9.	Godišnja količina jaja koja se ne proda u roku upotrebe	_____ kg / kom
10.	Godišnja količina organskog otpada od jaja (lom)	_____ kg / kom
11.	Procenite godišnju količinu neorganskog otpada:	
	Stiropor: _____ kg	Karton /papir: _____ kg
	PVC: _____ kg	Termoskupljajuća folija: _____ kg
12.	Koje rashladne uređaje koristite?	
	Pun naziv: _____	Kapacitet: _____ L    Temperatura: _____ °C
	Pun naziv: _____	Kapacitet: _____ L    Temperatura: _____ °C
	Pun naziv: _____	Kapacitet: _____ L    Temperatura: _____ °C
13.	Ko vrši transport jaja od proizvodnje do maloprodajnog objekta?	
	<input type="checkbox"/> naši dobavljači (proizvođači)	<input type="checkbox"/> mi (maloprodaja)
14.	Koja je udaljenost od objekta proizvodnje do maloprodaje? (ako ima više navedite za sve)	
15.	Dobavljač 1	Udaljenost _____ km    Broj mesečnih isporuka _____ Puta
	Vrsta vozila za transport _____	
	Dobavljač 2	Udaljenost _____ km    Broj mesečnih isporuka _____ Puta
	Vrsta vozila za transport _____	
	Dobavljač 3	Udaljenost _____ km    Broj mesečnih isporuka _____ Puta
	Vrsta vozila za transport _____	
	Dobavljač 4	Udaljenost _____ km    Broj mesečnih isporuka _____ Puta
Vrsta vozila za transport _____		
	Dobavljač 5	Udaljenost _____ km    Broj mesečnih isporuka _____ Puta
Vrsta vozila za transport _____		



## PRILOG 10. Upitnik LCA-upotreba jaja u domaćinstvu

1.	Koliki je broj članova vašeg domaćinstva	_____ osoba	
2.	Procenite ukupnu nedeljnu potrošnju kokošijih jaja	_____ kom	
3.	Koji je okvirni broj kupovina jaja nedeljno	_____ puta	
4.	Procenite udaljenost objekta u kome najčešće kupujete jaja	_____ km	
	Kako idete u kupovinu jaja (način dolaska do objekta)?		
5.	<input type="checkbox"/> pešice	<input type="checkbox"/> autobusom	<input type="checkbox"/> automobilom na TNG (gas)
	<input type="checkbox"/> automobilom sa dizel motorom	<input type="checkbox"/> automobilom na bezolovni benzin	
	Koji izvor energije koristite za pripremu jaja?		
6.	<input type="checkbox"/> šporet koji koristi električnu energiju	<input type="checkbox"/> šporet na drva	
	<input type="checkbox"/> šporet na ugalj	<input type="checkbox"/> šporet na gas / plin	
	<input type="checkbox"/> šporet na pelet	<input type="checkbox"/> ostalo (navedite šta) _____	
7.	Koliko vremena nedeljno koristite šporet za pripremu jaja?	_____ min	
8.	Procenite nedeljnu potrošnju vode za kuvanje jaja	_____ ml	
9.	Procenite nedeljnu potrošnju ulja za prženje jaja	_____ ml	
10.	Koliko puta nedeljno se pripremaju jaja u vašem domaćinstvu?	_____ puta	
11.	Procenite ukupnu prosečnu nedeljnu količinu organskog otpada od pripreme jaja (ljuska)	_____ kg	
	Procenite prosečnu nedeljnu količinu neorganskog otpada od pakovanja konzumnih jaja		
12.	Plastične kese / posude: _____ komada	Kartonske kutije: _____ komada	
	Posude od stiropora: _____ komada	Papir/novine : _____ komada	
13.	Koliko prosečno dana čuvate jaja u frižideru?	_____ dana	
	Koju vrstu frižidera koristite?		
14.	<input type="checkbox"/> običan	<input type="checkbox"/> no frost	
	<input type="checkbox"/> sa jednim vratima	<input type="checkbox"/> sa dvoja vrata	
15.	Navedite naziv proizvođača i model vašeg frižidera?		
16.	Navedite puni naziv vašeg šporeta?		
17.	Da li ste dopunjavali vaš frižider nekim rashladnim medijumom (freonom) ?	<input type="checkbox"/> da	<input type="checkbox"/> ne

## **PRILOG 11. Upitnik za rangiranje uticaja na životnu sredinu-farma**

Molim Vas poredajte po važnosti sledeće uticaje na životnu sredinu koji su povezani sa vašom proizvodnjom jaja (1 – najveći uticaj na životnu sredinu; 12 – najmanji uticaj na životnu sredinu).

<b>Uticaj na životnu sredinu</b>	<b>RANG VAŽNOSTI</b>
Potrošnja vode kao prirodnog resursa	
Potrošnja električne energije	
Potrošnja fosilnih goriva (dizel, bezolovni benzin, TNG)	
Odlaganje organskog / biorazgradivog otpada	
Odlaganje neopasnog / inertnog otpada	
Odlaganje opasnog otpada	
Ispuštanje otpadnih voda	
Zagađenje zemljišta	
Zagađenje voda	
Zagađenje vazduha	
Uticaj na biljni i životinjski svet	
Uticaj na klimatske promene	

## PRILOG 12. Upitnik za rangiranje uticaja na životnu sredinu-maloprodaja

Molimo Vas poredajte po važnosti sledeće uticaje na životnu sredinu koji su povezani sa vašim maloprodajnim objektom (1 – najveći uticaj na životnu sredinu; 12 – najmanji uticaj na životnu sredinu).

Uticaj na životnu sredinu	RANG VAŽNOSTI
Potrošnja vode kao prirodnog resursa	
Potrošnja električne energije	
Potrošnja fosilnih goriva (dizel, bezolovni benzin, TNG)	
Odlaganje organskog / biorazgradivog otpada	
Odlaganje neopasnog / inertnog otpada	
Odlaganje opasnog otpada	
Ispuštanje otpadnih voda	
Zagađenje zemljišta	
Zagađenje voda	
Zagađenje vazduha	
Uticaj na biljni i životinjski svet	
Uticaj na klimatske promene	

Molim Vas poredajte po važnosti uticaje na životnu sredinu koje očekujete kod vaših dobavljača koji se bave proizvodnjom jaja (1 – najveći uticaj na životnu sredinu; 12 – najmanji uticaj na životnu sredinu).

Uticaj na životnu sredinu	RANG VAŽNOSTI
Potrošnja vode kao prirodnog resursa	
Potrošnja električne energije	
Potrošnja fosilnih goriva (dizel, bezolovni benzin, TNG)	
Odlaganje organskog / biorazgradivog otpada	
Odlaganje neopasnog / inertnog otpada	
Odlaganje opasnog otpada	
Ispuštanje otpadnih voda	
Zagađenje zemljišta	
Zagađenje voda	
Zagađenje vazduha	
Uticaj na biljni i životinjski svet	
Uticaj na klimatske promene	

### **PRILOG 13. Upitnik za rangiranje uticaja na životnu sredinu-domaćinstvo**

Molim Vas poredajte po važnosti uticaje na životnu sredinu koji su povezani sa konzumiranjem jaja u vašem domaćinstvu (1 – najveći uticaj na životnu sredinu; 7 – najmanji uticaj na životnu sredinu).

<b>Uticaj na životnu sredinu</b>	<b>RANG VAŽNOSTI</b>
Potrošnja vode kao prirodnog resursa	
Potrošnja električne energije	
Potrošnja fosilnih goriva (dizel, bezolovni benzin, TNG)	
Odlaganje organskog / biorazgradivog otpada	
Odlaganje neopasnog / inertnog otpada	
Odlaganje opasnog otpada	
Ispuštanje otpadnih voda	
Zagađenje zemljišta	
Zagađenje voda	
Zagađenje vazduha	
Uticaj na biljni i životinjski svet	
Uticaj na klimatske promene	

Molim Vas poredajte po važnosti uticaje na životnu sredinu koje povezujete sa uslugom prodaje konzumnih jaja u maloprodajnom objektu gde kupujete / nabavljate jaja (1 – najveći uticaj na životnu sredinu; 12 – najmanji uticaj na životnu sredinu).

<b>Uticaj na životnu sredinu</b>	<b>RANG VAŽNOSTI</b>
Potrošnja vode kao prirodnog resursa	
Potrošnja električne energije	
Potrošnja fosilnih goriva (dizel, bezolovni benzin, TNG)	
Odlaganje organskog / biorazgradivog otpada	
Odlaganje neopasnog / inertnog otpada	
Odlaganje opasnog otpada	
Ispuštanje otpadnih voda	
Zagađenje zemljišta	
Zagađenje voda	
Zagađenje vazduha	
Uticaj na biljni i životinjski svet	
Uticaj na klimatske promene	

## **BIOGRAFIJA KANDIDATA**

Marija Mitrović, rođena je 11.09.1984. godine u Kruševcu, Republika Srbija, gde je završila Gimnaziju. Diplomirala je na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu na odseku za Prehrambenu tehnologiju, grupa Tehnologija biljnih proizvoda 24.12.2010. godine sa opštim uspehom 8,22 u toku studija i ocenom 10 na diplomskom ispitu. Na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu završila je specijalističke akademske studije, Prehrambena tehnologija, modul Tehnološka mikrobiologija i dana 07.11.2014. godine odbranila specijalistički rad pod naslovom: „Kontrola uslova higijene i bezbednosti poluproizvoda od mesa u maloprodajnim objektima“.

Zaposlena je u akreditovanoj laboratoriji za ispitivanje hrane, vode i predmeta opšte upotrebe od 2013. godine u Beogradu. Na doktorske studije na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Prehrambena tehnologija, upisala se školske 2016/17. godine. U saradnji sa drugim autorima objavila je ukupno 6 naučnih radova, od čega 4 u međunarodnim časopisima na SCI listi i 2 naučna rada u nacionalnim časopisima.

## Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora: Marija Mitrović

Broj indeksa: TH16/0005

### Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

Unapređenje održivog kvaliteta jaja u lancu hrane

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis autora**

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: Marija Mitrović

Broj indeksa: TH160005

Studijski program: Prehrambena tehnologija

Naslov rada: Unapređenje održivog kvaliteta jaja u lancu hrane

Mentor 1: dr Ilija Đekić, redovni profesor

Mentor 2: dr Igor Tomašević, redovni profesor

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predala radi pohranjenja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis autora**

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Unapređenje održivog kvaliteta jaja u lancu hrane

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučila.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
- 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)**
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

**Potpis autora**

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. **Autorstvo** – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. **Autorstvo** – nekomercijalno – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. **Autorstvo** – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. **Autorstvo** – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. **Autorstvo** – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda