UTJECAJ GODIŠNJEG RAZDOBLJA NA POJAVNOST GLJIVICA TIJEKOM TOVA PILIĆA

Ravić, Ivica

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:764972

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Ivica Ravić

UTJECAJ GODIŠNJEG RAZDOBLJA NA POJAVNOST GLJIVICA TIJEKOM TOVA PILIĆA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

Ivica Ravić

SEASONAL IMPACT ON THE OCCURRENCE OF FUNGI IN BROILER FARMING

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Ivica Ravić

UTJECAJ GODIŠNJEG RAZDOBLJA NA POJAVNOST GLJIVICA TIJEKOM TOVA PILIĆA

DOKTORSKI RAD

Mentori:
Dr. sc. Mario Ostović, docent
Dr. sc. Danijela Horvatek Tomić, docent

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

Ivica Ravić

SEASONAL IMPACT ON THE OCCURRENCE OF FUNGI IN BROILER FARMING

DOCTORAL THESIS

Supervisors:
Mario Ostović, PhD, Assistant Professor
Danijela Horvatek Tomić, PhD, Assistant Professor

Zagreb, 2018.

Hvala mojim mentorima, doc. dr. sc. Mariu Ostoviću i doc. dr. sc. Danijeli Horvatek Tomić, što su mi omogućili izradu disertacije. Zahvaljujem im se na stručnoj, nesebičnoj pomoći i svakom savjetu, na dostupnosti bez obzira na vrijeme, radne i „neradne dane“, na strpljivosti i ljubavi koje unose u svoj svakodnevni rad i život. Hvala im na nadasve profesionalnom, dobronamjernom, ljudskom i kolegijalnom odnosu. Posebno hvala na svim vikendima i vremenu koje su posvetili meni i mojim dolascima u Zagreb, jer često puta nisam imao druge mogućnosti.

Zahvaljujem „mojoj profesorici“, prof. dr. sc. Mariji Vučemilo, na svim stručnim i „životnim“ savjetima.

Veliku zahvalnost na svesrdnoj angažiranosti i pomoći pri provedbi istraživanja dugujem i obitelji Kovačić, vlasnicima poljoprivredne proizvodnje u kojoj je provedeno istraživanje.

Velika hvala prof. dr. sc. Anamariji Ekert Kabalin na uloženom trudu i savjetima prilikom statističke obrade podataka.

Zahvaljujem Slavku Žužulu, dr. med. vet., na pomoći pri uzimanju podataka, kao i gđi. Ruži Žarko na tehničkoj pomoći pri provedbi istraživanja.

Hvala svima koji su mi na bilo koji način pomogli pri provedbi ovog istraživanja i pisanju disertacije. Posebno zahvaljujem dragim prijateljima Georgeu Frandsenu, Davidu Carlguistu, Ružici Soldo, Zoranu Gugiću, Erichu Waldmeieru, Muhamedu Brki, Boži Važiću, Biljani Rogić, Milenku Šariću, Rajku Pinjuhu, Emiliji Luketin i Jerki Pavličeviću.

Posebno se zahvaljujem don Zdenku Periji na potpori i pomoći tijekom mog boravka u Zagrebu.

Ova disertacija nije samo moj uspjeh, ona je nadasve uspjeh i mojih roditelja, Mirka i Kate. Hvala im na svemu.

Neizmjerna hvala mojoj obitelji, supruzi Saneli i djeci Kati, Matiji i Vidi. Bez vaše potpore ovo ne bi bilo moguće. Velika vam hvala na odricanju, strpljenju i razumijevanju.

Hvala dragom Bogu na svim dobročinstvima i predivnim ljudima kojima me okružio.

Ivica

SAŽETAK

UTJECAJ GODIŠNJEG RAZDOBLJA NA POJAVNOST GLJIVICA TIJEKOM TOVA PILIĆA

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj godišnjeg razdoblja na pojavnost gljivica u tovu pilića. Istraživanje je provedeno u nastambi za tov pilića u komercijalnim uvjetima proizvodnje tijekom 36-dnevnog turnusa u ljetnom (srpanj-kolovoz) i zimskom (prosinac-siječanj) razdoblju godine. Nastamba je zatvorenog tipa s kontroliranom mikroklimom, u kojoj je tijekom svakog ciklusa bilo 18.000 pilića držanih na dubokoj stelji od sjeckane slame i piljevine. Jedanput na tjedan tijekom svakog ciklusa mjerili su se mikroklimatski uvjeti u nastambi, koncentracija plinovitih i korpuskularnih zračnih onečišćenja, kvaliteta stelje, pojavnost pojedinih vrsta gljivica u zraku, stelji i hrani te pilića, kao i njihova aktivnost. Prema rezultatima istraživanja relativna vlaga zraka unutar nastambe bila je u prosjeku značajno viša ($p<0,05$) u zimskom razdoblju u usporedbi s ljetnim, kao i koncentracija amonijaka i ugljikova dioksida, bakterija u zraku te gljivica u dušniku i jednjaku pilića. U ljetnom razdoblju godine utvrđene su značajno više prosječne vrijednosti ($p<0,05$) temperature stelje, koncentracije gljivica u zraku nastambe i hrani. Na ostale istraživane pokazatelje, temperaturu i brzinu strujanja zraka u nastambi, koncentraciju prašine, vlagu, pH i broj gljivica u stelji i aktivnost pilića razdoblje godine nije imalo utjecaja. Razdoblje godine utjecalo je na sastav mikoflore. Kvasci su bili najučestaliji nalaz tijekom oba proizvodna razdoblja, dok je od plijesni ljeti u prosjeku utvrđeno značajno više ($p<0,05$) *Aspergillus* sp. i *Cladosporium* sp., a zimi *Penicillium* sp. i *Mucor* sp. Može se zaključiti da se tijekom hladnog razdoblja godine gljivice manje pojavljuju u okolišu tovnih pilića, no više u njih samih, pri čemu je najvažniji utjecaj na njihovu pojavnost imala relativna vlaga zraka.

Ključne riječi: pilići u tovu, gljivice, razdoblje godine, okoliš, mikroklimatski uvjeti

EXTENDED ABSTRACT

SEASONAL IMPACT ON THE OCCURRENCE OF FUNGI IN BROILER FARMING

A large number of fungi are present in poultry houses. Conditionally pathogenic molds of the genus *Aspergillus* are among the most common fungi found in both houses and poultry. This investigation tried to clarify the contradictory results of previous studies on the higher occurrence of fungi in poultry farming during cold and warm periods of the year, respectively.

The study was conducted in a broiler house, under commercial production conditions, during 36-day production cycle in warm (July-August) and cold (December-January) periods of the year. The house is of enclosed type, with controlled microclimate. During each cycle, there were 18,000 chickens of Ross hybrid in the house kept on deep litter containing chopped straw and sawdust, with stocking density of up to 33 kg/m^2. The microclimate conditions, air-borne gaseous and corpuscular contamination in the poultry house, litter quality, the occurrence of particular fungi in the air, litter, feed and chickens, as well as their activity were measured weekly. Throughout the study period, microclimate conditions and the occurrence of air-borne fungi were determined at 5-m and 25-m distances from the house as well.

The results obtained showed the relative air humidity inside the house, the concentrations of ammonia, carbon dioxide, air-borne bacteria, and fungi in the chicken trachea and esophagus to be significantly higher (P<0.05) on average in winter compared to summer. In summer period, significantly higher (P<0.05) average litter temperature and concentrations of fungi in indoor air and chicken feed were recorded. The season had no impact on other parameters observed, indoor air temperature and airflow rate, dust concentration, litter moisture, pH and fungi concentration, and broiler activity. The following fungi were found in the study: *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Trichophyton* sp. and yeasts. The genus *Aspergillus* encompassed five species: *A. flavus, A. fumigatus, A. niger, A. terreus* and *A. versicolor*. The season had impact on the qualitative structure of fungi. The yeasts were the most frequent finding in both seasons; yet, more frequent (P<0.05) in chicken environment during summer, and in chickens during winter. Regarding molds, the predominant genera on average (P<0.05) were *Aspergillus* and *Cladosporium* in summer, and *Penicillium* and *Mucor* in winter. At the same time, these fungi were most frequently isolated in the study.

Study results suggest that fungi in broiler environment are less frequently found during cold period of the year, but with a higher frequency in chickens, attributing this finding

primarily to relative air humidity. As in this study, the higher indoor relative air humidity in the winter period was mainly the result of higher outdoor humidity, study results also point to a conclusion that the area in which the poultry are raised has a major role in the occurrence of fungi in their environment, and consequently in themselves. Study results also suggest that microclimate conditions in poultry houses are worse in the winter period, implying not only a detrimental effect on animals, but also on the health of humans working in these environments. Moreover, it is concluded that different fungi, i.e. their concentrations, are expected to be found in different seasons. In this study, molds of the genus *Aspergillus* as one of the most pathogenic fungi and with a zoonotic potential in addition, were determined in higher concentrations during summer, implying that this season also carries a risk when it comes to fungal diseases.

Key words: broilers, fungi, season, environment, microclimate conditions

SADRŽAJ

1. UVOD …… 1

2. PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA ……..... 3

2. 1. Intenzivna peradarska proizvodnja ……. 3

2. 2. Mikroklima u nastambama za tov pilića ……..... 5

2. 2. 1. Temperatura zraka …….. 6

2. 2. 2. Relativna vlaga zraka ……..... 7

2. 2. 3. Brzina strujanja zraka ……. 8

2. 2. 4. Osvijetljenost …….. 9

2. 2. 5. Kvaliteta zraka ……..... 10

2. 2. 5. 1. Štetni plinovi ……..... 10

2. 2. 5. 1. 1. Amonijak …… 10

2. 2. 5. 1. 2. Ugljikov dioksid ……. 11

2. 2. 5. 2. Prašina ……..…..... 12

2. 2. 5. 3. Mikroorganizmi …….. 15

2. 3. Stelja u tovu pilića ……..... 18

2. 4. Pojavnost gljivica u hrani za piliće u tovu ……..... 22

2. 4. 1. Mikotoksikoze ……..... 27

2. 5. Gljivice iz roda *Aspergillus* ……..... 28

3. OBRAZLOŽENJE TEME 33

4. MATERIJAL I METODE ……..... 34

4. 1. MATERIJAL ……..... 34

4. 1. 1. Opis nastambe i tehnologije proizvodnje …… 34

4. 1. 2. Životinje …….. 35

4. 2. METODE ……..... 36

4. 2. 1. Mjerenje mikroklimatskih uvjeta i kvalitete zraka ……..…. 36

4. 2. 2. Mjerenje kvalitete stelje ……... 38

4. 2. 3. Utvrđivanje učestalosti i zastupljenosti pojedinih vrsta gljivica u zraku, stelji i hrani……..... 39

4. 2. 4. Utvrđivanje učestalosti i zastupljenosti pojedinih vrsta gljivica u pilića ……... 39

4. 2. 5. Procjena aktivnosti pilića ……. 39

4. 2. 6. Statistička obrada podataka …….. 40

5. REZULTATI ……. 41
5. 1. Mikroklimatski pokazatelji i kvaliteta zraka 41
5. 2. Kvaliteta stelje ……. 68
5. 3. Pojavnost gljivica u hrani …… 75
5. 4. Pojavnost gljivica u pilića …… 78
5. 5. Aktivnost pilića ……... 83
5. 6. Povezanosti između istraživanih pokazatelja …… 90
6. RASPRAVA …….. 97
7. ZAKLJUČCI ……. 106
8. POPIS LITERATURE ……..... 108
9. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH PUBLIKACIJA ……..... 126

1. UVOD

Današnji linijski hibridi peradi koji se uzgajaju za proizvodnju mesa i jaja balansiraju između zdravog i bolesnog stanja, a njihov genetski potencijal očitovat će se ako im se, među ostalima, osiguraju optimalni smještajni i mikroklimatski uvjeti (VUČEMILO, 2008.). Samo zdrave životinje mogu odgovoriti na postavljene zahtjeve i uspješno proizvoditi, a zdravlje se može definirati kao rezultat djelovanja nekoliko čimbenika, kao što su genetski potencijal, kvaliteta hrane, živi agensi, okolišni uvjeti i tehnologija proizvodnje (VUČEMILO i sur., 2006.).

Dobra kvaliteta zraka u nastambama za uzgoj životinja nužna je za njihovo zdravlje i proizvodnost, ali i zdravlje ljudi koji rade i borave u takvom okruženju. Zrak u nastambama za životinje redovito je onečišćen prašinom, štetnim plinovima, mikroorganizmima, ali i njihovim sastavnim dijelovima, kao što su endotoksini (MATKOVIĆ i sur., 2015.). Tako su i većina bolesti koje se pojavljuju na farmama peradi upravo uvjetne ili uzgojne bolesti.

Bioaerosole čine krute ili tekuće čestice, suspendirane u zraku, koje su produkti raspada biološkog materijala, a mogu izazvati infekcije, alergije, te imati toksične, farmakološke i slične učinke (SEEDORF, 2004.; MATKOVIĆ i sur., 2012.). Spore gljivica sastavni su dio bioaerosola. Uvijek ih nalazimo u atmosferi, a koncentracija im ovisi o okolišnim uvjetima (LONC i PLEWA, 2010.). Čestice bioaerosola veličine 1 do 5 μm uglavnom lebde u zraku, a zbog svoje veličine mogu doprijeti sve do pluća, pri čemu su najupitnije za zdravlje, dok se veće čestice vremenom talože na površine (PLEWA i LONC, 2011.; OSTOVIĆ i sur., 2017.a).

Gljivice su heterotrofni eukariotski mikroorganizmi u koje spadaju kvasci i plijesni. Kvasci su jednostanični organizmi koji se razmnožavaju pupanjem, važni su u biotehnologiji, ali i kao oportunistički uzročnici infekcija u imunokompromitiranih ljudi i životinja. Za razliku od makroskopskih filamentoznih gljiva koje stvaraju micelij ispod i vidljiva ne(jestiva) plodišta (stručak i klobuk) iznad razine tla, višestanične filamentozne plijesni prisutne su, osim u tlu, u zraku, mrtvoj organskoj tvari i na biljkama, a tek manji broj uzrokuje bolesti u ljudi i životinja (SOKOLOVIĆ i sur., 2015.).

Gljivične bolesti relativno su rijetke u životinja, ali kada se pojave obično su vrlo razorne za domaćina. Pojava ovih bolesti uzrokuje velike ekonomske gubitke u peradarskoj industriji, jer gljivice mogu uzrokovati bolest na dva načina: izravno svojom patogenošću ili stvaranjem mikotoksina koji uobičajeno oralnim putem dospijevaju u organizam te uzrokuju intoksikaciju i imunosupresiju, umanjujući genetski potencijal peradi za proizvodnju mesa i jaja (JAND i sur., 2005.; DHAMA i sur., 2013.). Gljivične bolesti peradi dobivaju sve više na

važnosti diljem svijeta i s obzirom na često prekomjernu uporabu antibiotika, koji eliminirajući prirodnu bakterijsku mikrofloru, otvaraju ulazna vrata za oportunističke infekcije (SWAYNE i sur., 2013.).

2. PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA

2. 1. Intenzivna peradarska proizvodnja

Intenzivna peradarska proizvodnja od šezdesetih godina prošlog stoljeća, kada je počela njezina ekspanzija, pa do današnjih dana, u stalnom je porastu. U Republici Hrvatskoj, kao i na svjetskoj razini, gospodarska je djelatnost čiji proizvodi zauzimaju važno mjesto u opskrbi pučanstva bjelančevinama životinjskog podrijetla, a prema predviđanjima u budućnosti će biti još važniji. Nagli razvoj peradarstva rezultat je znanstvenih istraživanja i napora stručnjaka, odnosno primjene suvremenih tehnologija i praksi (MAGDALAINE i sur., 2008.; KRALIK i sur., 2012.; 2013.).

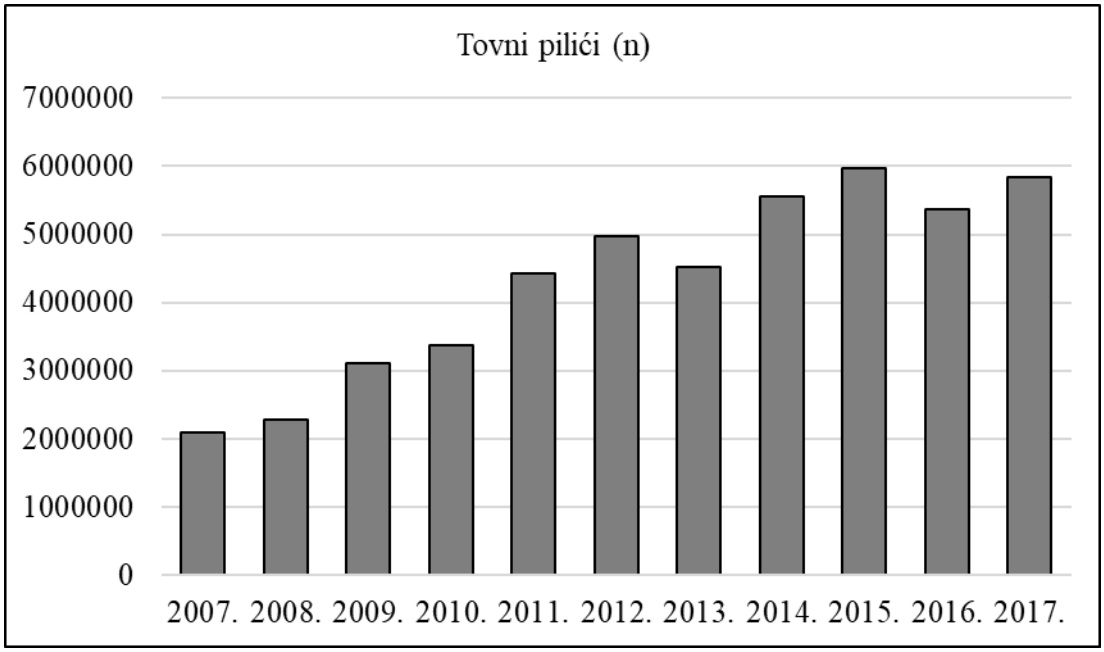
Današnje intenzivno peradarstvo, može se reći industrijsko, nije moguće bez visokokvalitetnih linijskih hibrida. Njihova je proizvodnja vrlo mukotrpan i složen posao. Dugotrajnim odabirom unutar jedne pasmine peradi jedinki natprosječnih – najboljih proizvodnih svojstava stvaraju se čiste linije, čijim se međusobnim križanjem dobiju komercijalni hibridi. Takvi se hibridi koriste za proizvodnju mesa i jaja samo u prvoj (F1) generaciji u kojoj se očituje heterozis učinak. Linijskim križanjem dobiva se perad bržeg rasta koja ranije dozrijeva i bolje iskorištava hranu, zatim poboljšava se nesivost i masa jaja te povećava udio muskulature u prsima, batcima i zabatcima, uz bolji randman i kvalitetu mesa. Pilići hibridnih linija za tov najčešće imaju bijelu boju perja, što pogoduje strojnoj obradi u klaonici, te ujedno postižu i višu tržišnu vrijednost u usporedbi s linijskim hibridima tamnog perja (NEMANIČ i BERIĆ, 1995.; VUČEMILO, 2008.).

S obzirom na jačanje svijesti ljudi o zdravoj prehrani, pileće meso prikladno je gotovo za sve kategorije, naročito rizične kao što su djeca, starije osobe i bolesnici. Ono predstavlja biološki vrijednu namirnicu, s povoljnim aminokiselinskim sastavom i malim sadržajem masti, visoke probavljivosti. Zbog tih ga svojstava nutricionisti, uz ribu i meso kunića, preporučuju kao jedan od najzdravijih izvora bjelančevina životinjskog podrijetla. Meso peradi s nutricionističkog gledišta ima prednosti pred mesom ostalih vrsta domaćih životinja zbog manjeg udjela međumišićnog vezivnog tkiva. Mišićna vlakna su nježnija i sadrže više visokovrijednih bjelančevina koje ljudski organizam bolje iskorištava. Boja, miris i okus mesa peradi različiti su i specifični, što ponajprije ovisi o njezinoj vrsti i kategoriji, hranidbi, odnosno dijelu trupa. Tako je meso kokoši, purana i biserke uglavnom svjetlije od tamnijeg mesa patke, guske i goluba. Najsvjetlija je boja prsne muskulature. Pileće meso ima sljedeći kemijski sastav: voda 66 do 72%, bjelančevine 20 do 23%, mast 4 do 12% i pepeo 1,1 do 1,2% (VUČEMILO,

2008.). Važan je izvor kalija, natrija, željeza, cinka i fosfora. KRALIK i sur. (2001.) utvrdili su da je u bijelom mesu (prsima) pilića više kalija i magnezija, a tamnom (batci sa zabatcima) natrija, cinka i željeza. Piletina također sadrži znatne količine vitamina B skupine, poput tiamina (B_1), riboflavina (B_2), niacina (B_3), piridoksina (B_6) i cijanokobalamina (B_{12}), te, ovisno o hranidbi, i vitamine topive u mastima (A, D, E).

Sve veća konzumacija mesa peradi, prvenstveno pilećeg mesa, rezultat je niza bioloških karakteristika svojstvenih peradi kao vrsti, uključujući kratko trajanje tova, brz prirast, visoku sposobnost razmnožavanja, izvrsnu konverziju hrane te visoku hranjivu vrijednost mesa (KRALIK i sur., 2012.). Osim toga, na stalan porast potrošnje pilećeg mesa utječe i njegova pogodnost za suvremen način prehrane ljudi (KRALIK i sur., 2013.).

Prema priopćenju Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske, broj peradi na teritoriju Republike Hrvatske u 2017. godini iznosio je 10.399.400 komada, od čega 5.838.080 tovnih pilića (https://www.dzs.hr/).



Slika 1. Broj tovnih pilića u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2007. do 2017. godine. (Izvor: https://www.dzs.hr/)

Na svjetskoj razini 1996. godine proizvedeno je 49,15 milijuna tona pilećeg mesa, a 2006. godine 72,72 milijuna tona. U 2016. godini proizvodnja je premašila 107 milijuna tona. Najveći proizvođači mesa peradi su Sjedinjene Američke Države s 20,8% sveukupne svjetske proizvodnje, zatim Kina s udjelom od 18%, Brazil s 11,4%, Meksiko s 2,9% i Rusija s udjelom od 2,6%. Na području Europske unije tijekom 2016. godine proizvedeno je 11,93 tona pilećeg

mesa (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL). BOBETIĆ (2015.) navodi da će oko 2020. godine proizvodnja mesa peradi na svjetskoj razini dostići proizvodnju svinjetine i da će u idućim godinama proizvodnja mesa peradi imati najbrži rast od svih vrsta mesa. Tako je u uvjetima rastućeg svjetskog tržišta mesa peradi realno očekivati u idućem sedmogodišnjem razdoblju povećanje njegove proizvodnje i u našoj zemlji za 20 do 30% (BOBETIĆ, 2013.). Takav brz porast proizvodnje moguć je zahvaljujući proizvodnoj cijeni piletine koja je najniža s obzirom na učinkovitost krmnih smjesa u izgradnji bjelančevina. Prije 30 godina za 56 dana tova pilića tjelesna masa im je dostizala svega 700 do 800 g, dok danas u razdoblju od 35 do 42 dana dostižu masu od 1,8 do 2,8 kg (GRASHORN i KLOSTERMANN, 2002.). Za jedan kilogram prirasta utroši se između 1,6 i 1,8 kg krmne smjese (VUČEMILO, 2008.).

2. 2. Mikroklima u nastambama za tov pilića

Tov pilića predstavlja intenzivnu stočarsku proizvodnju gdje se pilići najčešće drže na dubokoj stelji u kontroliranim uvjetima zatvorenih nastambi. To je visokoorganizirana proizvodnja u kojoj se treba pridržavati određenih zoohigijenskih normativa: suvremena tehničko-tehnološka proizvodna rješenja, držanje visokoproizvodnih linijskih hibrida, držanje na farmi iste genetske osnove i iste dobne kategorije, 5,5 do 6 proizvodnih ciklusa godišnje, pridržavanje propisanih mikroklimatskih i ostalih tehnoloških normativa, sustavno provođenje mjera sanitacije, uključujući načelo „sve unutra – sve van“ i odmor objekta, te educiranje radnika za obavljanje poslova (VUČEMILO, 2008.).

Nastambe za tov pilića trebaju im osigurati optimalne uvjete za rast i razvoj, udobnost, odnosno očuvati njihovu dobrobit. To znači da ih treba izgraditi od materijala koji će ih štititi od vanjskih utjecaja i omogućiti održavanje optimalnih mikroklimatskih uvjeta. Pod mikroklimom se podrazumijevaju klimatske prilike u nastambi koje nastaju pod utjecajem čimbenika sredine u kojoj životinje žive i vanjskih klimatskih čimbenika i koje izravno utječu na njihovo zdravlje i proizvodnost (OSTOVIĆ i sur., 2015.). To su ponajprije temperaturno-vlažni odnosi, strujanje zraka i osvijetljenost, na što se nadovezuju onečišćenja zraka visokim koncentracijama amonijaka i ugljikova dioksida, prašine, mikroorganizama i dr., koji čine kvalitetu zraka (ANONIMNO, 2000.). Svi ti čimbenici međusobno su povezani, tj. djeluju jedan na drugoga, svi skupa i pojedinačno na perad, te perad na njih.

2. 2. 1. Temperatura zraka

Temperatura zraka najvažniji je mikroklimatski čimbenik. Njezine oscilacije za perad predstavljaju stres koji utječe na imunost i zdravlje, uzimanje hrane i proizvodnost. Perad, kao i druge životinjske vrste, ima temperaturno područje u kojem se najbolje osjeća i u kojem najbolje proizvodi. To je područje termokomforne zone, koju ekonomski nije isplativo postizati, nego je u praksi prihvaćena tzv. termoneutralna zona omeđena gornjom i donjom kritičnom temperaturom. Od velike je važnosti tijekom proizvodnje držati perad u toj zoni, odnosno da se temperatura zraka ne spusti ispod donje kritične temperature ili da se ne povisi iznad gornje granice termoneutralne zone. S obzirom na zonu komfora za piliće u tovu, u literaturi postoje različiti navodi, no većina autora se slaže, a i praksa potvrđuje, da je najpovoljniji temperaturni raspon između 18 i 22° C (AENGWANICH i SIMARAKS, 2004.; VUČEMILO, 2008.). U tom temperaturnom području, uz zadovoljenje ostalih uvjeta kao što su dobra hranidba, genetika i smještaj, oni daju najbolje proizvodne rezultate. Temperature zraka iznad ili ispod navedenog optimuma mogu negativno utjecati na fiziološke funkcije i proizvodnost (VUČEMILO, 2008.).

U prvim tjednima života termoregulacija u pilića nije razvijena pa ih je potrebno zagrijavati. Prvi tjedan života posebno je kritičan. Termoregulacijski mehanizmi počinju se razvijati već tijekom fetalnog razvoja, a u potpunosti su razvijeni tri tjedna nakon valjenja (ANONIMNO, 2000.). Tek izlegnuti pilići ne mogu održati tjelesnu temperaturu ako je ambijentalna temperatura niža od 26 °C (APPLEBY i sur., 2004.). Kretanje optimalne temperature zraka tijekom tova pilića prikazuje Tablica 1.

Tablica 1. Temperatura zraka tijekom tova pilića

Dob pilića	**°C**
Prvi dan	32 – 33
Prvi tjedan	30 – 32
Drugi tjedan	28 – 30
Treći tjedan	25 – 28
Četvrti tjedan	22 – 25
Peti tjedan	20 – 22
Šesti tjedan i dalje	18 – 22

Izvor: SUPIĆ i sur., 2000.

Kritične temperature, posebno nepovoljne za zdravlje i proizvodnju, su one niže od 10 °C i više od 29 °C. Zbog fiziološki visoke tjelesne temperature od 41 °C i nedostatka žlijezda znojnica u koži, perad je osobito osjetljiva na visoke temperature okoliša, pri kojima uzima manje hrane i pije više vode, veća je konverzija hrane i manji prirast (VUČEMILO, 2008.).

MAY i LOTT (2000.) navode da je temperatura zraka tijekom tova pilića glavni čimbenik proizvodnje. Cilj njihova rada bio je istražiti utjecaj pet temperaturnih režima na prirast, konverziju hrane i smrtnost tovnih pilića do 21. dana starosti, kako bi utvrdili najbolje proizvodne uvjete. Istraživanje je provedeno u 10 klimatskih komora; u pet komora naseljene su kokice, a u pet pjetlići. U početku istraživanja temperatura zraka u komorama bila je 28, 29, 30, 31 i 32 ºC, a potom su slijedila dnevna smanjenja za 0,3 °C od svake početne temperature. Pilići su držani pod stalnim osvjetljenjem, a hranjeni i napajani *ad libitum*. Prirast i konverzija hrane određivani su 7., 14. i 21. dana, a uginuća bilježena svakodnevno. Temperatura zraka nije utjecala na prirast ili konverziju hrane ni u jednom razdoblju tova, no pjetlići su imali bolji prirast i konverziju hrane u razdoblju od 7. do 14. dana i od 14. do 21. dana. Temperatura jest imala utjecaj na uginuća. Većina pilića uginula je u komorama s najnižom temperaturom, i to do 7. dana starosti, što upućuje na to da je smrtnost pilića najbolji pokazatelj utjecaja temperature na njihovu proizvodnju.

2. 2. 2. Relativna vlaga zraka

Relativna vlažnost zraka iskazuje zasićenost zraka vodenom parom u postotcima. Vlaga u zraku nastambi za životinje potječe od vlage vanjskog zraka dospjelog prozračivanjem, isparavanja s izloženih ploha u nastambi i iz gnoja, pojilica, prolivene vode te iz isparavanja površine tijela životinja, kao i iz izdahnutog zraka (OSTOVIĆ i sur., 2015.). NEMANIČ i BERIĆ (1995.) navode da perad disanjem izluči oko 3,2 do 4,1 g/kg vodene pare tijekom jednog sata. Velik dio vode dospijeva u zrak i evaporacijom fecesa koji sadrži 75 – 80% vode. Vlaga zraka u nastambama za perad ovisi ponajprije o čimbenicima kao što su: tjelesna masa životinja, gustoća naseljenosti, temperatura i brzina strujanja zraka, vrsta i održavanje pojilica.

U prevlažnom i pretoplom ambijentu odavanje topline iz tijela peradi konvekcijom, kondukcijom, radijacijom i evaporacijom je otežano, u najgorem slučaju i onemogućeno, što posljedično rezultira toplinskim udarom (OSTOVIĆ i sur., 2015.). Previsoka vlaga zraka negativno djeluje na stajski ambijent jer vlaži i zidove te podove, što pogoduje bržem rastu i razvoju različitih vrsta gljivica, a i staje se brže hlade. Ako je pak vlažnost zraka preniska, ispod 50%, stvara se više prašine i povećava broj mikroorganizama u zraku, koji mogu uzrokovati

respiratorne bolesti. Niska vlaga posebno je nepoželjna za perad držanoj na stelji jer pogoduje nastanku velike količine prašine. Zrak s 30 do 40% relativne vlage može isušiti sluznice i gornje dišne putove. Dugotrajna izloženost suhom zraku dovodi do upale konjunktiva i poremećaja u metabolizmu minerala. Ako je relativna vlaga zraka manja od 30%, perad postaje mlitava i nemirna. Osim toga, počinje s međusobnim kljucanjem (čupkanjem) perja, što može prijeći u kanibalizam. Naročito kod tovnih pilića koža postaje suha, slabije obrasla perjem (VUČEMILO, 2008.).

Visoka vlažnost zraka često je problem zimi kada se smanjuje opseg prozračivanja kako bi se održala optimalna ambijentalna temperatura. Također, ljeti, ako je temperatura zraka vrlo visoka, a sustav za prozračivanje zakaže, relativna vlaga zraka u kratkom vremenu može porasti na 90% i više, što može rezultirati uginućima životinja od hipertermije ili hipoksije (VUČEMILO i sur., 2007.a).

Vlaga zraka ima ulogu u pojavi tzv. uvjetnih bolesti kao što su zarazna kržljavost pilića, bolest otečene glave kokoši i dr. Iskustvo je pokazalo da je pojava zaraznih bolesti učestalija u humidnim, nego u aridnim područjima. S tim u vezi potrebno je istaknuti da visoka relativna vlaga u zraku posebno otežava prilagodbu na temperaturne ekstreme. Tako se u literaturi navodi preživljavanje peradi pri temperaturi ambijenta od 43 °C i relativnoj vlazi zraka između 30 i 40%. No, perad neće preživjeti temperaturu od 33 °C ako je relativna vlaga zraka 90%. Zbog visoke vlage, perje se sljepljuje te gubi izolacijsku sposobnost. Također se povećava i vlaga u stelji pa ona postaje maziva i pogodna za razvoj različitih mikroorganizama i kokcidija, a dolazi i do pojave kontaktnog dermatitisa (de JONG i sur., 2014.; TAIRA i sur., 2014.; AVDALOVIC i sur., 2017.). Optimalna vlaga zraka za perad je između 50 i 70%. Idealna vlaga zraka je 50%, što je u intenzivnoj proizvodnji vrlo teško postići (VUČEMILO, 2008.).

2. 2. 3. Brzina strujanja zraka

Strujanje zraka utječe na odavanje topline iz životinjskog tijela, odnosno na njegovu termoregulaciju. Pri povećanom strujanju zraka životinje gube više topline, koju nadoknađuju pojačanim metabolizmom i većim utroškom hrane. U takvim se uvjetima životinje mogu i pothladiti, smanjuje im se otpornost te stvara predispozicija za pojavu različitih bolesti. Posebno je štetno djelovanje propuha koji jednostrano hladi organizam. Pri preslabom strujanju zraka u nastambi se povećavaju vrijednosti temperature i vlage zraka te nakupljaju štetni plinovi, prašina i mikroorganizmi (HAVRANEK i RUPIĆ, 2003.; OSTOVIĆ i sur., 2015.), naročito u „mrtvim kutovima“. U prvim danima života dostatna brzina strujanja zraka za piliće

je 0,15 m/s, kasnije oko 0,25 m/s, a iznimno za ljetnih vrućina vrijednosti mogu biti i veće. U prvih nekoliko dana nastambu za tovne piliće nije potrebno prozračivati (VUČEMILO, 2008.).

2. 2. 4. Osvijetljenost

Osjetilo vida pticama je vrlo bitno, pa se režim osvjetljenja koristi kao sredstvo upravljanja proizvodnjom. Svjetlost na perad djeluje duljinom svjetlosnog dana, intenzitetom osvjetljenja i bojom. Peradi koja se drži pod umjetnim svjetlom treba osigurati istu vrstu osvjetljenja, jer inače postaje nervozna. Kako navodi VUČEMILO (2008.), optimalna valna dužina za perad je između 640 i 650 nm. Povećanje intenziteta svjetla i duljine svjetlosnog dana rezultiraju većom aktivnošću pilića i pojačanim unosom hrane, no to dovodi i do stvaranja veće količine prašine.

Još donedavno velik dio uzgajivača držao je piliće pod stalnim osvjetljenjem tijekom cijelog razdoblja tova, s dugim razdobljima svjetla i tek kratkim razdobljem mraka, ne duljim od 1 sata. Tome je ponajviše bio razlog da pod stalnim osvjetljenjem pilići uzimaju više hrane i vode te da više prirastaju. Međutim, dokazano je da stalna osvijetljenost ima za posljedicu manju završnu masu pilića i narušeno zdravlje (ANONIMNO, 2014.).

Prema Pravilniku o određivanju minimalnih pravila za zaštitu pilića koji se uzgajaju za proizvodnju mesa (ANONIMNO, 2008.), svi objekti moraju imati osvjetljenje intenziteta najmanje 20 lx tijekom razdoblja osvijetljenosti, mjereno u visini očiju pilića, koje osvjetljava barem 80% korisne površine. Privremeno smanjenje jačine svjetla može se dopustiti samo u skladu sa savjetom doktora veterinarske medicine. Sedam dana od useljenja pilića u peradnjak i tri dana prije predviđenog datuma klanja, osvjetljenje mora slijediti 24-satni ritam i uključivati razdoblja tame koja traju barem šest sati ukupno, s najmanje jednim neprekidnim razdobljem tame koje traje četiri sata, ne uključujući razdoblja smanjenja osvjetljenja. No, treba imati na umu da svaki hibrid ima svoj svjetlosni program. Pravilnim svjetlosnim režimom smanjuju se poremećaji koštanog sustava, potiče pravilan razvoj kostiju i bolja pokretljivost pilića. Osim toga, manji je broj slučajeva iznenadnog uginuća te je normalniji biološki ritam pilića, koji uključuje i razdoblje odmora, što pozitivno utječe na njihovu dobrobit (ANONIMNO, 2014.). Pri preslabom intenzitetu osvjetljenja osoblju je teže obavljati preglede, čime se bolesne ili ozlijeđene jedinke, koje je potrebno izdvojiti ili usmrtiti, mogu previdjeti (OSTOVIĆ i sur., 2009.).

2. 2. 5. Kvaliteta zraka

2. 2. 5. 1. Štetni plinovi

U intenzivnoj stočarskoj proizvodnji stvaraju se znatne količine fekalne i druge „otpadne“ životinjske tvari. Te su tvari organskog podrijetla i podliježu procesima razgradnje i truljenja, pri čemu nastaju različiti plinovi, koji nisu štetni samo za zdravlje životinja, nego i ljudi (VUČEMILO, 2008.). U zraku peradnjaka utvrđeno je preko 130 različitih plinova koji nastaju aktivnošću mikroorganizama, a uglavnom se oslobađaju iz gnoja (HARTUNG i PHILLIPS, 1994.). Pritom je amonijak od posebnog značaja. Kako opisuju OSTOVIĆ i sur. (2017.b), koncentracije štetnih plinova, kao i mikroorganizama u zraku stočarskih nastambi, među ostalim, ovise o broju, vrsti i kategoriji životinja, načinu držanja i gustoći naseljenosti, mikroklimatskim uvjetima, prozračivanju te načinu održavanja higijenskih prilika.

2. 2. 5. 1. 1. Amonijak

Amonijak je štetni plin koji nastaje bakterijskom razgradnjom organske tvari iz fecesa i mokraće koja sadrži dušik. Akutna trovanja amonijakom su rijetka, no dugotrajno izlaganje i malim koncentracijama djeluje nadražujuće na sluznicu gornjih dišnih putova i očiju, izaziva spazam glotisa, trahealnih i bronhijalnih mišića, edem pluća, slabi otpornost organizma, stvarajući predispoziciju za razvoj uvjetnih bolesti, ponajprije dišnog sustava (KRISTENSEN i WATHES, 2000.). Tolerancija za amonijak kod peradi znatno je niža nego kod drugih vrsta životinja. Tako koncentracije veće od 20 ppm nadražuju sluznice očiju i gornjih dišnih putova te su uzrokom manjeg uzimanja hrane i slabijeg prirasta peradi (GLATZ i RODDA, 2013.; MATKOVIĆ i sur., 2013.b). Razvoju amonijaka pogoduje dugo zadržavanje stelje u objektu i loše prozračivanje. Znatan problem predstavlja za visokih ljetnih temperatura i visoke vlage zraka. WATHES i sur. (1997.) utvrdili su da se prosječne koncentracije amonijaka u zraku nastambi za perad kreću od 12,3 to 24,2 ppm, a GROOT KOERKAMP i sur. (1998.) od 5 do 30 ppm. Ti rezultati u skladu su i s istraživanjima VUČEMILO i sur. (2007.b) i VUČEMILO i sur. (2008.) koji su u zraku nastambe tijekom tova pilića utvrdili prosječne koncentracije od 14,1 ppm, odnosno 14,8 ppm amonijaka. Više autora ustanovilo je kod povećane koncentracije amonijaka u zraku pojavu ascitesa, uz konstataciju da se veći sadržaj amonijaka u zraku pojavljuje u kasnijim fazama tova (TERZICH i sur., 1998.; BEKER i sur., 2004.).

KNÍŽATOVÁ i sur. (2010.b) istraživali su utjecaj nekoliko čimbenika (temperatura stelje, starost stelje i opseg prozračivanja) na koncentraciju i emisije amonijaka. Podaci su prikupljeni u nastambi za tov pilića, s tunelskim tipom prozračivanja, tijekom 6 proizvodnih ciklusa od 40 dana. U nastambi je tijekom svakog turnusa bilo oko 25.000 pilića držanih na dubokoj stelji (slama), koja je zamijenjena nakon svakog ciklusa. Temperatura i starost stelje bili su u pozitivnoj korelaciji s proizvodnjom amonijaka. Emisije amonijaka iz stelje povećavale su se s njezinom starošću, kao posljedica povećanja i koncentracije amonijaka i opsega prozračivanja. Najniže koncentracije amonijaka utvrđene su u ljetnom razdoblju, iako su emisije bile veće tijekom ljetnih mjeseci upravo zbog većeg opsega prozračivanja. Povećane koncentracije amonijaka u zraku nastambe u zimskom razdoblju autori objašnjavaju smanjenim opsegom prozračivanja. Rezultati istraživanja pokazali su da je prosječna emisija amonijaka tijekom tova pilića 6,18 g po ptici, odnosno 0,043 kg po ptici godišnje. Autori su zaključili da je porast temperature stelje tijekom tova pilića proces koji bi se mogao kontrolirati kako bi se spriječile prekomjerne emisije amonijaka iz nastambi.

MATKOVIĆ i sur. (2013.b) utvrdili su manji sadržaj amonijaka u zraku nastambe za tov pilića na kraju, u usporedbi s početkom i sredinom tova, što tumače izdašnijim prozračivanjem i manjim udjelom bjelančevina u hrani na kraju tova. Naime, perad iz hrane iskoristi samo 45% dušika za izgradnju bjelančevina, a preostalih 55% izluči fecesom. Smanji li se udio bjelančevina u hrani za samo 1%, izlučivanje dušika smanji se za 10%. To znači da je koncentraciju amonijaka u nastambama za tov pilića moguće kontrolirati i formulacijom hranidbe.

Povećanje koncentracije amonijaka u nastambama za perad obično prati i povećanje koncentracije ugljikova dioksida u zraku (OSTOVIĆ i sur., 2017.b).

2. 2. 5. 1. 2. Ugljikov dioksid

Ugljikov dioksid primarno nastaje disanjem životinja kao krajnji proizvod metabolizma. Na komercijalnim farmama uobičajeno ne doseže opasne koncentracije uslijed funkcionalnog prozračivanja (VERCELLINO i sur., 2013.). Nalaz ugljikova dioksida u zraku staja iznad dopuštenih granica znak je loših sanitarnih uvjeta, odnosno lošeg prozračivanja i općenito loših higijenskih prilika. Zbog toga se njegov sadržaj u zraku može uzeti kao kriterij za ocjenu ukupnog higijenskog stanja u nastambi. U stajskom zraku može biti prisutna i do deset puta veća koncentracija ugljikova dioksida nego u atmosferskom zraku. Maksimalno dopuštene koncentracije ugljikova dioksida u zraku peradnjaka kreću se između 3.000 i 3.500 ppm

(MATKOVIĆ i sur., 2013.b). Udisanje zraka s koncentracijama ugljikova dioksida iznad dopuštene granice može uzrokovati respiratorne poremećaje (otežano disanje), vrtoglavicu, poremetnje u cirkulaciji i smanjenje apetita (OSTOVIĆ i sur., 2015.).

S obzirom na to da pile tijekom jednog sata po kilogramu tjelesne mase izdahne 2,946 g ugljikova dioksida, prosječna emisija kao posljedica disanja u nastambi s 25.000 tovnih pilića pri tržišnoj tjelesnoj masi od 2 kg iznosi 147,3 kg ugljikova dioksida tijekom jednog sata. Pritom se emisije povećavaju s rastom pilića, a na njih veći utjecaj ima opseg prozračivanja, nego sama koncentracija ugljikova dioksida u zraku nastambe (KNÍŽATOVÁ i sur., 2010.a). Prema rezultatima istraživanja VUČEMILO i sur. (2007.b) i VUČEMILO i sur. (2008.), prosječne koncentracije ugljikova dioksida u zraku nastambi za tov pilića iznosile su 0,18 i 0,29 vol.%.

2. 2. 5. 2. Prašina

Pod prašinom se u fizikalnom smislu podrazumijevaju sva kruta tijela u nekom plinu bez strujanja, koja padaju sporije nego što to odgovara klasičnim zakonima o padu (ASAJ, 1974.). Brzina padanja čestica prašine ovisi o njihovoj veličini i specifičnoj masi te otporu zraka. Njihova veličina je od submikroskopskih do krupnih čestica vidljivih prostim okom (0,1 μm do 1.000 μm). Sitne čestice prašine, koje dugo lebde u zraku te ih životinje udišu, imaju posebno značenje u animalnoj higijeni. Što su čestice manje, prodiru dublje u dišni sustav (VUČEMILO, 2008.).

Ukupna ili inhalatorna prašina ima dvije frakcije, torakalnu i respiratornu. Inhalatornu prašinu čine čestice veličine do 100 μm, koje se uglavnom zaustavljaju u gornjim dišnim prohodima, gdje mogu izazvati iritaciju i infekcije. Čestice torakalne (manje od 10 μm) i respiratorne prašine (manje od 4 ili 5 μm) prodiru dublje u dišni sustav. Čestice respiratorne prašine mogu doći sve do parabronha i zračnih kapilara (VUČEMILO, 2008.; VUČEMILO i TOFANT, 2009.; ZHAO i sur., 2014.). Respiratorna frakcija u nastambama za životinje obično je zastupljena s udjelom od 5 do 10% u ukupnoj, inhalatornoj prašini (DAVID i sur., 2015.).

Čestice prašine u nastambama za životinje uglavnom su organskog podrijetla (i do 90%) (SEEDORF i HARTUNG, 2000.). Izvori prašine u peradarskim nastambama ponajprije su hrana, stelja, same životinje i njihovi ekskrementi te mikroorganizmi (VUČEMILO i sur., 2008.; MATKOVIĆ i sur., 2017.), no to mogu biti i pelud te dijelovi kukaca (ZHAO i sur., 2014.).

Visok sadržaj prašine iritira dišni sustav te smanjuje otpornost organizma na različite bolesti. Prašina može izazvati i alergijske reakcije, a također utječe i na širenje zaraznih bolesti kao nosač za mikroorganizme. Također može apsorbirati plinove i neugodne mirise (COLLINS i ALGERS, 1986.). Koncentracija prašine u zraku peradnjaka varira ovisno o kategoriji životinja, načinu držanja i smještaja, hranjenja i uklanjanja gnoja, dobu dana i dr. Tako koncentrirana i suha voluminozna hrana znatno povećavaju količinu prašine u zraku (VUČEMILO, 2008.). Osim toga, veće koncentracije prašine, kao i mikroorganizama u zraku, utvrđene su u nastambama u kojima se perad drži na dubokoj stelji te u alternativnim sustavima (MATKOVIĆ i sur., 2012.).

Komparativna istraživanja kvalitete zraka u nastambama za različite vrste farmskih životinja pokazala su da je najviše prašine u zraku peradnjaka. TAKAI i sur. (1998.) u nastambama za goveda utvrdili su prosječne koncentracije prašine u zraku od 0,38 mg/m^3 za inhalatornu frakciju i 0,07 mg/m^3 zraka za respiratornu frakciju, u nastambama za svinje 2,19 i 0,23 mg/m^3 zraka, a u nastambama za perad 3,60 i 0,45 mg/m^3 zraka. Godišnje doba imalo je utjecaj na koncentraciju prašine u zraku peradarskih i svinjogojskih nastambi, ali ne i govedarskih. Tako su veće koncentracije prašine u zraku nastambi za perad i svinje ustanovljene zimi u usporedbi s ljetom, što autori pripisuju smanjenom obujmu prisilnog prozračivanja u tim nastambama tijekom zimskog razdoblja, dok je u govedarskim nastambama prozračivanje najčešće prirodno. Utvrđene vrijednosti koncentracije prašine u njihovu istraživanju u suglasju su rezultatima istraživanja WATHES i sur. (1997.) koji su u peradnjacima ustanovili koncentracije inhalatorne frakcije prašine od 2 do 10 mg/m^3, a respiratorne od 0,3 do 1,2 mg/m^3 zraka. ELLEN i sur. (2000.) navode da koncentracije prašine u nastambama za perad variraju od 0,02 do 81,33 mg/m^3 zraka za inhalatornu frakciju i od 0,01 do 6,5 mg/m^3 zraka za respiratornu frakciju. Prema rezultatima njihova istraživanja, na koncentraciju prašine u zraku nastambi utjecaj su imali način držanja, kategorija i aktivnost peradi, vrsta stelje i razdoblje godine. Kao najvažniji izvori prašine pokazale su se same životinje i njihovi ekskrementi. Relativna vlažnost zraka u nastambama za piliće u tovu od 75% imala je utjecaj na koncentraciju inhalatorne, ali ne i respiratorne frakcije prašine.

Istražujući utjecaj dobi tovnih pilića na koncentraciju zračnih onečišćenja u nastambi, VUČEMILO i sur. (2007.b) utvrdili su u prvom tjednu tova koncentraciju ukupne inhalatorne prašine u zraku od 1,8 mg/m^3, u trećem tjednu 4,8 mg/m^3, a u zadnjem, šestom tjednu tova koncentraciju od 2,0 mg/m^3 zraka. VUČEMILO i sur. (2008.) u prvom tjednu tova utvrdili su koncentraciju prašine od 3,6 mg/m^3, u trećem tjednu 4,9 mg/m^3, a u zadnjem, petom tjednu tova koncentraciju od 2,0 mg/m^3 zraka. Dakle, koncentracija prašine u zraku povećavala se s rastom

pilića i njihovom većom aktivošću, a na kraju tova se smanjila, što tumače većom tjelesnom masom, te manjom pokretljivošću i aktivnošću pilića. Osim toga, manju koncentraciju prašine u zraku na kraju tova autori objašnjavaju povećanom vlagom stelje.

SKÓRA i sur. (2016.) proveli su istraživanje na 13 farmi tovnih pilića i kokoši nesilica, ukupnog kapaciteta od 8.000 do 42.000 komada, s ciljem utvrđivanja mikrobiološkog i kemijskog onečišćenja u istaloženoj prašini. Koncentracija ukupne prašine u zraku farmi iznosila je u prosjeku 1,44 mg/m^3, s velikim udjelom čestica promjera manjeg od 10 μm. Prosječna koncentracija bakterija u istaloženoj prašini bila je 3,2 × 10^9 CFU/g, a gljivica 1,2 × 10^6 CFU/g. Utvrđeni su potencijalno patogeni mikroorganizmi (*Enterococcus* sp., *E. coli, Salmonella* sp., *A. fumigatus, Paecilomyces variotii*) i hlapivi spojevi neugodna mirisa u zraku (amonijak, akrolein, metilamin, octena kiselina, acetaldehid i formaldehid). Sekundarni metaboliti uključili su aurofusarin, deoksinivalenon, zearalenon i dr. Autori su zaključili da istaložena prašina na peradarskim farmama može poslužiti kao nosač za mikroorganizme, neugodne mirise i sekundarne metabolite, koji mogu imati štetan utjecaj i na zdravlje ljudi koji rade na takvim farmama. Do istog zaključka došli su i OKIKI i OGBIMI (2010./2011.). Oni su u prašini u nastambama za perad utvrdili koncentraciju gljivica od 3,5 do 42 × 10^6 CFU/g, a u zraku nastambi od 5 do 119 × 10^5 CFU/m^3. Izdvojili su sljedeće vrste gljivica: *A. niger, A. flavus, A. fumigatus, A. parasiticus, A. ochraceus, P. notatum, M. racemosus, P. oxalicum, Trichoderma viride, Stachybotrys atra, F. oxysporum, C. albicans, Cryptococus neoformans* i *Saccharomyces cerevisae*. Koncentracije mikotoksina u analiziranoj prašine bile su: 21,32 ± 2,35 ppb aflatoksina, 11,26 ± 1,78 ppb ohratoksina i 4,10 ± 0,13 ppb fumonizina.

Nije nepoznato da kronična izloženost prašini pogoduje razvoju kroničnih dišnih bolesti u radnika na peradarskim farmama (O'BRIEN i sur., 2016.). RADON i sur. (2002.) istraživali su moguće rizike od razvoja profesionalnih bolesti dišnih putova kod poljoprivrednika. Pokazalo se da su najviše izloženi uzgajivači svinja u Danskoj i Njemačkoj, uzgajivači peradi u Švicarskoj i radnici u staklenicima u Španjolskoj. Najveće koncentracije ukupne, inhalatorne prašine utvrđene su upravo u zraku nastambi za perad u Švicarskoj, s prosječnom vrijednošću od 7,01 mg/m^3. Isto tako, u nastambama za perad ustanovljene su i najveće prosječne koncentracije bakterija od 2,0 × 10^7 CFU/m^3 te gljivica od 4,4 × 10^5 CFU/m^3. KIRYCHUK i sur. (2006.) istraživali su koncentracije ukupne prašine, endotoksina i amonijaka u zraku nastambi kavezno i podno držane peradi te njihov utjecaj na zdravlje radnika. Radnici u nastambama u kojima je perad držana na podu bili su značajno više izloženi prašini i amonijaku, dok su radnici u nastambama kavezno držane peradi više pokazivali akutne i kronične dišne simptome.

Intenzivno peradarstvo podrazumijeva uzgoj velikog broja životinja u relativno malom prostoru. LONC i PLEWA (2010.) upućuju na probleme koji prate takvu proizvodnju, uključujući negativan utjecaj na zdravlje radnika koji rade i borave u tom prostoru. Oni su izloženi povišenim koncentracijama bioaerosola podrijetlom od peradi. Izloženost prašini koja sadrži patogene mikroorganizme može uzrokovati astmu, iritaciju sluznica, kronični bronhitis, alergijski alveolitis, kao i kroničnu opstruktivnu plućnu bolest.

2. 2. 5. 3. Mikroorganizmi

Broj mikroorganizama u zraku nastambi za životinje varira, no najviše ih je u peradnjacima (RADON i sur., 2002.; VUČEMILO i sur., 2007.a; MATKOVIĆ i sur., 2009.a), naročito u tovu pilića. Tako su SEEDORF i sur. (1998.), istražujući koncentracije endotoksina i mikroorganizama u zraku nastambi za goveda, svinje i perad u sjevernoj Europi (Engleska, Nizozemska, Danska i Njemačka) utvrdili koncentracije bakterija od 6,43 log CFU/m^3 zraka u nastambama za tov pilića, 5,10 log CFU/m^3 zraka u nastambama za svinje i 4,3 log CFU/m^3 zraka u nastambama za goveda. Koncentracije gljivica u zraku nastambi za goveda, svinje i perad bile su 3,8, 3,7, odnosno 4,00 log CFU/m^3 zraka.

EDUARD (1997.) navodi da koncentracija bakterija, općenito u nastambama za životinje, iznosi i do 10^8 CFU/m^3 zraka. DUAN i sur. (2007.) su u nastambama za perad utvrdili prosječne vrijednosti ukupnog broja bakterija u rasponu između $3{,}80 \times 10^5$ CFU/m^3 i $2{,}57 \times 10^6$ CFU/m^3 zraka, a BRÓDKA i sur. (2012.) od $4{,}74 \times 10^4$ CFU/m^3 do $1{,}89 \times 10^8$ CFU/m^3 zraka. MATKOVIĆ i sur. (2009.b) navode da se broj bakterija u nastambama za intenzivan uzgoj peradi kreće u rasponu $10^4 – 10^8$ CFU/m^3, a gljivica $10^2 – 10^9$ CFU/m^3 zraka.

Najzastupljeniji mikroorganizmi u nastambama za životinje su saprofiti, no mogu se naći i patogene bakterije i gljivice, zatim spore i dr. (VUČEMILO i sur., 2007.a). HARTUNG (1992.) opisuje da više od 80% mikroorganizama koji su utvrđeni u stajskom zraku pripada skupini gram-pozitivnih bakterija, a najzastupljenije su bakterije iz roda *Staphylococcus i Streptococcus*, jer se uobičajeno mogu naći na koži i perju peradi (SCHULZ i sur., 2004.). Osim toga, visoka zastupljenost gram-pozitivnih bakterija u stajskom zraku može se pripisati većoj otpornosti na okolišne uvjete zbog čvršće stanične stijenke (SEEDORF i sur., 1998.). Gram-negativne bakterije čine manji udio bakterija izdvojenih iz zraka, od 0,02% do najviše 5,2% (ZUCKER i sur., 2000.). Od gljivica u zraku stočarskih nastambi prevladavaju, uz kvasce, plijesni, i to iz rodova *Aspergillus, Alternaria, Cladosporium, Penicillium, Fusarium i Scopulariopsis* (WANG i sur., 2007.; ZHAO i sur., 2014.). Gljivice mogu potjecati od prašine,

hrane i stelje, ali, za razliku od bakterija, u manjoj mjeri i od samih životinja (LONC i PLEWA, 2010.). Mikroorganizmi u zraku staja lebde kraće ili dulje vrijeme, što ovisi o njihovoj veličini, prozračivanju, brzini strujanja zraka i nosaču (VUČEMILO, 2008.).

VUČEMILO i sur. (2007.b) u prvom tjednu tova pilića utvrdili su u zraku peradnjaka koncentracije bakterija i gljivica od $1,7 \times 10^4$ CFU/m^3 i $3,0 \times 10^3$ CFU/m^3, a u zadnjem tjednu tova koncentracije od $1,8 \times 10^5$ CFU/m^3 i $9,8 \times 10^3$ CFU/m^3. Najzastupljeniji rodovi bakterija bili su *Staphylococcus, Streptococcus, Micrococcus* i *Bacillus,* a od gljivica *Penicillium* i *Aspergillus.* Od gram-negativnih bakterija najčešće su bile izdvojene *E. coli* i enterobakterije.

S obzirom na utjecaj mikro(klimatskih) čimbenika na mikofloru u zraku peradarskih nastambi i pojavu gljivičnih bolesti, u literaturi se navode različiti podaci. SAJID i sur. (2006.) izvještavaju o učestalijoj pojavi aspergiloze kod peradi tijekom toplog i vlažnog razdoblja, što je u suglasju i s rezultatima istraživanja SULTANA i sur. (2015.). KWANASHIE i sur. (2012.) zabilježili su najveći postotak gljivičnih oboljenja i izolata gljivica kod bolesne peradi tijekom mjeseca srpnja i studenoga, međutim nisu utvrdili povezanost između izdvajanja gljivica prema mjesecima i prosječne vlažnosti zraka, odnosno količine padalina. Isti autori (KWANASHIE i sur., 2013.a) izdvojili su veći broj vrsta iz roda *Aspergillus* iz zdrave peradi tijekom kišne u odnosu na suhu sezonu.

Istražujući utjecaj uzgojnih uvjeta na gljivice u zraku nastambi za intenzivan tov purana, DEBEY i sur. (1995.) ustanovili su različitu zastupljenost rodova plijesni tijekom hladnog i toplog razdoblja godine. Tijekom zimskog razdoblja utvrdili su značajno više kvasaca u zraku nastambi, dok se ukupan broj plijesni nije značajno razlikovao između razdoblja. Međutim, zimi je zrak sadržavao značajno više plijesni iz rodova *Aspergillus*, *Scopulariopsis* i *Mucor*, a značajno manje plijesni iz rodova *Cladosporium*, *Fusarium* i *Alternaria*, u usporedbi s ljetom. *Fusarium* sp. nije izdvojen u zimskom razdoblju. Koncentracija plijesni iz roda *Aspergillus* bila je 14 puta veća u zimskom, nego u ljetnom razdoblju. Veći broj *Aspergillus* sp. zimi bio je povezan s većim ukupnim brojem gljivica u zraku nastambe, a također i s većom količinom prašine, odnosno manjom relativnom vlagom kako unutar samog peradnjaka, tako i u vanjskom zraku. To ih je navelo na zaključak o mogućoj fizičkoj povezanosti između prašine i spora *Aspergillus* sp. u zraku ili pak o njihovom sličnom odgovoru na relativnu vlažnost zraka. Negativna povezanost između relativne vlage i koncentracije *Aspergillus* sp. u zraku upućuje na to da se spore ove gljivice češće nalaze u suhom, nego u vlažnom zraku. Kako navode KAPETANOV i sur. (2011.), pretpostavlja se da izrazito suh zrak i prašina uzrokuju infekcije s *Aspergillus* sp. jer isušuju sluznice dišnog sustava te izostaje zaštitni efekt sluzi. Značajno

veći broj *Mucor* sp. izdvojen je iz zraka nastambi u kojima je jato purana boravilo manje od 100 dana u usporedbi s onima u kojima je boravilo 100 i više dana (DEBEY i sur., 1995.).

Uspoređujući brojnost i sastav mikoflore u nastambama za kokoši tijekom proljeća, ljeta i jeseni, SOWIAK i sur. (2012.) izdvojili su najveći broj gljivica u jesen, kada su temperature bile najniže, dok ih je tijekom ljeta, kada su utvrđene najviša temperatura i relativna vlaga zraka, bilo najmanje. Istražujući kvalitetu zraka u nastambi za držanje kokoši nesilica tijekom jednogodišnjeg ciklusa, MATKOVIĆ i sur. (2013.a) utvrdili su pak veći broj gljivica u zraku ljeti nego zimi, s najvećim vrijednostima u lipnju.

POPESCU i sur. (2013.) istraživali su onečišćenost zraka u nastambama za kokoši nesilice držanih u obogaćenim kavezima i na dubokoj stelji. Istraživana je povezanost bakterija i gljivica s temperaturom, relativnom vlagom i brzinom strujanja zraka. Broj ukupnih mezofilnih bakterija i gljivica kretao se u rasponu od $7{,}70 \times 10^4$ CFU/m^3 do $4{,}80 \times 10^6$ CFU/m^3, stafilokoka od $1{,}99 \times 10^4$ CFU/m^3 do $3{,}11 \times 10^6$ CFU/m^3, streptokoka od $1{,}26 \times 10^4$ CFU/m^3 do $8{,}94 \times 10^5$ CFU/m^3, gram-negativnih bakterija od $1{,}09 \times 10^3$ CFU/m^3 do $9{,}65 \times 10^4$ CFU/m^3 i gljivica od $3{,}31 \times 10^3$ CFU/m^3 do $9{,}06 \times 10^4$ CFU/m^3 zraka. Koncentracije bakterija i gljivica bile su značajno veće u zraku nastambi s dubokom steljom. Između koncentracije bakterija i gljivica i temperature zraka utvrđene su značajne negativne povezanosti, a između koncentracije bakterija i gljivica i relativne vlažnosti zraka značajne pozitivne povezanosti. Između koncentracije bakterija i gljivica te brzine strujanja zraka nije bilo značajnih povezanosti. Slične rezultate dobili su i OSTOVIĆ i sur. (2017.b) koji su ispitivali povezanost između mikroklimatskih čimbenika i kvalitete zraka u nastambi za ekstenzivno držane purane. Oni također nisu ustanovili značajne povezanosti između brzine strujanja zraka i broja bakterija i gljivica u zraku, dok je broj mikroorganizama u zraku bio značajno pozitivno povezan s relativnom vlagom zraka. Međutim, u njihovu su istraživanju koncentracije bakterija i gljivica bile niže tijekom hladnog razdoblja (pozitivna korelacija s temperaturom zraka), što objašnjavaju time da su određivani mikroorganizmi koji za svoj rast i razvoj zahtijevaju temperature veće od 20 °C i da se radilo o držanju peradi u ekstenzivnim uvjetima. Uspoređujući stupanj kontaminacije zraka mikroorganizmima triju prostorija za držanje tovnih pilića u laboratorijskim uvjetima tijekom ljeta i zime, WÓJCIK i sur. (2010.) ustanovili su da u identičnim nastambama i pod jednakim uvjetima upravljanja proizvodnjom postoje određene razlike u temperaturi i vlazi te stupnju onečišćenja zraka mikroorganizmima, i ljeti i zimi. Koncentracije aerobnih mezofilnih bakterija i gljivica bile su veće zimi, nego ljeti u svim prostorijama. Najmanji broj mikroorganizama zimi utvrđen je u prostoriji s najnižom relativnom vlagom zraka i najvećom brzinom strujanja zraka. Najčešće su izdvojene vrste

gljivica iz rodova: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Geotrichum* i *Scopulariopsis*, dok u manjoj mjeri *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Rhizophus* sp., *Rhizomucor* sp. i *Mucor* sp. Tijekom ljetnog razdoblja utvrdili su veću raznolikost vrsta u odnosu na zimu.

VIEGAS i sur. (2010.) istraživali su pojavnost gljivica u zraku i na površinama unutar peradarskih farmi. Izdvojili su 20 vrsta gljivica iz zraka, a najčešći rodovi bili su: *Cladosporium* (40,5%), *Alternaria* (10,8%), *Chrysosporium* i *Aspergillus* (6,8%). S površina u nastambama identificirali su 21 vrstu gljivica, i to najčešće iz rodova: *Penicillium* (51,8%), *Cladosporium* (25,4%), *Alternaria* (6,1%) i *Aspergillus* (4,2%). Iz zraka je izdvojen *A. flavus* za koji je poznato da stvara snažne mikotoksine (aflatoksine), a osim ove vrste, to mogu i gljivice iz ostalih izdvojenih rodova, kao što su *Fusarium* i *Penicillium*. Važna jest i činjenica da *A. fumigatus*, jedna od vrsta izdvojenih i iz zraka i s površina, može izazvati teški oblik bolesti, katkad i s fatalnim ishodom. Autori nisu utvrdili značajne povezanosti između pojavnosti gljivica i temperature i vlage zraka.

2. 3. Stelja u tovu pilića

Stelja svojim fizikalno-kemijskim karakteristikama u velikoj mjeri utječe na mikroklimatske uvjete i kvalitetu zraka u peradnjaku te zdravlje i proizvodnost životinja (SENČIĆ i sur., 2004.). Osim vrste materijala, u njezin sastav ulaze feces, neiskorištena hrana i perje za koje je poznato da pogoduju razvoju gljivica (ARNÉ i sur., 2011.).

Uloga stelje je termoizolacija i upijanje mokraće i fecesa. Najčešće se kao materijal za steljenje koristi sjeckana slama, piljevina, drvene strugotine, rižina i suncokretova ljuska, što, između ostalog, ovisi o dostupnosti i cijeni materijala te području uzgoja peradi (SENČIĆ i sur., 2004.). Potrebna visina stelje ovisi o godišnjem razdoblju, dobi peradi i vrsti materijala. Zimi je potreban deblji sloj stelje nego ljeti. Visina stelje u tovu pilića ljeti je u prosjeku 10 cm, a zimi 15 – 20 cm. Kvalitetu stelje potrebno je stalno pratiti, najčešće procjenom količine vlage. Poželjan je nizak sadržaj vlage (oko 30%), neutralan pH, niska proizvodnja amonijaka, da je stelja rastresita i da se ne stvara kora na njezinoj površini. Na kvalitetu stelje bitan utjecaj ima sustav prozračivanja peradnjaka. Ako je stelja prevlažna, postaje maziva masa. Takvi uvjeti pogoduju oslobađanju amonijaka te razvoju kokcidija i plijesni (ŽUŽUL i sur., 2017.). Dokazana je povezanost između vrste pojilica i vlažnosti stelje, pri čemu uporaba *nipl* pojilica sa ili bez posudica, znatno smanjuje rasipanje vode u usporedbi sa zvonastim pojilicama (CHOŁOCIŃSKA i sur., 1997.). Ukoliko je stelja presuha, stvara se prašina koja može djelovati na piliće kao alergen i za koju je poznato da je nosač mikroorganizama i štetnih plinova

(MATKOVIĆ i sur., 2012.). Za biokemijski proces zrenja stelje nužna je, pored umjerene vlage, i odgovarajuća temperatura stelje, a one ovise o vlazi i temperaturi zraka u nastambi (WEAVER i MEIJERHOF, 1991.). Na kvalitetu stelje utječe i gustoća naseljenosti pilića (NEMANIČ i BERIĆ, 1995.; VUČEMILO, 2008.), koja ne smije biti veća od 33 kg/m², osim u iznimnim slučajevima koje propisuje Ministarstvo poljoprivrede (ANONIMNO, 2008.). ŠKRBIĆ i sur. (2011.) istraživali su utjecaj gustoće naseljenosti pilića u tovu, između ostalog, i na kvalitetu stelje. Prema rezultatima njihova istraživanja, vlaga u stelji nije se značajno razlikovala s obzirom na gustoće naseljenosti od 10 do 20 pilića/m^2.

Stelja povećava toplinsku i fizičku udobnost, te djeluje stimulirajuće na perad, potičući je da istražuje okoliš čeprkanjem, čime umanjuje stres i izražavanje vrsno nesvojstvenog ponašanja, kao što je, primjerice, kljucanje perja. Stelja loše kvalitete rezultira manjim prirastom i povećanim utroškom hrane u tovnih pilića, kao i većom pojavnošću kontaktnog dermatitisa na prsima pilića (prsne kvrge), jastučićima nogu i tarzalnim zglobovima, koji je jedan od pokazatelja njihove dobrobiti, a navedene promjene mogu biti uzrokom i loše kvalitete mesa pilića (SENČIĆ i sur., 2004.; SHEPHERD i FAIRCHILD, 2010.; ŽUŽUL i sur., 2017.).

Svi se istraživači slažu u jednome: dobra je kvaliteta stelje od velike važnosti za zdravlje i dobrobit pilića jer je na taj način moguće smanjiti pojavnost respiratornih bolesti, kao i kontaktnog dermatitisa. U nekim krajevima, poglavito u toplijim klimatskim uvjetima, pilići se drže na zemljanom ili betonskom podu s vrlo malo stelje. ABREU i sur. (2011.) nisu utvrdili razlike u proizvodnim pokazateljima pilića u tovu držanih na zemljanom i betonskom podu, no smrtnost je bila veća na zemljanom podu. BENABDELJELIL i AYACHI (1996.) su u tri studije procjenjivali učinke različitih materijala za steljenje na njezinu kvalitetu i rezultate tova. Korištena je slama pšenice (cijela ili sjeckana), rižina slama (mljevena), piljevina, drvene strugotine i rižina ljuska, pojedinačno i u raznim kombinacijama. Vrsta materijala nije utjecala na proizvodnost peradi, potrošnju vode ili na učestalost nenormalnosti ili defekata nogu. Stelja od slame imala je najviši sadržaj vlage, pH vrijednost i temperaturu, te je bila najlošije kvalitete. Studija je pokazala da se alternativni materijali, kao rižina slama, piljevina, drvene strugotine i rižina ljuska, pojedinačno ili u kombinaciji, mogu uspješno koristiti kao stelja za perad, bez štetnih učinaka na kvalitetu stelje i proizvodnost peradi.

Kao stelja za piliće u tovu u SAD-u najviše se koriste borove strugotine, dok u Europi slama (GRIMES i sur., 2002.; SHEPHERD i FAIRCHILD, 2010.). Međutim, i druga istraživanja pokazala su da slama, u usporedbi s drugim vrstama materijala za steljenje, sadrži više vlage. Tako su TERČIČ i sur. (2015.), uspoređujući sjeckanu slamu, papir i piljevinu kao materijale za steljenje u tovu pilića, utvrdili najveći sadržaj vlage i najvišu pH vrijednost u stelji

od sjeckane slame. RAMADAN i sur. (2013.) također su utvrdili više vlage u slami nego u ostalim istraživanima materijalima za steljenje. Veći sadržaj vlage u sjeckanoj slami u odnosu na drvene strugotine ustanovili su i MELUZZI i sur. (2008.), dok se pH stelje nije razlikovao s obzirom na vrstu materijala. Uspoređujući osam vrsta materijala za steljenje, uključujući i sjeckanu slamu, BILGILI i sur. (2009.) dobili su slične rezultate.

VAN HARN i sur. (2012.) istraživali su utjecaj materijala za steljenje na emisije amonijaka iz nastambi za tov pilića. Ustanovili su manje emisije amonijaka iz nastambi u kojima su pilići držani na stelji od kukuruzne silaže u odnosu na druge istraživane materijale, slamu, piljevinu i repine rezance. Nisu utvrdili razlike u pojavnosti kontaktnog dermatitisa, prirastu, konverziji hrane i mortalitetu pilića s obzirom na različite korištene materijale za steljenje, što je u skladu i s istraživanjem RAMADAN i EL-KHLOYA (2017.). Međutim, potonji autori utvrdili su da se pilići držani na stelji od rižinih ljuski značajno više kreću te da manje sjede, nego oni na drugim vrstama stelje (drvene strugotine, rižina slama, rižina slama + pijesak, kukuruzovina). Utjecaj vrste stelje na ponašanje pilića dokazan je i u drugim istraživanjima. Prema rezultatima istraživanja RAMADAN i sur. (2013.), pilići držani na stelji od rižine slame i stelji od slame + pijesak značajno su više stajali u usporedbi s pilićima koji su uzgajani na stelji od drvenih strugotina, pijesku i stelji od drvenih strugotina + pijesak. Također, pilići na stelji od slame i stelji od slame + pijesak značajno su se više kretali u odnosu na piliće držane na drvenim strugotinama, pijesku, pijesku + slama, drvenim strugotinama + slama. Osim toga, pilići su manje sjedili na stelji od slame i slame + pijesak, nego na stelji od drvenih strugotina, pijesku i stelji od drvenih strugotina + slama. Uspoređujući pijesak i drvene strugotine, kao materijale za steljenje, SHIELDS i sur. (2005.) utvrdili su da ako pilići u tovu imaju mogućnost izbora stelje, većinu svojih vrsno specifičnih ponašanja izražavat će na pijesku, no ukoliko imaju na raspolaganju samo jednu vrstu stelje (materijala), podjednako će izražavati ponašanja i na pijesku i drvenim strugotinama.

Broj gljivica u stelji za perad kreće se od 10^2 do 10^8/g, a učestalost i zastupljenost pojedinih vrsta ovisi o samoj vrsti stelje i vremenu korištenja (ARNÉ i sur., 2011.). KHOSRAVINIA i sur. (2009.) istraživali su učestalost pojave nekoliko vrsta gljivica u šest različitih materijala za steljenje u tovu pilića. Vrste materijala bile su: rižina ljuska, sjeckani papir, stabljike ječma, goveđi feces, drvene strugotine i mješavine svih pet navedenih vrsta materijala. Rezultati njihova istraživanja pokazali su da se broj gljivica u stelji značajno razlikovao s obzirom na vrstu materijala. Najviše gljivica izdvojenih iz stelje pripadalo je rodu *Aspergillus*, a najmanje rodu *Fusarium*. Sjeckani papir pokazao se kao dobar medij za rast i razvoj gljivica iz roda *Aspergillus*. S tim u vezi, SAJID i sur. (2006.) i SULTANA i sur. (2015.)

utvrdili su da je pojava aspergiloze veća u peradi držanoj na stelji od piljevine, u usporedbi s onom od rižinih ljusaka, jer sadrži više vlage koja pogoduje razvoju gljivica. Ipak, kako navode ARNÉ i sur. (2011.), utjecaj vlažnosti stelje i promjena pH na gustoću populacije gljivica nije sasvim razjašnjen.

VIEGAS i sur. (2012.) istraživali su kontaminaciju stelje za perad gljivicama, te učestalost keratinofilnih i toksinogenih gljivica. Istraživanje je provedeno na sedam svježih i 14 starijih uzoraka stelje sa sedam peradarskih farmi, te 27 uzoraka zraka. U svježoj stelji utvrđeno je 12 različitih vrsta gljivica, od kojih je najzastupljeniji bio rod *Penicillium* (59,9%), zatim *Alternaria* (17,8%), *Cladosporium* (7,1%) i *Aspergillus* (5,7%). U korištenoj stelji utvrđeno je 19 različitih vrsta gljivica, pri čemu je najčešće bio izdvojen *Penicillium* sp. (42,3%), *Scopulariopsis* sp. (38,3%), *Trichosporon* sp. (8,8%) i *Aspergillus* sp. (5,5%). Ustanovljena je značajna povezanost između onečišćenja stelje (CFU/g) i zraka gljivicama (CFU/m^3). Autori su zaključili da su određivanje koncentracije i sastava mikoflore podrijetlom iz stelje važni u procjeni mogućih štetnih učinaka na zdravlje životinja, ali i radnika na farmama. Dispozicija stelje peradi na poljoprivredne površine potencijalan je problem javnog zdravstva, s obzirom na to da su izdvojili keratinofilne (rodovi *Scopulariopsis* i *Fusarium*), kao i toksinogene gljivice (rodovi *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*). Rezultati njihova istraživanja u suglasju su i s rezultatima BACON i BURDICK (1977.), koji su iz korištene stelje za piliće u tovu izdvojili 18 vrsta gljivica, te PINELLO i sur. (1977.), koji su u stelji i zraku peradarskih nastambi kao najčešće rodove gljivica izdvojili *Scopulariopsis, Penicillium, Aspergillus* i *Petriella.*

CHOLLOM i sur. (2013.) analizirali su stelju s nekoliko odabranih peradarskih farmi kako bi utvrdili njezin mikološki sastav, a time i javnozdravstveni značaj. Istraživanje je provedeno na 25 farmi u Josu, savezna država Plateau u Nigeriji, a sa svake farme prikupljeno je po pet uzoraka za mikološku analizu. Stelja s 80% peradarskih farmi bila je onečišćena gljivicama. Sve izdvojene gljivice uzročnici su mikoza u ljudi. Najzastupljenije su bile gljivice iz roda *Trichophyton* (28%), *Aspergillus* (26%) i *Mucor* (20%). Najmanje je bilo vrsta iz roda *Malassezia* (2,0%). Rezultati istraživanja pokazali su da je stelja peradi dobar medij za gljivice i da kao takva ima velik značaj s javnozdravstvenog gledišta. KIM (2003.) istraživao je pojavnost keratinofilnih gljivica u uzorcima tla prikupljenim s 10 različitih peradarskih farmi u Koreji. Identificirao je 14 vrsta gljivica povezanih s perjem, iz to iz deset rodova: *Acremonium, Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Curvularia, Fusarium, Monascus, Mucor, Penicillium* i *Verticillium*, pri čemu navodi da vrste iz roda *Aspergillus* (*A. flavus, A. fumigatus, A. niger, A. nidulans* i *A. terreus*) mogu posebno dobro iskoristiti keratin iz perja.

YARDIMCI i KENAR (2008.) istraživali su onečišćenost stelje mikroorganizmima u nastambama za tovne piliće s obzirom na različite gustoće naseljenosti. Ukupno je pretraženo 40 nastambi sa steljom od drvenih strugotina, koje su podijeljene u dvije skupine, prema gustoći naseljenosti. U skupini I. bile su nastambe s gustoćom naseljenosti od 10 – 13 pilića/m^2, a u skupini II. s 14 – 17 pilića/m^2. Komparativni rezultati za skupine I. i II. bili su: $4,5 \times 10^8$ i $4,9 \times 10^8$ za ukupan broj aerobnih bakterija, $1,5 \times 10^4$ i $1,2 \times 10^4$ za *E. coli*, $3,1 \times 10^6$ i $2,4 \times 10^6$ za koliforme, $3,1 \times 10^6$ i $3,2 \times 10^6$ za *Clostridium*, $0,9 \times 10^5$ i $1,3 \times 10^5$ za plijesni i kvasce, $7,5 \times 10^5$ i $7,1 \times 10^5$ za stafilokoke i $3,1 \times 10^4$ i $3,3 \times 10^4$ za salmonele. Rezultati istraživanja pokazali su da se broj mikroorganizama u stelji ne razlikuje pri gustoćama naseljenosti od 10 do 17 pilića/m^2.

2. 4. Pojavnost gljivica u hrani za piliće u tovu

Hrana se navodi kao jedan od najvažnijih izvora gljivica kod peradi, no istraživanja pokazuju da je manji broj rodova izdvojen iz hrane, nego iz stelje (ARNÉ i sur., 2011.).

DALCERO i sur. (1998.) istraživali su zastupljenost gljivica i mikotoksina u hrani za perad iz dvije tvornice u Rio Cuarto, Córdoba, Argentina. U razdoblju od godinu dana uzeto je i analizirano 130 uzoraka. Najčešće izdvojene bile su vrste iz rodova *Aspergillus* (85%) i *Fusarium* (70%). Iz roda *Aspergillus* identificirano je 11 vrsta, pri čemu je *A. flavus* bio najučestaliji. Iz roda *Fusarium* izdvojeno je devet vrsta, najčešće *F. moniliforme.* Vrste iz roda *Penicillium* bile su treće po broju izdvojenih slučajeva. Iz tog roda izdvojeno je 12 vrsta, od kojih su *P. brevicompactum* (15%), *P. restrictum* (14%) i *P. purpurogenum* (12%) bile najzastupljenije. Najvažniji mikotoksin iz hrane za perad, aflatoksin B1, utvrđen je u 48% uzoraka, s koncentracijama u rasponu od 10 do 123 ng/g. Koncentracije zearalenona kretale su se od 327 do 5850 ng/g, dok deoksinivalenol nije pronađen u uzorcima.

CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA i sur. (2013.) istraživali su kontaminaciju hrane za perad patogenom mikroflorom i mikotoksinima u zapadnoj Poljskoj. U *groweru* i *finisheru* utvrdili su veći broj bakterija i gljivica u odnosu na *starter*. Najzastupljeniji rodovi gljivica bili su *Aspergillus, Rhizopus* i *Mucor*. U pogledu analiziranih mikotoksina, hrana je najviše sadržavala deoksinivalenola.

SALEEMI i sur. (2010.) pretražili su 119 uzoraka komercijalno pripremljene i na farmi smiješane hrane za perad na *Aspergillus* vrste, aflatoksin i ohratoksin. Čak 73,11% uzoraka hrane bilo je onečišćeno gljivicama. Prevladavale su vrste iz roda *Aspergillus*, zatim

Penicillium, Fusarium i *Alternaria*. Udio toksinogenih gljivica među *Aspergillus* izolatima bio je 73,58%. Aflatoksinogeni izolati *A. flavus* i *A. parasiticus* bili su zastupljeni s učestalošću od 83,33%, odnosno 85,71%, a ohratoksinogeni izolati *A. carbonarius, A. niger* i *A. ochraceous* s učestalošću od 50%, 65% i 100%.

AZARAKHSH i sur. (2011.) također su ispitivali pojavnost *Aspergillus* sp. u hrani za tovne piliće u pokrajini Kermanshah, zapadni Iran. Hrana je najčešće bila onečišćena vrstama *A. flavus, A. niger* i *A. fumigatus*.

RAHMAN i sur. (2015.) analizirali su deset uzoraka hrane koji su prikupljeni s deset različitih farmi peradi u tri različita područja Bangladeša. Utvrđeno je pet različitih vrsta gljivica: *A. flavus, A. niger, Fusarium* sp., *Rhizopus stolonifer* i *Penicillium* sp. Vrste *A. flavus* i *A. niger* pronađene su u svim uzorcima hrane, a ostale gljivice sporadično. Dokazano je da dulje skladištenje, uz viši sadržaj vlage, rezultira većim onečišćenjem hrane gljivicama. Koncentracije aflatoksina iznosile su od 30,52 do 48,35 ppb.

HABIB i sur. (2015.) analizirali su hranu za perad koja se drži u tradicionalnim skladištima bez prozračivanja u sjevernom dijelu Nigerije. Ukupno je pretraženo 180 uzoraka različitih vrsta hrane (20 *startera*, 20 super *startera*, 10 *finishera* za piliće u tovu, 50 *growera*, 80 *finishera* za nesilice) na prisutnost *Aspergillus* vrsta. Ukupno je bilo kontaminirano 178 (98,9%) uzoraka, sa sljedećom zastupljenošću vrsta: *A. fumigatus* 134 (75,1%), *A. parasiticus* 64 (35,56%), *A. flavus* 36 (20%), *A. niger* 5 (3%) i *A. terreus* 3 (1,7%).

KRNJAJA i sur. (2008.) istražili su 230 uzoraka komercijalne hrane za perad na prisutnost potencijalno toksinogenih rodova gljivica. U većini uzoraka hrane za perad (38,26%) ukupan broj gljivica kretao se od 1 do 9×10^4 CFU/g. Najzastupljeniji rodovi gljivica bili su *Fusarium* (56,09%) i *Aspergillus* (54,35%), zatim *Rhizopus* (40%), *Penicillium* (30,87%), *Mucor* (30,04%), a najmanje su zastupljene bile vrste iz roda *Alternaria* (3,48%). KRNJAJA i sur. (2014.) analizirali su 30 uzoraka hrane za perad (14 uzoraka hrane za piliće i 16 uzoraka hrane za nesilice) sakupljenih na različitim farmama u Srbiji. U najvećem broju uzoraka hrane za piliće (50%) ukupan broj gljivica kretao se od 1 do 3×10^2 CFU/g, a iz hrane za nesilice najveći broj uzoraka (37,50%) sadržavao je gljivice u koncentraciji od 1,4 do $4,8 \times 10^4$ CFU/g. Kao proizvođači ohratoksina A, identificirane su vrste iz rodova *Aspergillus* i *Penicillium* u 21,43% i 42,86% uzoraka hrane za piliće i u 68,75% i 25% uzoraka hrane za nesilice. Ohratoksin A utvrđen je u 100% uzoraka hrane za piliće i nesilice, s prosječnim koncentracijama od 34,40 μg/kg (hrana za piliće) i 43,89 μg/kg (hrana za nesilice).

MAGNOLI i sur. (1998.) istraživali su prisutnost *Penicillium* sp. i *Aspergillus* sp. u uzorcima hrane za perad uzetih iz tvornica na jugu provincije Córdoba u Argentini. Dominantne

vrste iz roda *Aspergillus* bile su *A. flavus* i *A. parasiticus*. Od vrsta iz roda *Penicillium*, izdvojene su *P. brevicompactum, P. purpurogenum i P. oxalicum.* Rjeđe su bili izdvojeni *A. candidus, A. fumigatus, A. niger, A. orizae, A. parvulus, A. tamarii, A. terreus i P. expansum, P. funiculosum, P. minioluteum, P. pinophylum, P. restrictum, P. variabile* i dr. Prosječne koncentracije *Aspergillus* sp. kretale su se od 1×10^3 do $9,5 \times 10^4$ CFU/g, a *Penicillium* sp. od $1,2 \times 10^3$ do $2,5 \times 10^5$ CFU/g.

MARKOVIĆ i sur. (2005.) su tijekom desetogodišnjeg razdoblja (1995. – 2004.) analizirali ukupno 756 uzoraka hrane za perad i svinje na plijesni i mikotoksine. Hrana za mlade životinje sadržavala je od 1×10^2 do $3,4 \times 10^6$ CFU/g, pri čemu je čak 35,71% uzoraka imalo nedozvoljen broj plijesni. Hrana za odrasle životinje sadržavala je od 8×10^2 do 8×10^6 CFU/g, a samo je 7,54% imalo nedozvoljen broj plijesni. Rodovi/vrste plijesni pokazali su veliku heterogenost, a najčešće su izdvojeni *Penicilium* sp. (28,38%), *Aspergillus* sp. (26,37%), *Mucor* sp. (24,67%), *Fusarium* sp. (11,33%) i *Rhizopus* sp. (9,22%). Količina i vrsta mikotoksina varirale su s obzirom na vrstu hrane, kao i godinu uzorkovanja, što se može dovesti u izravnu vezu s klimatskim čimbenicima, odnosno prosječnom vlažnošću zraka tijekom pojedine godine. U 320 uzoraka hrane bila je utvrđena kombinirana kontaminacija, s dva ili tri mikotoksina. U 161 uzorku hrane za mlade životinje prisutnost aflatoksina B1, zearalenona i ohratoksina A utvrđena je u 36, 161 i 161 uzorku, od čega je u 33, 83 i 71 uzorku koncentracija navedenih mikotoksina bila iznad dozvoljene granice. U 159 uzoraka hrane za odrasle životinje prisutnost aflatoksina B1, zearalenona i ohratoksina A utvrđena je u 32, 159 i 159 uzoraka, od čega je 31, 65 i 99 uzoraka sadržavalo mikotoksine iznad dozvoljene granice.

ALIYU i sur. (2016.) u uzorcima hrane za perad utvrdili su 258 gljivičnih izolata, od čega je više od 50% pripadalo rodu *Aspergillus.* Najzastupljenije vrste bile su *A. fumigatus* i *A. flavus*.

SALEM i ALI (2014.) analizirali su ukupno 100 tkiva pluća pilića sumnjivih na aspergilozu i ukupno 80 uzoraka stelje, hrane, vode i zraka uzetih na peradarskim farmama. Osim toga, analizirano je i 30 uzoraka ispljuvaka i 30 uzoraka krvnog seruma uzetih od ljudi s kroničnim bolestima dišnog sustava koji rade na tim farmama ili su u kontaktu s njima. Učestalost *Aspergillus* sp. u tkivu pluća, hrani, stelji, vodi, zraku i ispljuvku ljudi bila je 24%, 55%, 55%, 10%, 50% i 23,3%. Gotovo sve vrste iz roda *Aspergillus* izdvojene iz tkiva pluća pilića utvrđene su i u uzorcima uzetih iz njihova okoliša te ispljuvku ljudi, pri čemu je dominantna vrsta bio *A. fumigatus*, zatim *A. niger* i *A. flavus*. Pojava zaraze bila je učestalija tijekom toplog i vlažnog razdoblja godine, te znatno učestalija u pilića držanih na stelji od piljevine u usporedbi s rižinim ljuskama. Vrste iz roda *Aspergillus* izdvojene su u ljudi svih

dobnih skupina, najčešće onih u dobi od 20 do 40 godina, gotovo jednako kod muškaraca i žena, no više kod radnika na farmama, nego vlasnika farmi i doktora veterinarske medicine. Učestalost *A. fumigatus* u uzorcima ispljuvaka bila je 13,3%, a krvnog seruma 10%.

Orijentacijske vrijednosti za indikatorske mikroorganizme u hrani za životinje, uključujući gljivice, prikazane su u Tablici 2.

Tablica 2. Orijentacijske vrijednosti za indikatorske mikroorganizme prema VDLUFA mikrobiološkoj metodi

	Mezofilne aerobne bakterije × 10^6 CFU/g			**Plijesni × 10^3 CFU/g**			**Kvasci × 10^3 CFU/g**
Indikatorski mikroorganizmi (IM)	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Orijentacijske vrijednosti						
Krmiva:							
Brašno i krupica dobiveni ekstrakcijom uljarica	1	1	0,1	10	20	1	30
Pogače iz proizvodnje ulja dobivene prešanjem uljarica	1	1	01	10	20	2	30
Posije i krmno brašno žitarica, osim pšeničnih i raženih posija	5	1	0,1	50	30	2	50
Pšenične posije i ražene posije	8	1	0,1	50	50	2	80
Kukuruz (zrno i prekrupa)	2	0,5	0,05	20	30	5	60
Pšenica, raž (zrno i prekrupa)	5	0,5	0,05	30	20	2	30
Ječam (zrno i prekrupa)	20	1	0,05	40	30	2	100
Zob (zrno i prekrupa)	50	1	0,05	200	50	2	200
Sijeno	30	2	0,15	200	100	5	150
Slama	100	2	0,15	200	100	5	400
Silaža	0,4	0,2	0,03	5	5	5	1000
Sjenaža	0,2	0,2	0,01	5	5	5	200
Krmne smjese:							
Sipke krmne smjese za:							
Piliće i brojlere	3	0,5	0,1	30	20	5	50
Nesilice	5	1	0,1	50	50	5	50
Prasad	5	0,5	0,1	30	20	5	50

Svinje za rasplod i tov	6	1	0,1	50	50	5	80
Telad	2	0,5	0,1	30	20	5	50
Muzne krave, junad za rasplod i tov	10	1	0,1	50	50	5	80
Peletirane krmne smjese za:							
Piliće i brojlere	0,5	0,1	0,05	5	5	1	5
Nesilice	0,5	0,5	0,05	5	10	1	5
Prasad	0,5	0,1	0,05	5	5	1	5
Svinje za rasplod i tov	1	0,5	0,05	5	10	1	5
Telad	0,5	0,5	0,05	5	5	1	5
Muzne krave, junad za rasplod i tov	1	0,5	0,05	5	10	1	5
Konje	0,5	0,5	0,01	2	6	1	5
Kuniće	0,2	0,2	0,01	1	3	1	2

Legenda:

IM I	žuto pigmentirane bakterije (bakterije karakteristične za proizvod)
IM II	bacili, mikrokoki, koagulaza negativni stafilokoki (bakterije indikatori zagađenja)
IM III	streptomicete (bakterije indikatori zagađenja)
IM IV	plijesni polja (plijesni karakteristične za proizvod)
IM V	skladišne plijesni (indikatori zagađenja)
IM VI	plijesni iz roda *Mucorales* (indikatori zagađenja)
IM VII	sve vrste kvasaca (indikatori zagađenja)

Izvor: ANONIMNO, 2016.

Razred kvalitete I. (poželjna kvaliteta) obuhvaća hranu za životinje za koju je utvrđeno da broj indikatorskih mikroorganizama (IM) ne prelazi utvrđenu orijentacijsku vrijednost. Razred kvalitete II. (smanjena kvaliteta) obuhvaća hranu za životinje za koju je utvrđeno da je broj IM do 5 puta veći od utvrđene orijentacijske vrijednosti. Razred kvalitete III. (loša kvaliteta) obuhvaća hranu za životinje za koju je utvrđeno da je broj IM veći 5 do 10 puta od utvrđene orijentacijske vrijednosti. Razred kvalitete IV. (nije prihvatljivo za hranidbu životinja) obuhvaća hranu za životinje za koju je utvrđeno da je broj IM 10 puta veći od utvrđene orijentacijske vrijednosti (ANONIMNO, 2016.).

2. 4. 1. Mikotoksikoze

Mikotoksikoze su vrlo čest ekonomsko-zdravstveni problem u peradarskoj proizvodnji diljem svijeta. Uzrokuje ih unos toksina, proizvoda plijesni koje kontaminiraju žitarice i ostalu stočnu hranu prije i poslije žetve, u organizam peradi. Mikotoksini su raznolika skupina kemijskih spojeva koji imaju negativan utjecaj na prirast, konverziju hrane, imunološki odgovor peradi i proizvodnju jaja. Kukuruz i pšenica su najčešći izvor mikotoksikoza u peradarstvu. Najosjetljivije kategorije peradi su pilići i pačići, a naročito su prijemljive jedinke oslabljene drugim bolestima i stresom (SHANE, 2005.).

Diljem svijeta dosad je identificirano više od 400 mikotoksina koji uzrokuju različite simptome. Najčešći rodovi gljivica koji proizvode mikotoksine su *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*. Pojedine vrste proizvode i više različitih toksina, a isto tako više vrsta plijesni može proizvoditi isti mikotoksin. Toksini, ovisno o vrsti, koncentraciji i trajanju izloženosti te dobi i zdravstvenom stanju peradi, mogu djelovati akutno i kronično te imati hepatotoksičan, nefrotoksičan, neurotoksičan i genotoksičan učinak (SOKOLOVIĆ i sur., 2015.).

Ukoliko su mikotoksini prisutni u niskim koncentracijama, najčešće dolazi do pojave nespecifičih kliničkih znakova koji se očituju smanjenim prirastom peradi, slabom valivošću, lošijom proizvodnjom i kvalitetom jaja i dr. Dijagnostika mikotoksikoza često je kompleksna i moguća je tek kombinacijom anamneze, kliničke i patoanatomske pretrage. Nalaz mikotoksina u hrani, osobito u nedozvoljenim količinama, dobar je pokazatelj potencijalne kontaminacije i olakšava dijagnostiku mikotoksikoza. Specifičnog liječenja nema, a sprječavanje pojave bolesti zasniva se na pravilnom skladištenju hrane i pravodobnom otkrivanju i uklanjanju hrane kontaminirane mikotoksinima. Da bi se smanjio broj mikotoksina u hrani, mogu se primijeniti različiti postupci dekontaminacije: fizikalni postupci kao što su ljuštenje i ispiranje žitarica, kemijska detoksikacija hidroksidima i peroksidima te biološka detoksikacija primjenom mikroorganizama i enzima (SOKOLOVIĆ i sur., 2015.).

DHANASEKARAN i sur. (2009.) istraživali su utjecaj aflatoksina na rast pilića. Izdvojene mikotoksinogene gljivice bile su A. flavus i A. niger. Histopatološkom pretragom pronađeno je više lezija u vitalnim organima pilića, u usporedbi s kontrolnom skupinom. Zaključeno je da kvaliteta hrane za perad igra najvažniju ulogu na farmi.

Tablica 3. Najvažniji mikotoksini i simptomi koje uzrokuju u peradi

Mikotoksin	Plijesan	Patološki učinak
Aflatoksin	*A. flavus* *A. parasiticus* *A. nomius* *A. tamarii* *A. pseudotamarii* *A. bombycis* *A. ochraceoroseus*	smanjen unos hrane i slabiji prirast, anoreksija, depresija, ataksija, imunosupresija, povećana smrtnost, hepatotoksičnost, karcinogenost, hepatomegalija, slabija pigmentiranost kože, neurološki simptomi, smanjena proizvodnja jaja
Ohratoksin	*A. ochraceus* *A. carbonarius* *P. verrucosum* *P. palitans*	smanjen prirast, karcinogenost, teratogenost, oštećenje jetre i burega, slabija pigmentiranost kože, smanjena proizvodnja jaja
Zearalenon	*F. roseum* *F. graminearum* *F. culmorum* *F. equiseti* *F. crookwellense*	smanjeni prirast i proizvodnja jaja, poremećaji u reprodukciji
Fumonizin	*F. moniliforme* *F. verticillioides* *F. proliferatum* *F. nygamai* *F. anthophilum* *F. dlamini* *F. napiforme* *Alternaria* sp.	smanjen unos hrane, slabiji prirast i proizvodnost, imunosupresija, povećana smrtnost
T-2/HT-2 toksin **Diacetoksiscirpenol** **Deoksinivalenol**	*F. sporotrichioides* *F. graminearum* *Fusarium* sp. *Stachybotrys* *Trichothecium* *Trichoderma* *Myrothecium*	odbijanje hrane, smanjen prirast, imunosupresija, lezije na sluznicama usta i probavnog sustava, nakostriješenost perja, neurološki simptomi

Izvor: SOKOLOVIĆ i sur., 2015.

2. 5. Gljivice iz roda *Aspergillus*

Plijesni iz roda *Aspergillus* sveprisutni su saprofitni mikroorganizmi koji u određenim uvjetima izazivaju klinički manifestne infekcije kod peradi, primarno dišnog sustava, i to najčešće u purana (BEERNAERT i sur., 2010.; DHAMA i sur., 2013.). Ove gljivice, naročito *A. fumigatus*, mogu iskorištavati mnoge izvore hrane, uključujući i perje ptica. Često su prisutne

u tlu, žitaricama i organskoj biljnoj tvari u raspadu. Raširenost u okolišu omogućuje im i stavaranje spora koje se zrakom mogu prenijeti na velike udaljenosti. *Aspergillus* pripada najtoksogenijim rodovima unutar carstva gljiva. Kako navode SWAYNE i sur. (2013.), brojna istraživanja pokazala su da unos mikotoksina koje stvaraju plijesni iz ovog roda utječe na otpornost peradi prema drugim bolestima.

Aspergiloza je vrlo važna bolest u peradarskoj proizvodnji diljem svijeta, jer uzrokuje visok pobol i pomor, uz lošu konverziju hrane, odnosno manji prirast u životinja koje su preboljele bolest. Akutni slučajevi javljaju se kod mladih jedinki, dok je kronični oblik bolesti sporadičan i češći u starije, ali ekonomski vrijednije peradi (ARNÉ i sur., 2011.; MOREIRA i sur., 2015.). Bolest je također važna i s gledišta javnog zdravstva (PATTRON, 2006.). CAFARCHIA i sur. (2014.) istraživali su stupanj onečišćenja zraka na farmama kokoši nesilica s *Aspergillus* sp. da bi procijenili potencijalan rizik od zaraze samih životinja i radnika. U tu svrhu analizirali su 57 uzoraka zraka uzetih iz 19 nastambi, 69 uzoraka fecesa, 19 uzoraka hrane za perad i 60 brisova iz nosnica, ždrijela i ušiju uzetih od 20 radnika na farmama. Učestalost *Aspergillus* sp. u uzorcima kretala se u rasponu od 31,6% (hrana za perad) do 55,5% (radnici), dok je najveća koncentracija konidija ustanovljena u fecesu ($1{,}2 \times 10^4$ CFU/g) i hrani za perad ($1{,}9 \times 10^3$ CFU/g). Prosječna koncentracija konidija *Aspergillus* sp. u zraku bila je 70 CFU/m^3, pri čemu su najčešće izdvojene vrste bile *A. fumigatus* (27,3%) i *A. flavus* (6,3%). Ove vrste također su izdvojene iz nosnica (40%) i ušiju ljudi (35%). Rezultati istraživanja ukazali su na povezanost između onečišćenja farmi nesilica s *Aspergillus* sp. i prisutnosti tih vrsta gljivica u životinja i ljudi.

Aspergiloza je bolest koja se javlja u slučaju udisanja velikih količina spora ili ukoliko je smanjena otpornost peradi (BEERNAERT i sur., 2010.). Pogodovni čimbenici su dugotrajna izloženost jako onečišćenom okolišu, stres, imunosupresija, neprikladna hranidba, loše prozračivanje, vlažna hrana i stelja i dr. (BIĐIN, 2008.; KAPETANOV i sur., 2011.). Sinonimi koji se često koriste za aspergilozu su gljivična pneumonija, pneumomikoza, bronhomikoza, a u stranoj literaturi navodi se i kao „*brooder pneumonia*“ (SWAYNE i sur., 2013.).

Rod *Aspergillus* obuhvaća oko 180 vrsta (SWAYNE i sur., 2013.). *A. fumigatus* najpatogeniji je (FULLERINGER i sur., 2006.; ARNÉ i sur., 2011.; DHAMA i sur., 2013.; GIRMA i sur., 2016.) i najčešći uzročnik bolesti, dok druge vrste, kao što su *A. flavus*, posebno *A. terreus*, *A. glaucus*, *A. nidulans*, *A. niger* i *A. nigrescens*, rjeđe uzrokuju bolest (SOKOLOVIĆ i sur., 2015.).

KWANASHIE i sur. (2012.) istraživali su pojavnost *Aspergillus* sp. i drugih gljivica kod bolesne peradi, te su u 86,4% onih za koje se sumnjalo da boluju od aspergiloze utvrđene

vrste iz roda *Aspergillus*. KWANASHIE i sur. (2013.a) analizirali su uzorke uzete iz dušnika 1.500 komada peradi s 52 farme s obzirom na pojavnost *Aspergillus* sp. Pozitivno je bilo 718 uzoraka (47,87%), sa sljedećom zastupljenošću vrsta: *A. fumigatus* (52,37%), *A. flavus* (21,87%), *A. niger* (11,42%), *A. terreus* (8,64%), *A. restrictus* (2,79%) i *A. ochraceous* (2,92%).

Isti autori (KWANASHIE i sur., 2013.b) proveli su slično istraživanje da bi procijenili stupanj kontaminacije nastambi za perad gljivicama, s naglaskom na onečišćenje stelje, hranilica, pojilica i raznih materijala vrstama iz roda *Aspergillus*. Istraživanje je provedeno u 10 peradarskih nastambi. Ukupno je izdvojeno 126 vrsta gljivica iz 5 rodova: *Aspergillus, Mucor, Candida, Rhizopus i Penicillium.* Najučestalije su bile vrste iz roda *Aspergillus* (69 izolata, 54,76%) i *Candida* (27 izolata, 20,93%). Iz roda *Aspergillus* izdvojene su vrste *A. fumigatus* (22), *A. flavus* (22) i *A. niger* (18). Gljivice su izdvojene iz svih dijelova peradnjaka, pri čemu su veće kontaminacije utvrđene u uzorcima uzetih s vrata, mreža na prozorima, stropova i hranilica.

Istražujući brojnost i sastav mikoflore u nastambi za tov pilića, OSTOVIĆ i sur. (2017a) utvrdili su da je broj gljivica bio najmanji na početku tova i značajno se razlikovao u odnosu na njihov broj koji se povećao sredinom tova, a zatim smanjio na samom kraju tova. Najviše gljivica izdvojeno je sa stropa, a najmanje s pojilica. Kvasci su bili najučestaliji nalaz (73,29%), a od 7 izdvojenih rodova plijesni najzastupljeniji su bili *Penicillium* (17,29%), *Mucor* (3,39%) i *Fusarium* (1,97%). Ove gljivice ujedno su bile i jedine vrste izdvojene s otvora za prozračivanje. Rezultati istraživanja ukazali su na to da je za pojavnost gljivica na površinama u nastambama bitniji njihov izvor, nego vrsta materijala na koji se talože. Autori navode da je u cilju dobivanja egzaktnijih rezultata potrebno provesti istraživanje na većem broju uzoraka, s naglaskom na materijale i svojstva površina. U tom istraživanju prosječna učestalost *Aspergillus* sp. iznosila je 1,31%, pri čemu je najčešće izdvojen sa zidova i hranilica. *A. fumigatus* utvrđen je u 0,99% slučajeva, *A. flavus* u 0,19%, a *A. niger* u 0,13%.

MOREIRA i sur. (2015.), poput drugih autora, navode da su pripadnici roda *Aspergillus* sveprisutne oportunističke saprofitne gljivice koje se smatraju glavnim respiratornim patogenima kod peradi i koje mogu uzrokovati znatne ekonomske gubitke, kroz povećanu smrtnost, smanjen prirast i odbačene dijelove trupa u klaonici. Peradarske farme najčešće se onečiste s *Aspergillus* sp. putem kontaminirane stelje ili jednodnevnih pilića kontaminiranih u valionici. Ovi autori proveli su istraživanje na farmama roditeljskih jata teških hibrida kako bi utvrdili čimbenike rizika povezane s kontaminacijom u valionici. Ukupno je prikupljeno 210 uzoraka od 30 jata, i to: s površine nasumično prikupljenih jaja s poda (prljava jaja), s jaja prikupljenih s traka za sakupljanje jaja (čista jaja) i s traka za sakupljanje jaja. *Aspergillus* sp.

utvrđen je u 46,2% uzoraka (97/210), i to u 50% slučajeva u uzorcima uzetih s čistih jaja i 40% slučajeva s prljavih jaja. 56,7% uzoraka uzetih s traka za sakupljanje jaja bilo je pozitivno na *Aspergillus* sp., kao i 43,3% uzoraka hrane i 33,3% uzoraka stelje, te 23,3% uzoraka uzetih od peradi. Autori su zaključili da su uvjeti držanja rasplodnih jata, hrana za perad i ona sama potencijalni izvori onečišćenja gljivicama iz roda *Aspergillus* u valionicama, odnosno pilića.

Simptomi aspergiloze su nespecifični i ovise o tome koji su organi i organski sustavi zahvaćeni, odnosno da li je bolest lokalizirana ili diseminirana. Bolest u peradi najčešće zahvaća donje dišne putove i zračne vrećice. Također, mogu se pojaviti infekcije oka, mozga, zglobova ili visceralnih ovojnica (SWAYNE i sur., 2013.).

SOKOLOVIĆ i sur. (2015.) navode da je aspergiloza u starijih životinja često kroničnog karaktera s atipičnim simptomima kao što su otežano disanje (dispneja), disanje otvorenim ustima (zbog opstrukcije dišnih putova), letargija, dehidracija i neurološke smetnje (ataksija, konvulzije, pareza i hromost). Osim toga, mogu se pojaviti vodenast proljev, gubitak na tjelesnoj masi i oštećenje očiju. Kod subakutnog oblika koji se razvije unutar deset dana od infekcije (u ptica do dva tjedna starosti) simptomi su blaži, a utvrđena je anemija, dok se patoanatomski mogu naći točkaste žute lezije u plućima i zračnim vreüicama, rast zelene plijesni u tjelesnim šupljinama i krvnim žilama, gnoj u bronhiolama te granulomi u drugim organima. Kronični oblik karakteriziran je plućnim granulomima, dilatacijom ventrikula i ascitesom, što se očituje insuficijencijom pluća, neurološkim simptomima (tupost i letargija) te ponekad i kožnim oblikom bolesti (nekrotični granulomatozni dermatitis).

MUSA i sur. (2014.) u svom izvješću opisuju izbijanje akutne aspergiloze u uzgojima rasplodnih jata teških hibrida kokoši i komercijalnog jata tovnih pilića starosti pet tjedana. Jata su bila držana dubokoj stelji i cijepljeni protiv endemskih bolesti peradi. Kliničke manifestacije bolesti u rasplodnim jatima odnosile su se na pojavu dišnih simptoma i neurološke poremećaje koji su se očitovali nekoordinacijom, tortikolisom i paralizom. Smrtnost je u rasplodnim jatima bila niska (2%). Ostali klinički znakovi kod komercijalnih pilića uključivali su depresiju, razbarušeno perje, teško disanje, bjelkaste čvoraste lezije u mišićima i abdomenu. Na koži, u zračnim vrećicama, plućima, dušniku, srcu, želucu i gušterači utvrđene su krupne siraste, granulomatozne lezije. Inspekcijom farmi ustanovljeni su loše prozračivanje i znatna količina prašine. Iz zahvaćenih organa izdvojen je *A. fumigatus.* Histopatološki su utvrđene hife u plućnom tkivu. Autori zaključuju da su takvoj kliničkoj slici doprinijeli vlažan okoliš, pljesniva hrana, te suha i prašnjava stelja.

VAN VEEN i sur. (1999.) opisali su izbijanje spondilitisa u dva jata tovnih pilića starosti 17 i 19 dana uzrokovanog s *A. fumigatus*. Postmortalnim pregledom utvrđene su kifoza i

kompresija leđne moždine uzrokovana osteomijelitisom prvog torakalnog kralješka. Ove lezije rezultirale su djelomičnom paralizom krila. Pilići su ležali na leđima. Smatra se da je ta lokalizacija bolesti povezana sa sporijim strujanjem zraka u području kranijalnih torakalnih zračnih vrećica, u usporedbi s ostalim dijelovima pluća, pa se uzročnik difuzijom proširio na prvi torakalni kralježak.

Aspergiloza nema karakter kontagiozne bolesti, već se svaka životinja inficira uslijed izlaganja uzročniku u okolišu, posebno pri visokim koncentracijama prašine u nastambama. Također, važan pogodovni čimbenik je i vlažnost stelje. Moguće je zaražavanje već i samih zametaka. Istraživanja su pokazala da nakon premazivanja ljuske jaja suspenzijom konidija *A. fumigatus* infekcija zametka nastupa za 8 dana. Uzročnik je pronađen u inkubatorima, prostorijama u kojima se nalaze inkubatori te sustavima za prozračivanje (SWAYNE i sur., 2013.).

Etiološka dijagnostika aspergiloze provodi se mikološkom pretragom zahvaćenih organa, no važan problem u dijagnosticiranju predstavljaju nespecifični simptomi koji ovise o tome koji je organski sustav zahvaćen. U novije vrijeme sve se više koriste moderne, molekularne metode dijagnostike, kao što su lančana reakcija polimerazom (engl. *Polymerase Chain Reaction*, PCR) i PCR u stvarnom vremenu (engl. *real-time* PCR). Još suvremenije metode, kao što su *Nucleic Acid Sequence Based Amplification* (NASBA) i *Molecular Beacon* (MB), ubrzavaju dijagnostiku ovog važnog patogena (DHAMA i sur., 2013.).

Liječenje aspergiloze ne provodi se u peradarskoj industriji, zbog slabog učinka antimikotika, njihove visoke cijene i moguće rezistencije (SOKOLOVIĆ i sur., 2015.).

Iznimno bitna u sprječavanju pojave aspergiloze je profilaksa. Higijensko-sanitarnim mjerama i kontrolom mikroklimatskih uvjeta u peradnjacima može se u velikoj mjeri utjecati na pojavnost ove bolesti. Tako se pljesnivu stelju i hranu nikako ne bi trebalo koristiti jer predstavljaju izvor bolesti, a veliku opasnost predstavljaju i područja oko pojilica koja su najvlažnija, pa ih se preporuča učestalije čistiti i dezinficirati (SOKOLOVIĆ i sur., 2015.; GIRMA i sur., 2016.).

3. OBRAZLOŽENJE TEME

Razdoblje godine i mikroklimatski uvjeti u peradarskim nastambama, kao što su temperatura i vlažnost zraka, imaju bitan utjecaj na izbijanje i širenje gljivičnih bolesti. Aspergiloza, kao najvažnija gljivična bolest peradi, pojavljuje se tijekom čitave godine u uzgoju peradi. Rezultati dosadašnjih istraživanja, s jedne strane upućuju na veću pojavu bolesti, odnosno prisutnost gljivica tijekom toplog razdoblja u vlažnim uvjetima, a s druge strane tijekom hladnijih mjeseci i uz nižu vlagu zraka (DEBEY i sur., 1995.; SAJID i sur., 2006.; WÓJCIK i sur., 2010.; KWANASHIE i sur., 2012.; SOWIAK i sur., 2012.; MATKOVIĆ i sur., 2013.; SALEM i ALI, 2014.; SULTANA i sur., 2015.; OSTOVIĆ i sur., 2017.b). Te oprečne spoznaje iziskuju daljnja istraživanja.

Cilj istraživanja obuhvaćenog doktorskim radom bio je utvrditi kako toplo, odnosno hladno razdoblje godine utječe u tovu pilića na:

1. mikroklimatske uvjete (temperatura, relativna vlaga i brzina strujanja zraka) te koncentraciju plinovitih (amonijak i ugljikov dioksid) i korpuskularnih onečišćenja (prašina, bakterije i gljivice) u zraku peradnjaka,
2. kvalitetu stelje,
3. učestalost i zastupljenost pojedinih vrsta gljivica u zraku, stelji i hrani,
4. učestalost i zastupljenost pojedinih vrsta gljivica u pilića,
5. aktivnost pilića tijekom razdoblja tova, te
6. ustanoviti povezanost između istraživanih pokazatelja.

Doktorski rad upotpunit će spoznaje o utjecaju toplog i hladnog razdoblja godine na mikroklimatske uvjete i kvalitetu zraka u uzgojima peradi, njezinu aktivnost i kvalitetu stelje, učestalost i zastupljenost pojedinih vrsta gljivica u zraku nastambi, stelji, kao i hrani za piliće, te u njih samih, s naglaskom na *Aspergillus* sp. Izvorni znanstveni doprinos osniva se na tome da, prema dostupnim literaturnim podatcima, u prethodnim istraživanjima nije ispitivan utjecaj godišnjeg razdoblja na pojedine pokazatelje obuhvaćene doktorskim radom, uključujući pojavnost gljivica u dušniku i jednjaku pilića. Osim toga, znanstveni doprinos proizlazi iz činjenice da je ovim doktorskim radom istovremeno obuhvaćen velik broj čimbenika za koje se pokazalo da mogu imati utjecaj na pojavnost gljivica u uzgoju peradi, i to u komercijalnim uvjetima proizvodnje. Znanstveni doprinos istraživanja značajan je i s obzirom na činjenicu da su pojedine vrste gljivica utvrđene u uzgojima peradi uvjetno patogene i za zdravlje ljudi.

4. MATERIJAL I METODE

4. 1. MATERIJAL

Istraživanje je odobreno od Povjerenstva za etiku u veterinarstvu Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

4. 1. 1. Opis nastambe i tehnologije proizvodnje

Istraživanje je provedeno u nastambi za tov pilića Poljoprivredne proizvodnje Kovačić, u mjestu Šopronu, općina Kalnik, Koprivničko-križevačka županija. Ova županija nalazi se u području umjerene kontinentalne klime. Padaline se pojavljuju kontinuirano tijekom cijele godine. Godišnje u prosjeku padne 850 – 900 mm padalina. Dva su maksimuma padalina: u srpnju (100 mm) i u studenom (93 mm). Mjesec s najmanje padalina je veljača. Najviše ljetne temperature prati i najveća količina padalina. Izrazito sušnih razdoblja u godini nema. Vjetrovi pušu tijekom cijele godine i ovo područje je blago vjetrovito. Maksimalna vlažnost je u studenom i prosincu, a minimalna u travnju i svibnju. Prosječna godišnja relativna vlaga iznosi 82% (https://kckzz.hr/wp-content/uploads/2016/09/Osnovna-analiza-1.pdf).

Nastamba je zatvorenog tipa, s kontroliranom mikroklimom, izgrađena 2002. godine. Dimenzije nastambe su: dužina 104 m, širina 12 m i visina 4 m. Krov nastambe izrađen je od lima s ispunom od staklene vune, a zidovi od siporeks cigle, s unutarnje strane prekriveni keramičkim pločicama do visine od 1,30 m. Na svakom uzdužnom zidu je 49 otvora za prozračivanje, na visini od 1,33 m od poda, širine 0,54 m i visine 0,26 m, s poklopcima od tvrde plastike koji se otvaraju i zatvaraju automatskom regulacijom. Prozračivanje nastambe je mehaničko, na podtlak, a pet ventilatora koji isisavaju zrak nalaze se duž sredine stropa. Na jednom od zidova nastambe su i četiri ventilatora, koja su u funkciji samo tijekom visokih ljetnih temperatura. U nastambu se ulazi kroz trokrilna vrata od ALU materijala širine 2,90 m i visine 2,55 m iz pretprostora površine 48 m^2, koji uključuje sanitarni čvor i prostoriju s kontrolnom pločom za nadzor objekta. Vrata istih dimenzija i materijala su i na suprotnoj strani nastambe. U pretprostoru, na ulazu u nastambu, postavljena je dezbarijera za obuću. U pretprostor se ulazi kroz vrata široka 1,08 m i visoka 2,08 m, izrađena također od ALU materijala. Oko nastambe se nalazi zaštitna ograda.

U nastambi se nalazi 390 hranilica (Big Pan 330) i 1.116 *nipl* pojilica, jednako raspoređenih u 3, odnosno 4 reda. Hranjenje i napajanje pilića je *ad libitum*, a hrane se gotovim,

komercijalnim krmnim smjesama (*starter*, *grower* i *finisher*). Osvijetljenost je umjetna, s 2 reda od ukupno 32 neonska rasvjetna tijela jačine 36 W. Program osvijetljenja bio je u skladu s preporukama proizvođača Ross hibrida (ANONIMNO, 2014.). Peradnjak se grije grijačima na lož ulje. Pilići se od početka tova ravnomjerno naseljavaju po cijeloj nastambi, a drže se na dubokoj stelji od sjeckane slame i piljevine debljine 10 cm. Stelja nije okretana niti su dodavane nove količine stelje tijekom oba istraživana proizvodna ciklusa. Čišćenje i dezinfekcija peradnjaka obavljaju se nakon završetka svakog turnusa, uz odmor objekta od oko tri tjedna. Gospodarstvo godišnje organizira pet petotjednih turnusa. Pilići se još u valionici cijepe protiv newcastleske bolesti i zarazne bolesti burze, a kasnije na farmi nadocjepljuju.



Slika 2. Nastamba u kojoj je provedeno istraživanje.

4. 1. 2. Životinje

Istraživanje je provedeno tijekom 36-dnevnog turnusa u toplom (ljetnom) i hladnom (zimskom) razdoblju godine: od 14. srpnja do 18. kolovoza 2016. godine te od 08. prosinca 2016. do 12. siječnja 2017. godine. U nastambi je tijekom svakog turnusa bilo smješteno 18.000 pilića hibrida Ross 27, uz gustoću naseljenosti do 33 kg/m^2. Tijekom turnusa u ljetnom razdoblju godine uginulo je 449, a zimskome 311 pilića.

4. 2. METODE

U svakom turnusu jednom tjedno (1., 8., 15., 22. i 35. dan) mjereni su mikroklimatski uvjeti i kvaliteta zraka u nastambi, zatim kvaliteta stelje, uz određivanje učestalosti i zastupljenosti pojedinih vrsta gljivica u zraku i stelji, kao i hrani, te uzorcima uzetih iz jednjaka i dušnika pilića. Također se procjenjivala aktivnost životinja. Temperatura, vlaga i brzina strujanja zraka mjerene su i izvan peradnjaka, kao i brojnost i sastav mikoflore u zraku, i to na udaljenosti od 5 m i 25 m.

4. 2. 1. Mjerenje mikroklimatskih uvjeta i kvalitete zraka

Temperatura (°C), relativna vlaga (%) i brzina strujanja zraka (m/s), osvijetljenost (lx) te koncentracije plinovitih onečišćenja, ugljikova dioksida (vol.%) i amonijaka (ppm), u zraku mjerene su prenosivim digitalnim uređajima (Testo i Dräger, Njemačka). Uzorkovanje zraka za određivanje broja mikroorganizama obavljeno je pomoću uređaja SAS 100^{TM} (PBI International, Italija). Zrak se uzorkovao u Petrijeve ploče s hranjivim podlogama za određivanje ukupnog broja mezofilnih bakterija (Nutrient agar, Biolife, Italija) i gljivica (Sabouraud dextrose agar, Biolife, Italija), koje su zatim inkubirane pri 37 °C kroz 24 sata (bakterije), odnosno pri 22 °C tijekom 5 dana (gljivice). Izrasle kolonije izražene su kao njihov broj po m^3 (CFU/m^3) zraka, uz korekciju rezultata prema tablici i jednadžbi priloženima uz uređaj. Prašina u zraku nastambe (mg/m^3) uzorkovana je pomoću SKC pumpe (SKC Ltd., Ujedinjeno Kraljevstvo), uz protok zraka kroz odgovarajući filtar (Whatman International Ltd., Ujedinjeno Kraljevstvo) od 4 L/min, a u vremenu od 4 sata. Vaganjem filtra prije i nakon uzorkovanja zraka odredila se ukupna prašina u zraku peradnjaka. Filtri su vagani u laboratoriju pri temperaturi od 22 °C i relativnoj vlazi zraka od 45% (±5%). Svi istraživani pokazatelji mjereni su u biozoni pilića, i to na pet mjesta u nastambi, izuzev bakterija i gljivica u zraku (9 mjesta) te prašine (1 mjesto, sredina nastambe). Mjerenje mikroklimatskih pokazatelja (temperatura, relativna vlaga i brzina strujanja zraka) i uzorkovanje zraka izvan nastambe (gljivice) također su provedeni na pet mjesta.



Slika 3. Mjerenje brzine strujanja zraka u nastambi.



Slika 4. Mjerenje koncentracije štetnih plinova.



Slika 5. Uzorkovanje zraka izvan nastambe.



Slika 6. Mjerenje temperature stelje.

4. 2. 2. Mjerenje kvalitete stelje

Stelja je uzorkovana s pet mjesta s poda peradnjaka, a istraživani su sljedeći pokazatelji njezine kvalitete: temperatura, pH i isparni suhi ostatak, odnosno vlaga. Temperatura stelje mjerena je ubodnim termometrom (Testo, Njemačka). Isparni suhi ostatak (suha tvar) određen

je isparavanjem i sušenjem dobro izmiješanog reprezentativnog uzorka u porculanskoj zdjelici na 105 °C do konstantne težine. Odvaga je iskazana kao težinski % suhe tvari, a iz razlike do 100% izračunao se udio vlage. pH stelje odredio se pH metrom (WTW inoLab, Njemačka), na način da se 10 g uzorka stelje razrijedi destiliranom vodom do 100 mL, promiješa, odstoji 30 minuta i nakon toga izmjeri.

4. 2. 3. Utvrđivanje učestalosti i zastupljenosti pojedinih vrsta gljivica u zraku, stelji i hrani

Nakon određivanja ukupnog broja gljivica u zraku, identificirane su pojedine vrste i utvrđen njihov broj. Za određivanje koncentracije i kvalitativnog sastava gljivica u stelji i hrani, uzorci su prikupljeni s pet mjesta u peradnjaku te je 10 g uzorka deseterostruko razrijeđeno sterilnom destiliranom vodom, od čega je 100 µL nasađeno razmazivanjem na Sabouraud agar (Sabouraud dextrose agar, Biolife, Italija) i inkubirano pri 22 °C kroz 5 dana. Uzorci hrane uzimani su izravno iz hranilica. Gljivice su identificirane na temelju makroskopskog izgleda izraslih kolonija te mikroskopske pretrage spora, bojenjem s laktofenolom. Rezultati su izraženi kao broj gljivica po gramu (CFU/g) stelje i hrane.

4. 2. 4. Utvrđivanje učestalosti i zastupljenosti pojedinih vrsta gljivica u pilića

Pojavnost gljivica u pilića utvrđena je uzimanjem obrisaka iz jednjaka i dušnika od 30 nasumično odabranih jedinki tijekom svakog tjednog uzorkovanja, pri čemu su oba obriska bila uzeta od iste životinje. Uzorak je uzet sterilnim štapićem, prethodno navlaženim sterilnom fiziološkom otopinom (1 mL), od čega je 100 µL nasađeno na Sabouraud agar (Sabouraud dextrose agar, Biolife, Italija) te inkubirano pri 22 °C kroz 5 dana. Taksonomska identifikacija poraslih gljivica temeljila se na makroskopskom izgledu kolonija te mikroskopskoj pretrazi bojenjem s laktofenolom. Rezultati su izraženi kao broj gljivica (CFU) po obrisku.

4. 2. 5. Procjena aktivnosti pilića

Aktivnost pilića procijenjena je njihovim izravnim promatranjem tijekom jednog sata u petominutnim intervalima prema metodi opisanoj od strane WEEKS i sur. (2000.) i SHIELDS i sur. (2005.). U jednom petominutnom intervalu promatrala se skupina od 10 pilića i tako na 12 različitih mjesta u peradnjaku tijekom jednog sata. Dakle, jednom tjedno tijekom razdoblja tova promatralo se i ponašanje 120 pilića. Rezultati su izraženi kao udio aktivnih pilića (%).



Slika 7. Uzimanje obrisaka iz jednjaka pilića.

4. 2. 6. Statistička obrada podataka

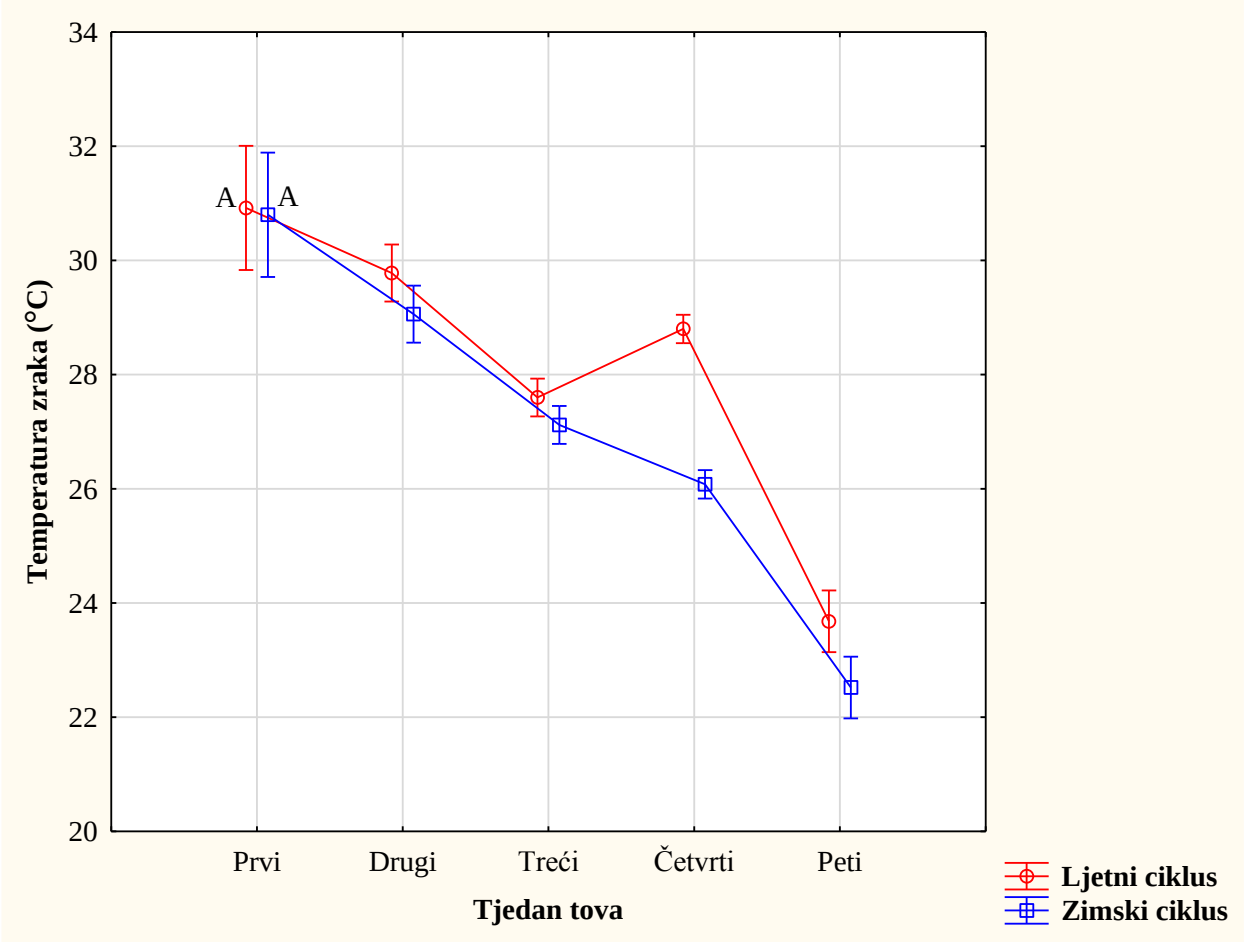
Analiza podataka provedena je statističkim programom Statistica v.13.3 (TIBCO Software Inc., 2017.). Podaci su obrađeni uobičajenim postupcima deskriptivne statistike, te prikazani aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom, odnosno medijanom i najmanjom i najvećom vrijednošću, ovisno o raspodjeli. Normalnost raspodjele podataka provjerena je Kolmogorov-Smirnovim testom. Za testiranje značajnosti razlika između razdoblja godine (ljeto – zima), po pojedinim tjednima tova, korišteni su Studentov t-test i Mann Whitney U-test, a za testiranje razlika unutar razdoblja, između pojedinih tjedana tova, ANOVA s ponovljenim mjerenjima i Tukey HSD test za *post hoc* analizu. Povezanosti između istraživanih pokazatelja utvrđene su linearnom ili Spearman rank order korelacijskom analizom. Statistički značajnom smatrana je razlika na razini $p<0,05$.

5. REZULTATI

Rezultati istraživanja utjecaja toplog i hladnog razdoblja godine na pojavnost gljivica tijekom tova pilića podijeljeni su u cjeline, u skladu s postavljenim ciljem i provedenim istraživanjem: Mikroklimatski pokazatelji i kvaliteta zraka, Kvaliteta stelje, Pojavnost gljivica u hrani, Pojavnost gljivica u pilića, Aktivnost pilića i Povezanost između istraživanih pokazatelja. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

5. 1. Mikroklimatski pokazatelji i kvaliteta zraka

Kretanje temperature, relativne vlage i brzine strujanja zraka, intenziteta osvijetljenosti, koncentracije ugljikova dioksida, amonijaka, prašine, bakterija i gljivica u zraku nastambe tijekom razdoblja istraživanja prikazano je na Slikama 8. – 16., a kretanje temperature, relativne vlage i brzine strujanja zraka i koncentracije gljivica u zraku na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe na Slikama 17. – 24. Na slikama su označene značajne razlike između tjedana tova unutar pojedinog razdoblja, kao i razlike između razdoblja, po pojedinim tjednima tova. Prosječne vrijednosti istraživanih pokazatelja tijekom ciklusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine i utvrđene značajnosti razlika prikazane su u Tablicama 4. – 6. i 8. – 10. U Tablicama 7., 11. i 12. prikazan je prosječan sastav mikoflore zraka u nastambi i vanjskom zraku tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine, s utvrđenim značajnostima razlika.

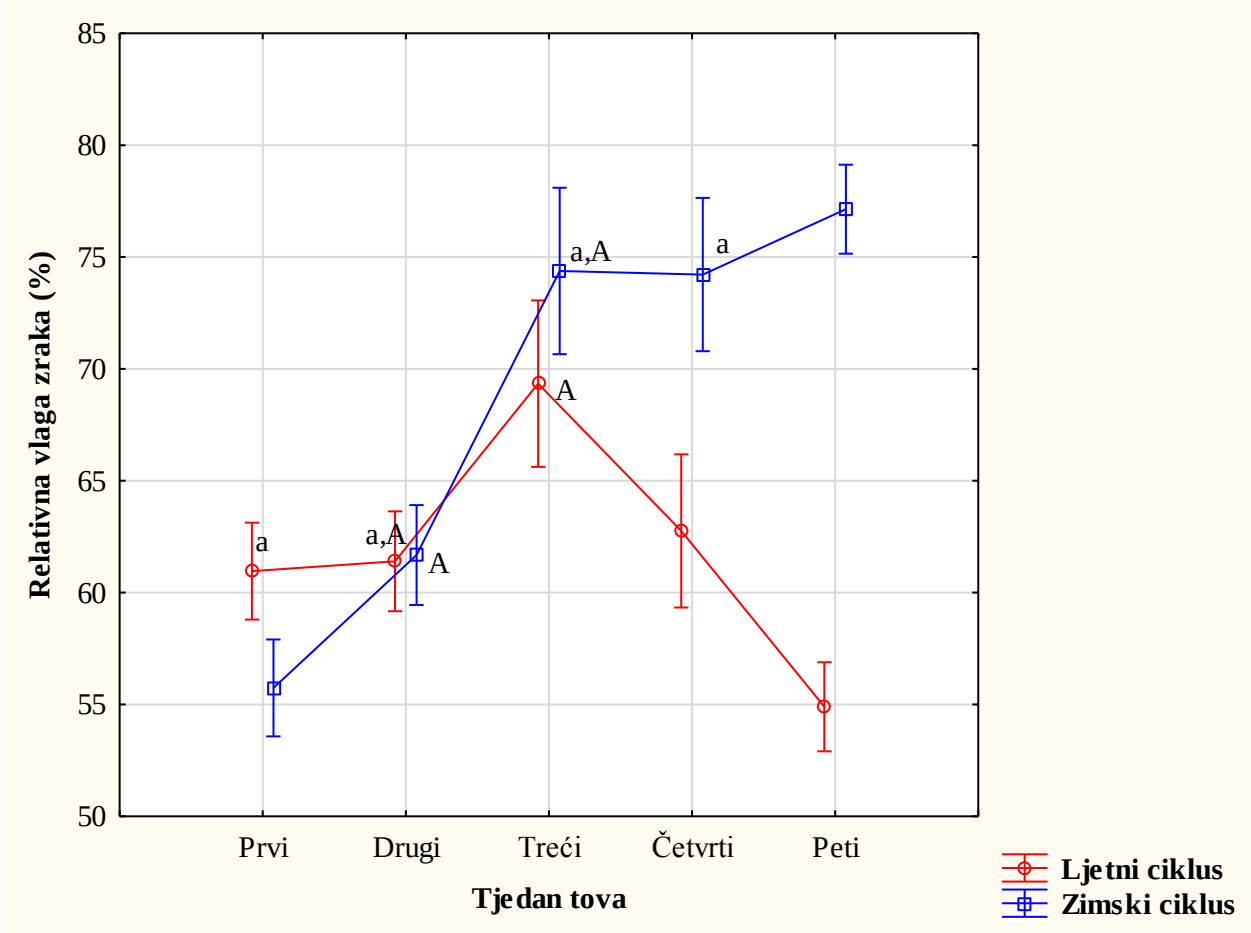


Slika 8. Temperatura zraka u nastambi po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

Sve vrijednosti između pojedinih tjedana unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

[A] Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

Temperatura zraka u nastambi tijekom proizvodnog ciklusa i u ljetnom i u zimskom razdoblju godine bila je najviša u prvom tjednu i u pravilu se smanjivala s napredovanjem tova. Sve vrijednosti temperature zraka statistički su se značajno razlikovale ($p<0,05$) između pojedinih tjedana tijekom oba proizvodna ciklusa, kao i između istih tjedana različitih ciklusa, osim u prvom tjednu tova.

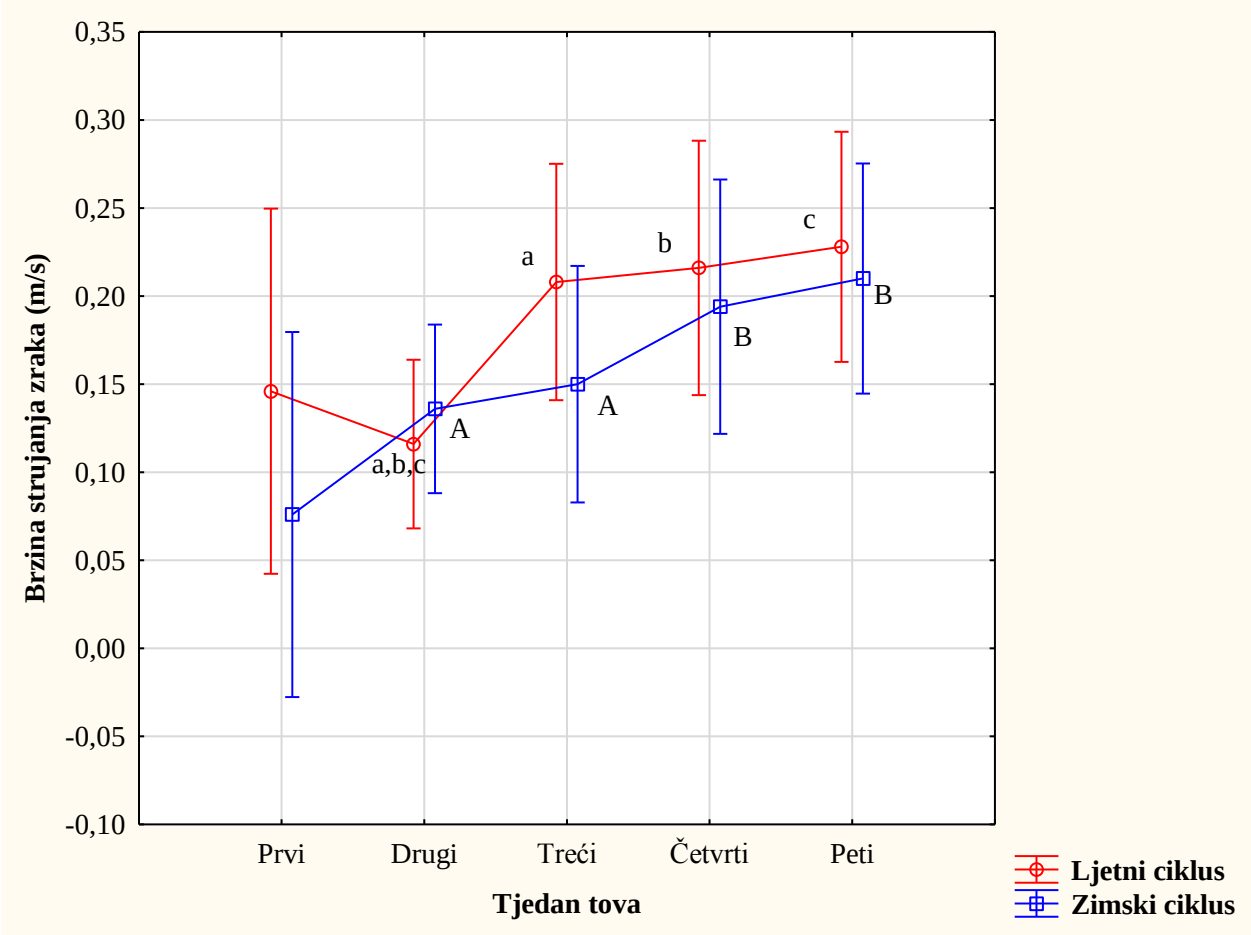


Slika 9. Relativna vlaga zraka u nastambi po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti između pojedinih tjedana unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

[A] Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

Relativna vlaga zraka u nastambi tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa povećavala se do trećeg tjedna tova, kada se počela smanjivati, pri čemu je najniža vrijednost utvrđena u zadnjem, petom tjednu tova. Relativna vlaga zraka u nastambi tijekom zimskog ciklusa u pravilu se povećavala do kraja tova, pri čemu je u zadnjem tjednu tova utvrđena najviša vrijednost. Statistički značajne razlike ($p<0,05$) unutar pojedinog ciklusa utvrđene su između svih tjedana, osim između prvog i drugog tjedna u ljetnom ciklusu, te trećeg i četvrtog tjedna u zimskom ciklusu. Vrijednosti unutar istog tjedna statistički su se značajno razlikovale ($p<0,05$) između proizvodnih razdoblja u prvom, četvrtom i petom tjednu.

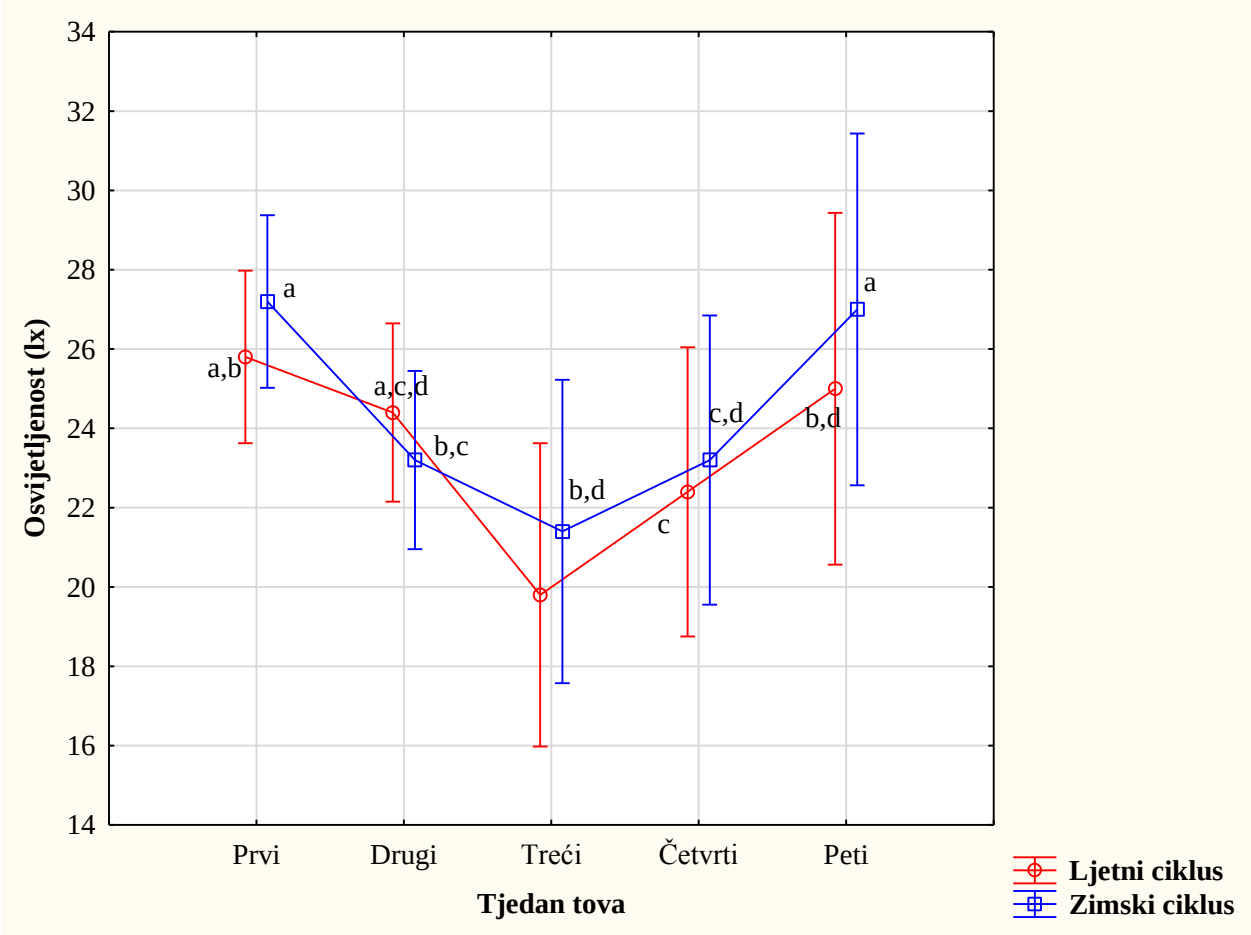


Slika 10. Brzina strujanja zraka u nastambi po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c] Vrijednosti unutar ljetnog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

[A,B] Sve vrijednosti unutar zimskog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istih slovom

Vrijednosti brzine strujanja zraka u nastambi tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa u pravilu se nisu statistički značajno razlikovale između pojedinih tjedana tova, dok su se tijekom zimskog ciklusa u pravilu značajno povećavale ($p<0,05$) s tjednima tova. Vrijednosti brzine strujanja zraka unutar istih tjedana tova nisu se statistički značajno razlikovale između godišnjih razdoblja.



Slika 11. Intenzitet osvijetljenosti u nastambi po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c,d] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istih slovom

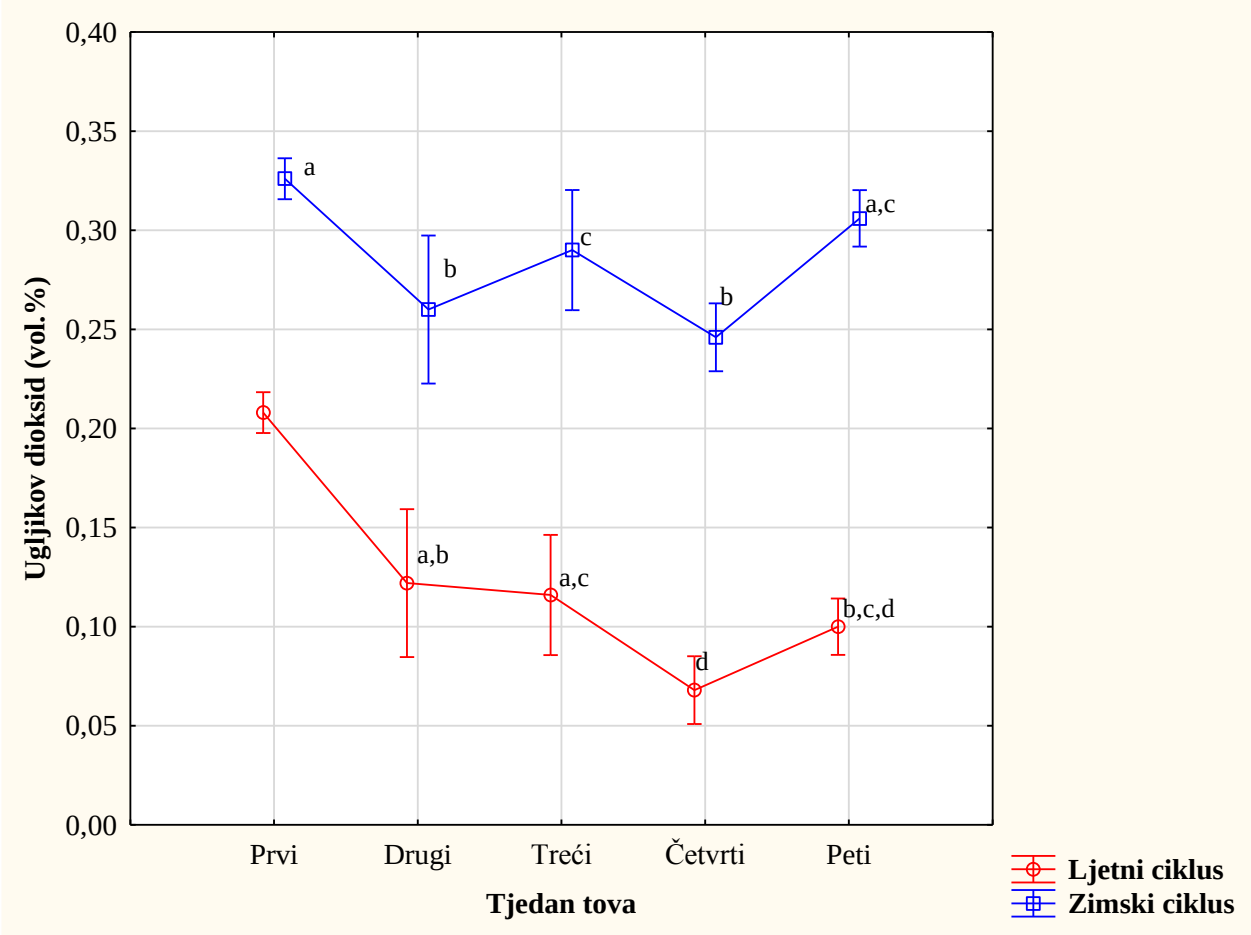
Intenzitet osvijetljenosti u nastambi tijekom oba proizvodna ciklusa smanjivao se do sredine tova, a zatim povećavao do kraja tova. Tijekom oba ciklusa statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene su između trećeg s prvim i zadnjim tjednom tova, dok se vrijednosti između prvog i petog tjedna nisu značajno razlikovale. Tjedne vrijednosti između razdoblja nisu bile statistički značajno različite. Vrijednosti intenziteta osvijetljenosti unutar istih tjedana tova nisu se statistički značajno razlikovale između ljetnog i zimskog proizvodnog ciklusa.

Tablica 4. Prosječne vrijednosti mikroklimatskih pokazatelja u nastambi tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		Ljeto	Zima
Temperatura zraka (°C)	**arit. sred.**	28,16	27,12
	std. dev.	2,59	2,93
	min.	22,60	22,20
	maks.	32,10	32,00
Relativna vlaga zraka (%)	**arit. sred.**	61,87*	68,63*
	std. dev.	4,78	9,21
	min.	54,00	52,00
	maks.	70,50	80,70
Brzina strujanja zraka (m/s)	**arit. sred.**	0,18	0,15
	std. dev.	0,09	0,07
	min.	0,03	0,05
	maks.	0,32	0,29
Osvijetljenost (lx)	**arit. sred.**	23,48	24,40
	std. dev.	3,27	4,20
	min.	16,00	15,00
	maks.	29,00	33,00

***** Označene vrijednosti statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Relativna vlaga zraka u nastambi u prosjeku je bila statistički značajno viša ($p<0,05$) u zimskom u usporedbi s ljetnim razdobljem godine, dok za temperaturu i brzinu strujanja zraka te intenzitet osvijetljenosti nisu utvrđene statistički značajne razlike u prosječnim vrijednostima između razdoblja.

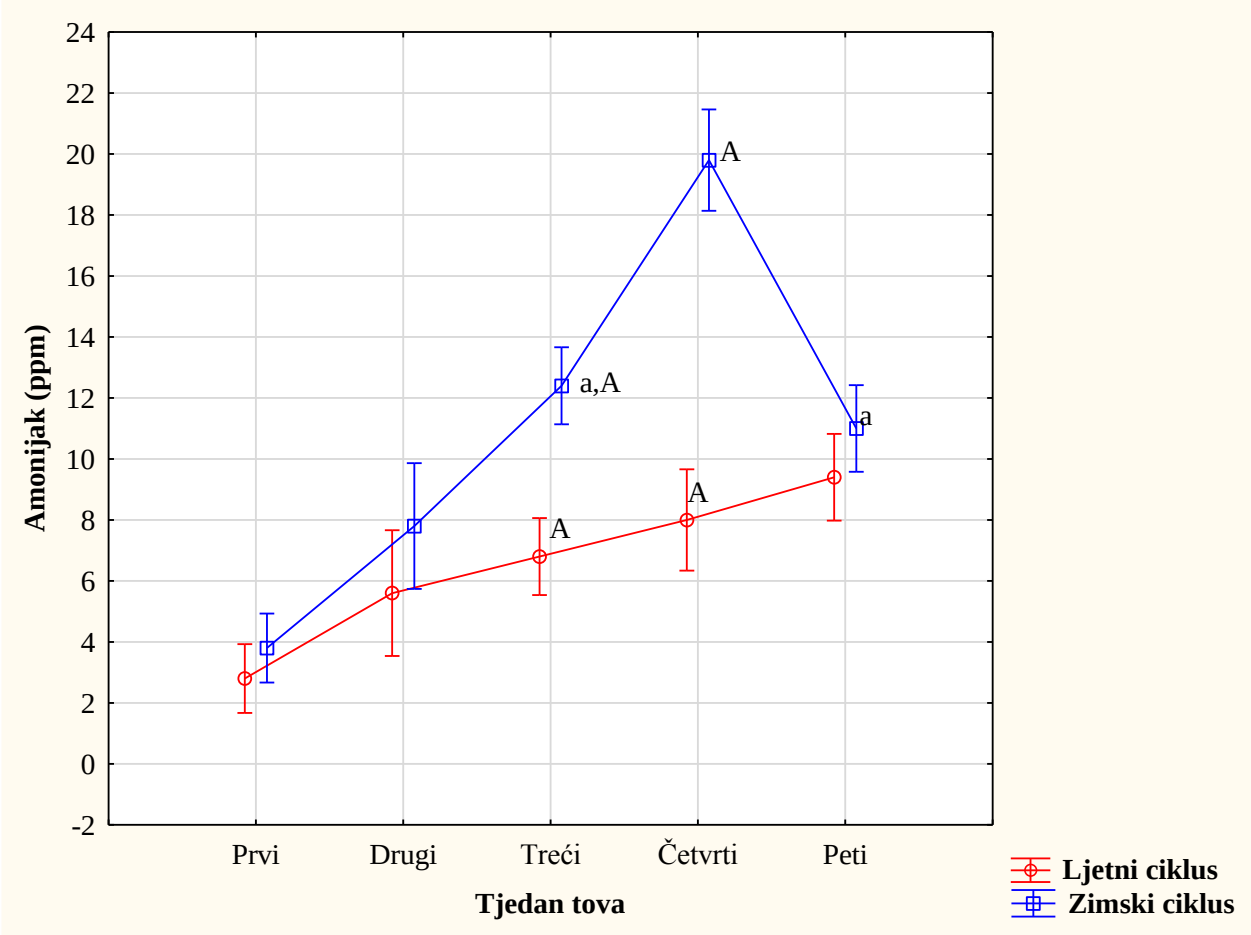


Slika 12. Koncentracija ugljikova dioksida u zraku nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c,d] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istih slovom

Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Koncentracija ugljikova dioksida u zraku nastambe kontinuirano se smanjivala i povećavala tijekom zimskog proizvodnog ciklusa, a tijekom ljetnoga se smanjila u drugom tjednu, nakon čega se vrijednosti nisu u pravilu statistički značajno razlikovale između tjedana. Koncentracije ugljikova dioksida u zraku nastambe bile su statistički značajno više ($p<0,05$) u zimskom, nego u ljetnom razdoblju tijekom svih tjedana tova.



Slika 13. Koncentracija amonijaka u zraku nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

[A] Vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

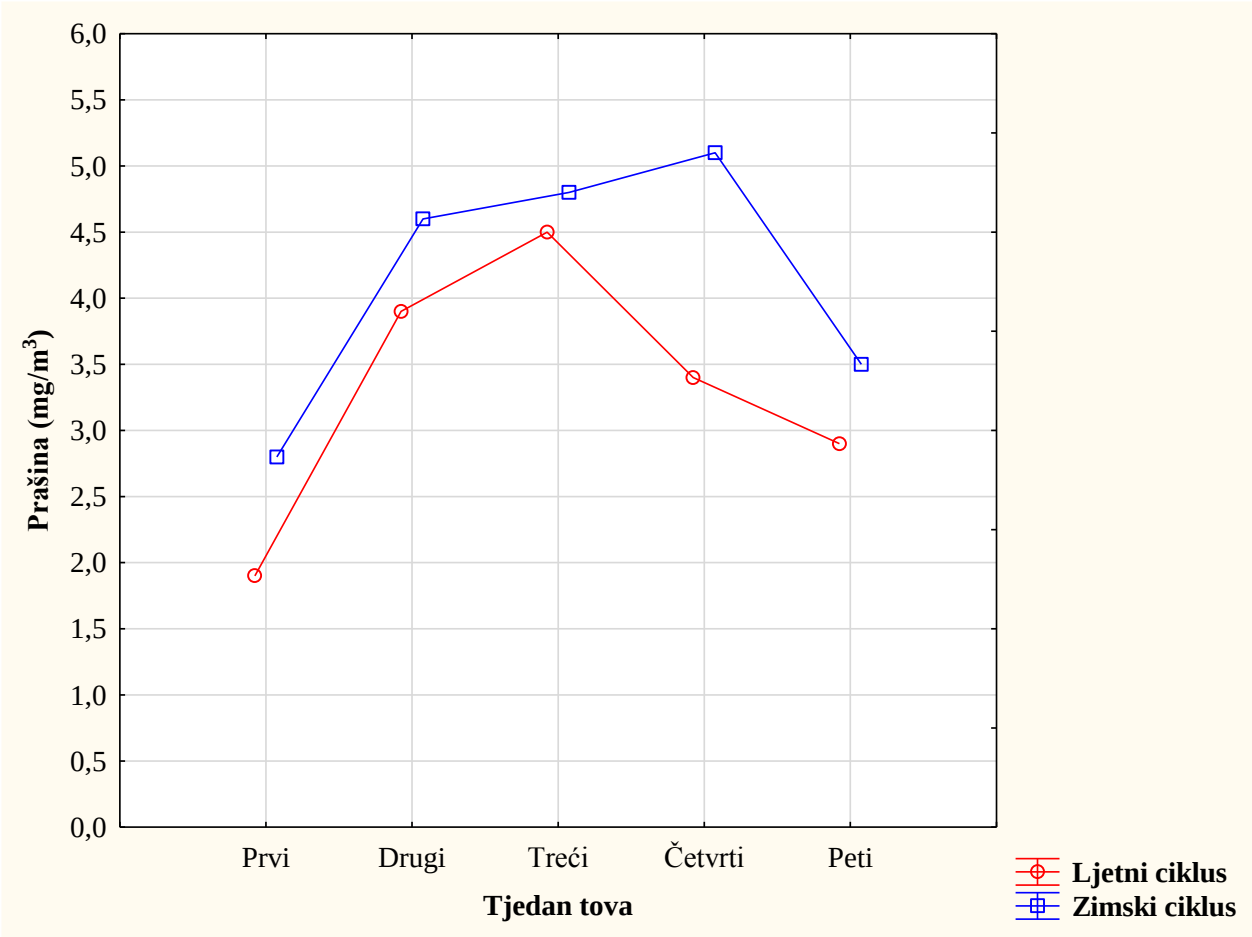
Koncentracija amonijaka u zraku nastambe tijekom oba proizvodna ciklusa/razdoblja kontinuirano se povećavala s tjednima tova, osim zadnjeg tjedna zimskog ciklusa kada se smanjila. Statistički značajne razlike ($p<0,05$) tijekom oba ciklusa utvrđene su između svih tjedana tova, osim između trećeg i petog tjedna u zimskom razdoblju. Uspoređujući cikluse, statistički značajno više koncentracije ($p<0,05$) utvrđene su u trećem i četvrtom tjednu.

Tablica 5. Prosječne koncentracije ugljikova dioksida i amonijaka u zraku nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		**Ljeto**	**Zima**
Ugljikov dioksid (vol.%)	**arit. sred.**	0,12*	0,29*
	std. dev.	0,05	0,04
	min.	0,06	0,22
	maks.	0,22	0,34
Amonijak (ppm)	**arit. sred.**	6,52*	10,96*
	std. dev.	2,63	5,62
	min.	1,00	3,00
	maks.	11,00	21,00

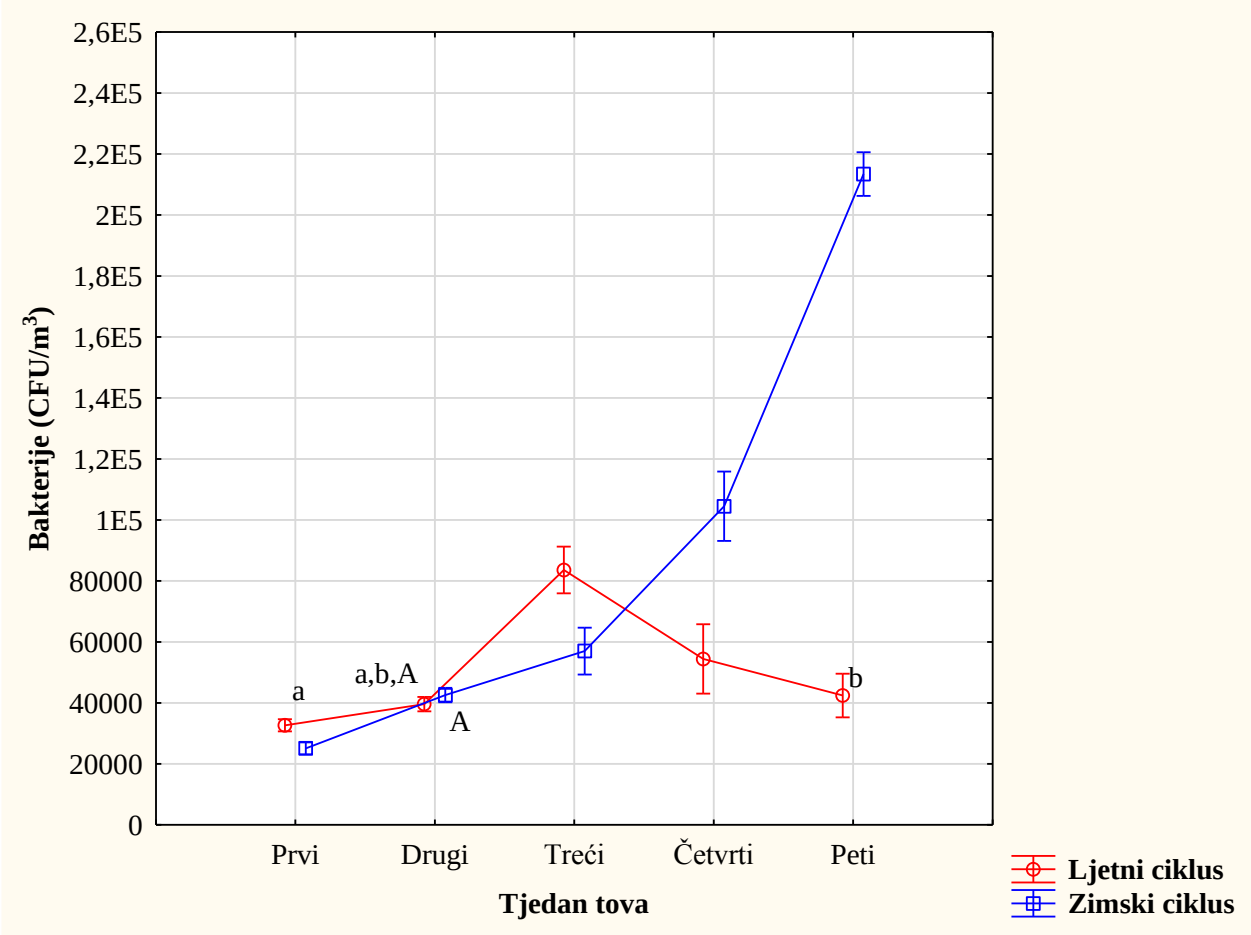
* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Prosječne koncentracije ugljikova dioksida i amonijaka bile su statistički značajno više ($p<0,05$) u zimskom, nego u ljetnom razdoblju godine.



Slika 14. Koncentracija ukupne prašine u zraku nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

Koncentracija ukupne prašine u zraku nastambe povećavala se s tjednima tova pilića, tijekom ljetnog ciklusa do trećeg tjedna, a zimskoga do četvrtog tjedna, nakon čega se počela smanjivati.

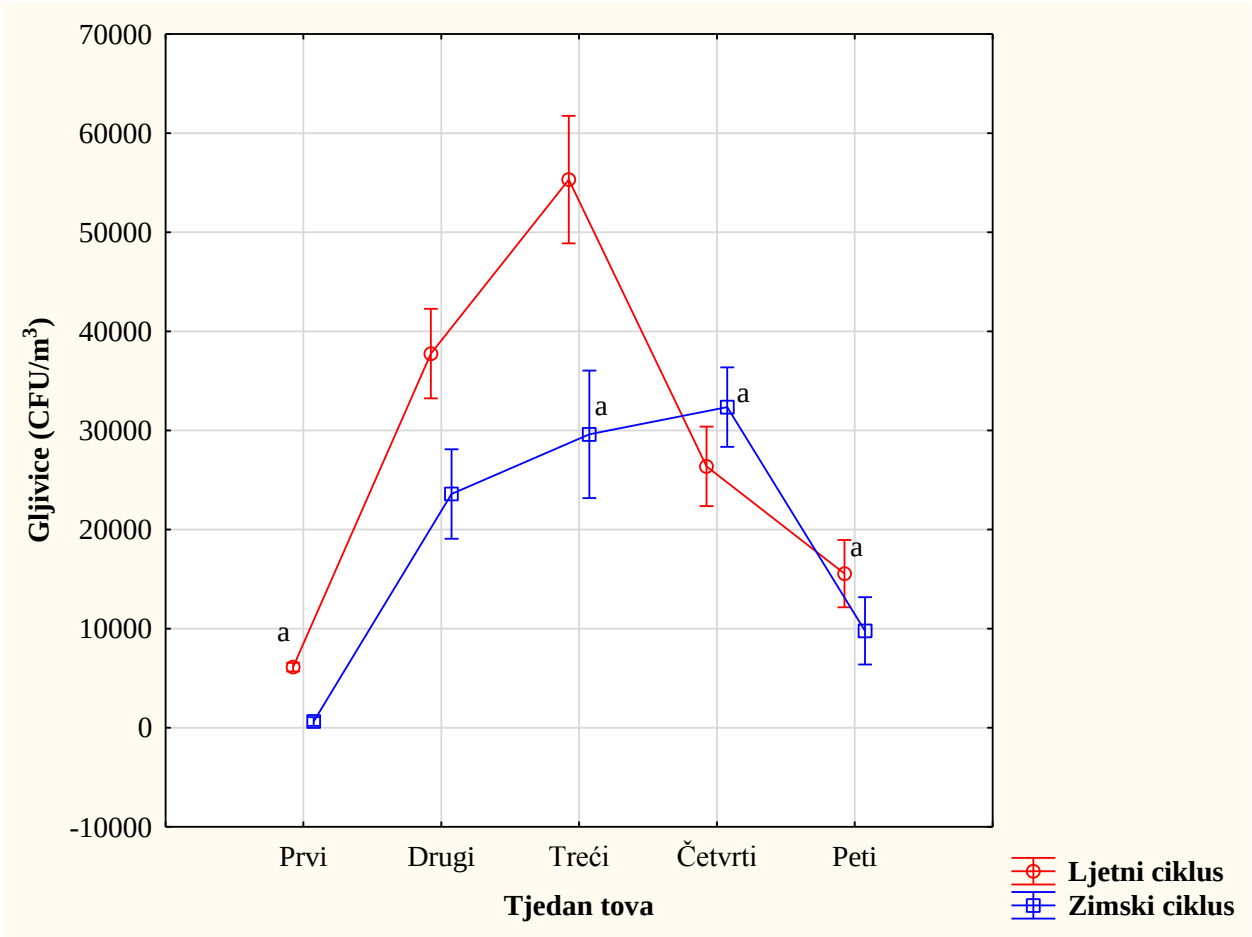


Slika 15. Broj bakterija u zraku nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istim slovom

[A] Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

Koncentracija bakterija u zraku nastambe tijekom ljeta povećavala se do sredine tova, trećeg tjedna, a zatim počela opadati, dok se zimi broj bakterija u zraku kontinuirano povećavao tijekom cijelog razdoblja tova. Statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene su između svih tjedana tova tijekom oba proizvodna ciklusa, osim između prvog i drugog tjedna te drugog i petog tjedna tijekom ljetnog ciklusa. Broj bakterija tijekom svih tjedana tova, osim drugoga, statistički se značajno razlikovao ($p<0,05$) između toplog i hladnog razdoblja godine, pri čemu su više vrijednosti u zadnja dva tjedna tova ustanovljene u zimskom razdoblju.



Slika 16. Broj gljivica u zraku nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Koncentracija gljivica u zraku nastambe povećavala se s tjednima tova pilića, do trećeg tjedna u ljetnome, a četvrtoga u zimskom razdoblju, kada se počela smanjivati. Broj gljivica u zraku statistički se značajno razlikovao ($p<0,05$) između svih tjedana tova tijekom oba proizvodna ciklusa, osim između prvog i petog tjedna u ljetnome te trećeg i četvrtog tjedna proizvodnog ciklusa u zimskom razdoblju godine. Broj gljivica u zraku nastambe statistički se značajno razlikovao ($p<0,05$) između (svih) istih tjedana tova različitih ciklusa, pri čemu su niže vrijednosti, izuzev četvrtog tjedna, utvrđene u zimskom razdoblju godine.

Tablica 6. Prosječne koncentracije prašine, bakterija i gljivica u zraku nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		Ljeto	Zima
Prašina (mg/m^3)	**arit. sred.**	3,32	4,16
	std. dev.	0,99	0,97
	min.	1,90	2,80
	maks.	4,50	5,10
Bakterije (CFU/m^3)	**arit. sred.**	$5{,}06 \times 10^4$*	$8{,}85 \times 10^4$*
	std. dev.	$2{,}04 \times 10^4$	$6{,}93 \times 10^4$
	min.	$2{,}85 \times 10^4$	$2{,}12 \times 10^4$
	maks.	$1{,}03 \times 10^5$	$2{,}28 \times 10^5$
Gljivice (CFU/m^3)	**arit. sred.**	$2{,}82 \times 10^4$*	$1{,}92 \times 10^4$*
	std. dev.	$1{,}89 \times 10^4$	$1{,}27 \times 10^4$
	min.	$4{,}90 \times 10^3$	$2{,}00 \times 10^2$
	maks.	$8{,}06 \times 10^4$	$3{,}67 \times 10^4$

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

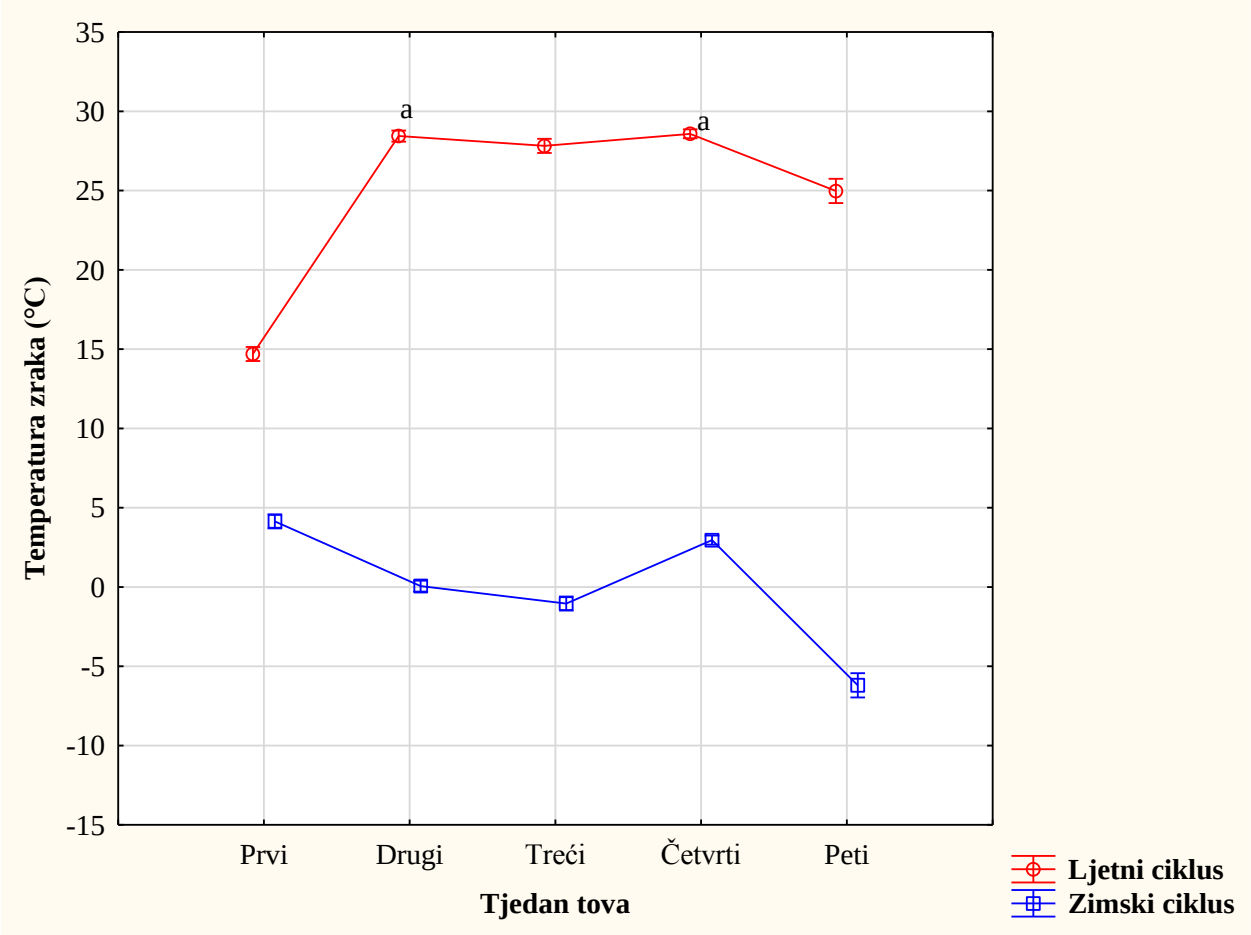
Koncentracija ukupne prašine u zraku nastambe nije se u prosjeku značajno razlikovala između ljetnog i zimskog razdoblja godine, dok je broj bakterija u zraku bio statistički značajno niži ($p<0,05$), a gljivica viši ($p<0,05$) u ljetnom razdoblju.

Tablica 7. Prosječan sastav mikoflore zraka u nastambi tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Rod/vrsta	**CFU/m^3 (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	$1{,}00 \times 10^3$* ($0 – 3{,}99 \times 10^4$)	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 6{,}00 \times 10^2$)
A. fumigatus	0 (0 – 0)	0 ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)
A. niger	$2{,}00 \times 10^2$* ($0 – 2{,}00 \times 10^3$)	0* ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)
A. terreus	0 (0 – 0)	0 ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)
***Cladosporium* sp.**	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^3$)	0 ($0 – 8{,}00 \times 10^2$)
***Fusarium* sp.**	0 ($0 – 2{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)
Kvasci	$2{,}14 \times 10^4$* ($4{,}10 \times 10^3 – 3{,}99 \times 10^4$)	$5{,}00 \times 10^3$* ($0 – 3{,}40 \times 10^4$)
***Mucor* sp.**	0* ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 2{,}60 \times 10^4$)
***Penicillium* sp.**	0* ($0 – 8{,}00 \times 10^2$)	$2{,}50 \times 10^3$* ($0 – 1{,}00 \times 10^4$)
***Rhizopus* sp.**	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)
Neidentificirane gljivice	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 6{,}00 \times 10^2$)	0* ($0 – 2{,}00 \times 10^2$)

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

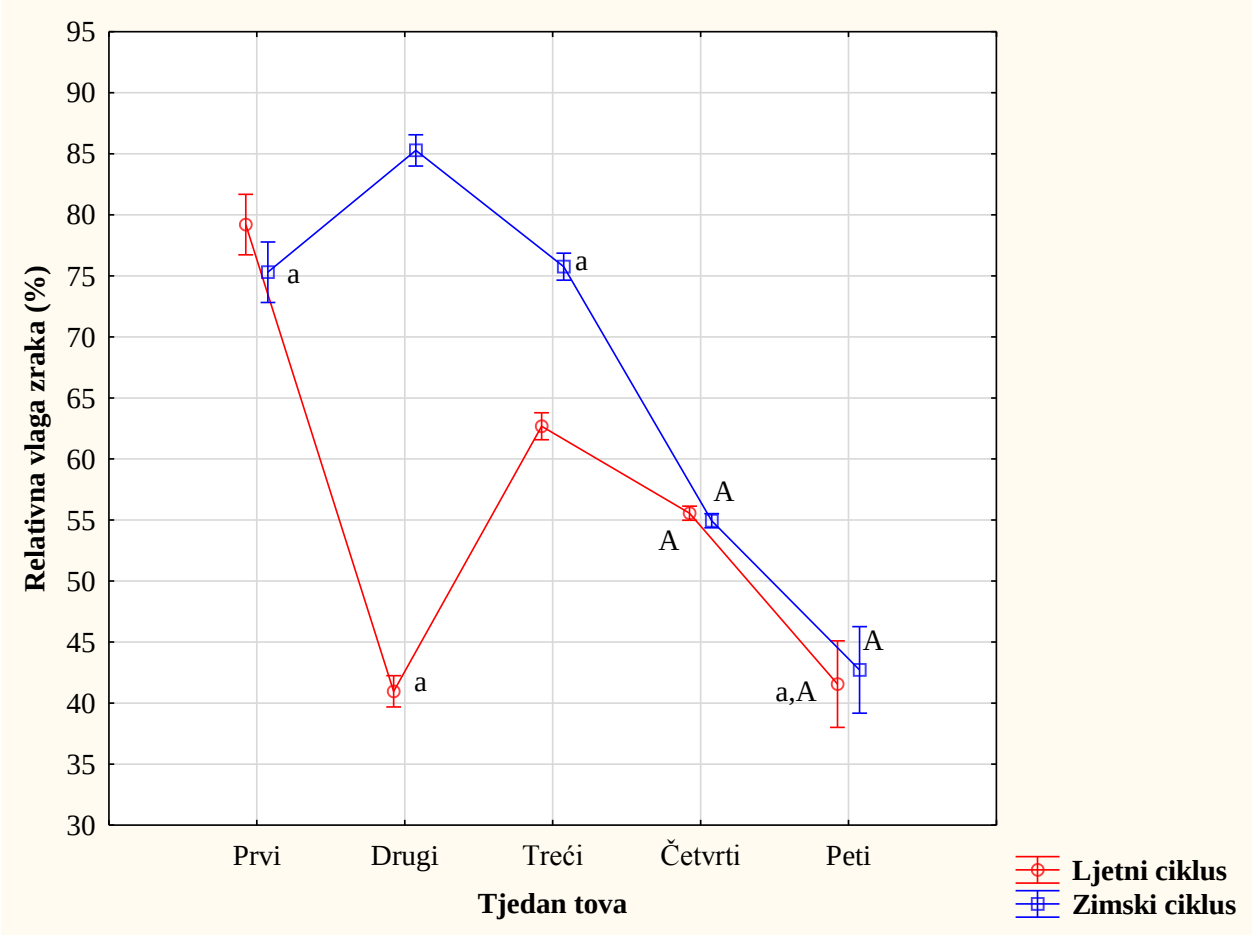
U zraku nastambe tijekom ljetnog i zimskog proizvodnog ciklusa u prosjeku je bilo najviše kvasaca, dok su gljivice iz roda *Rhizopus* bile izdvojene u najmanjoj mjeri. Vrste *A. flavus* i *A. niger* bile su značajno zastupljenije ($p<0{,}05$) u stajskom zraku tijekom ljeta, a kvasci, *Mucor* sp. i *Penicillium* sp. tijekom zime.



Slika 17. Temperatura zraka na udaljenosti od 5 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

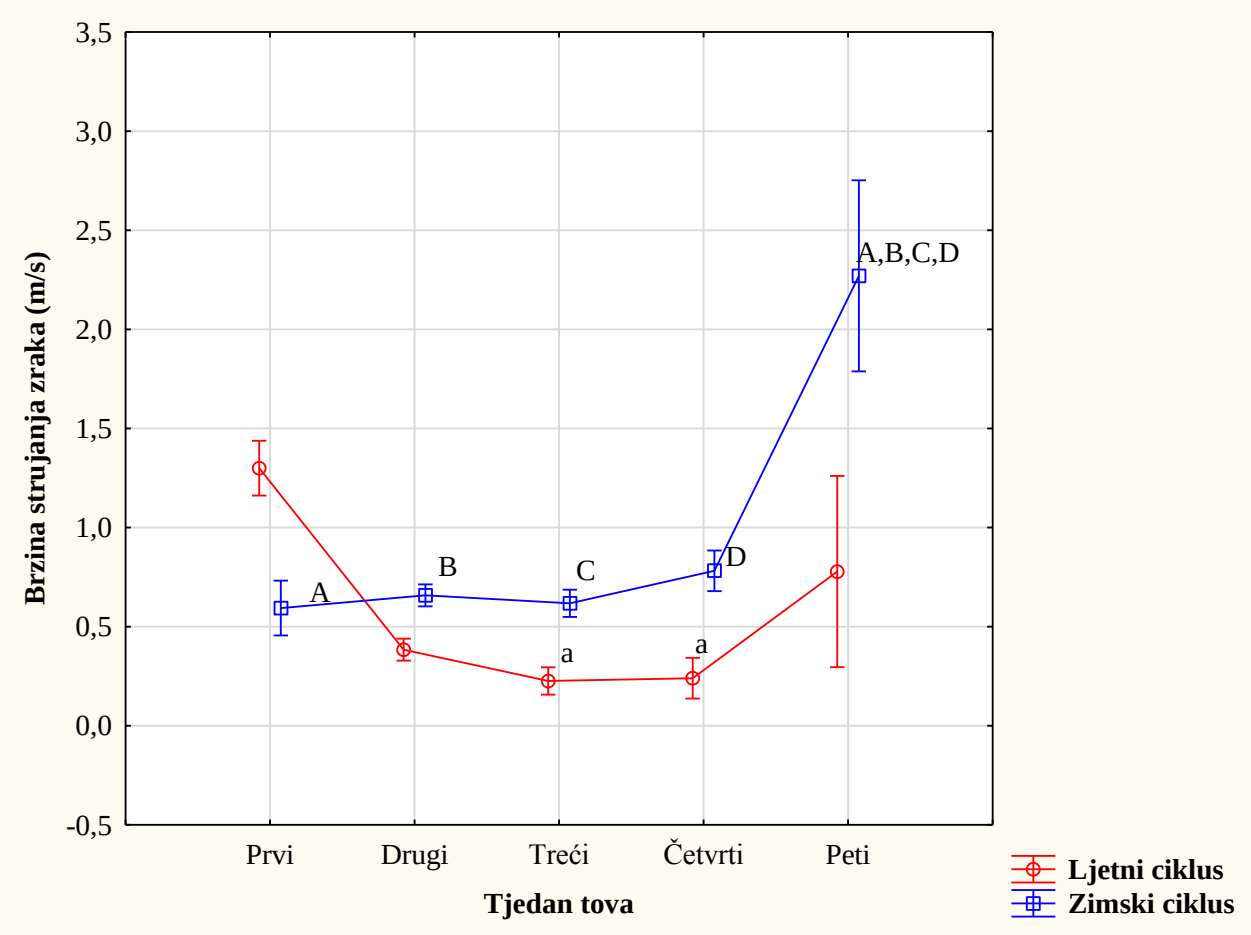
Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 18. Relativna vlaga zraka na udaljenosti od 5 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

[A] Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih



Slika 19. Brzina strujanja zraka na udaljenosti od 5 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar ljetnog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

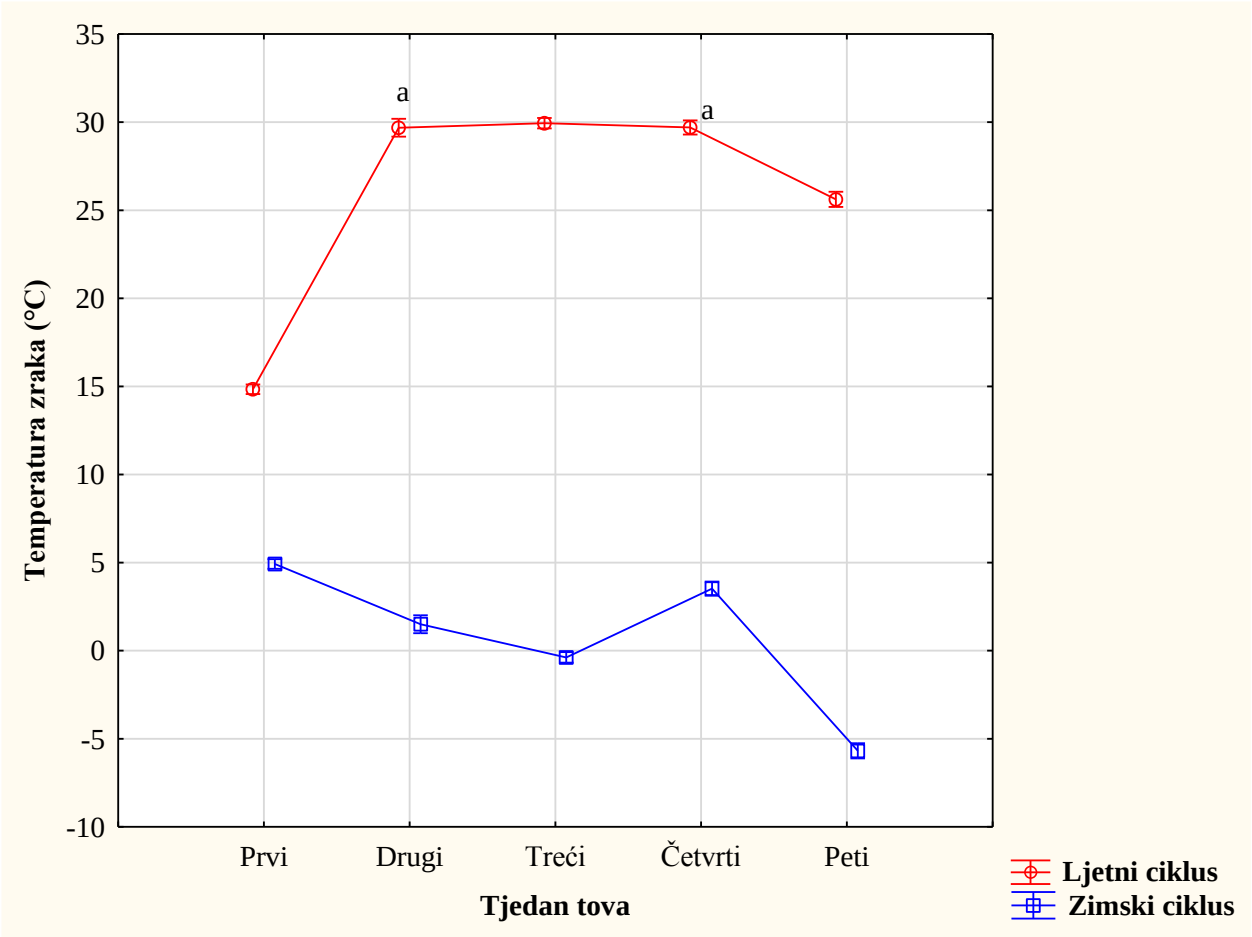
[A,B,C,D] Vrijednosti unutar zimskog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tablica 8. Prosječne vrijednosti temperature, relativne vlage i brzine strujanja zraka na udaljenosti od 5 m od nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		**Ljeto**	**Zima**
Temperatura zraka (°C)	**arit. sred.**	24,90*	-0,02*
	std. dev.	5,40	3,71
	min.	14,00	-6,70
	maks.	29,00	4,60
Relativna vlaga zraka (%)	**arit. sred.**	55,99*	66,80*
	std. dev.	14,74	15,96
	min.	37,90	40,20
	maks.	84,10	87,20
Brzina strujanja zraka (m/s)	**arit. sred.**	0,59*	0,98*
	std. dev.	0,42	0,72
	min.	0,18	0,43
	maks.	1,50	3,36

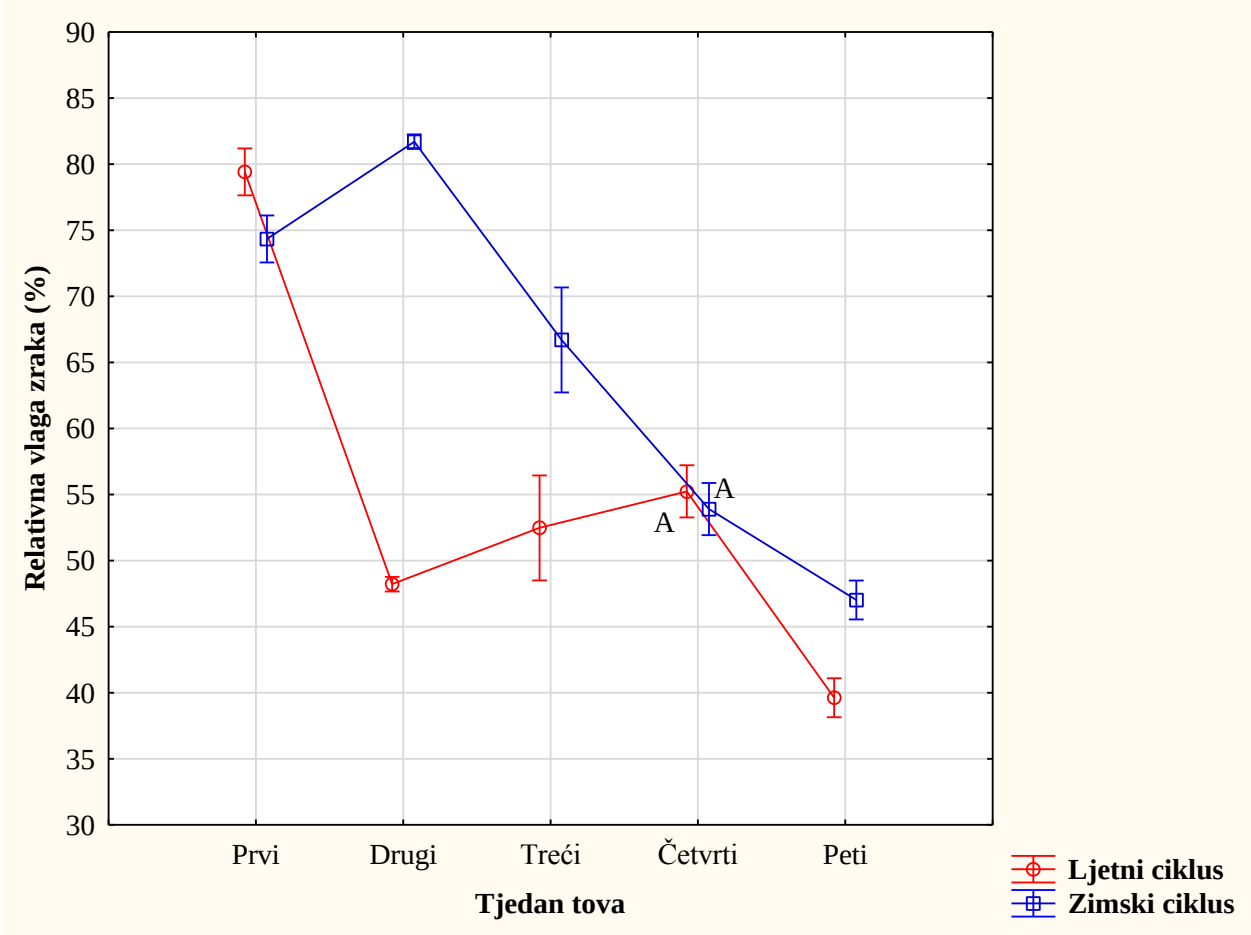
* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 20. Temperatura zraka na udaljenosti od 25 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

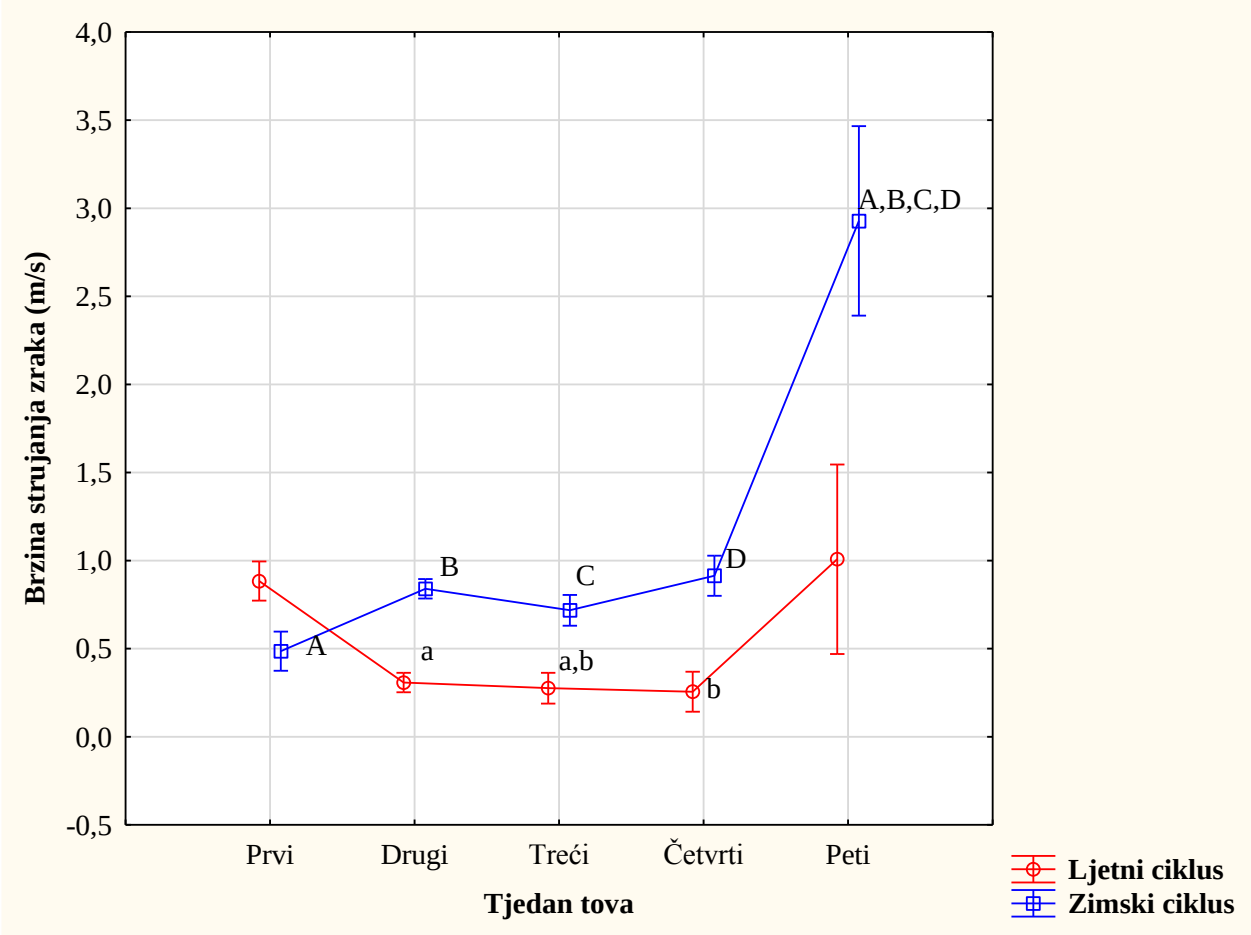
Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 21. Relativna vlaga zraka na udaljenosti od 25 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

[A] Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih



Slika 22. Brzina strujanja zraka na udaljenosti od 25 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b] Sve vrijednosti unutar ljetnog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

[A,B,C,D] Vrijednosti unutar zimskog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

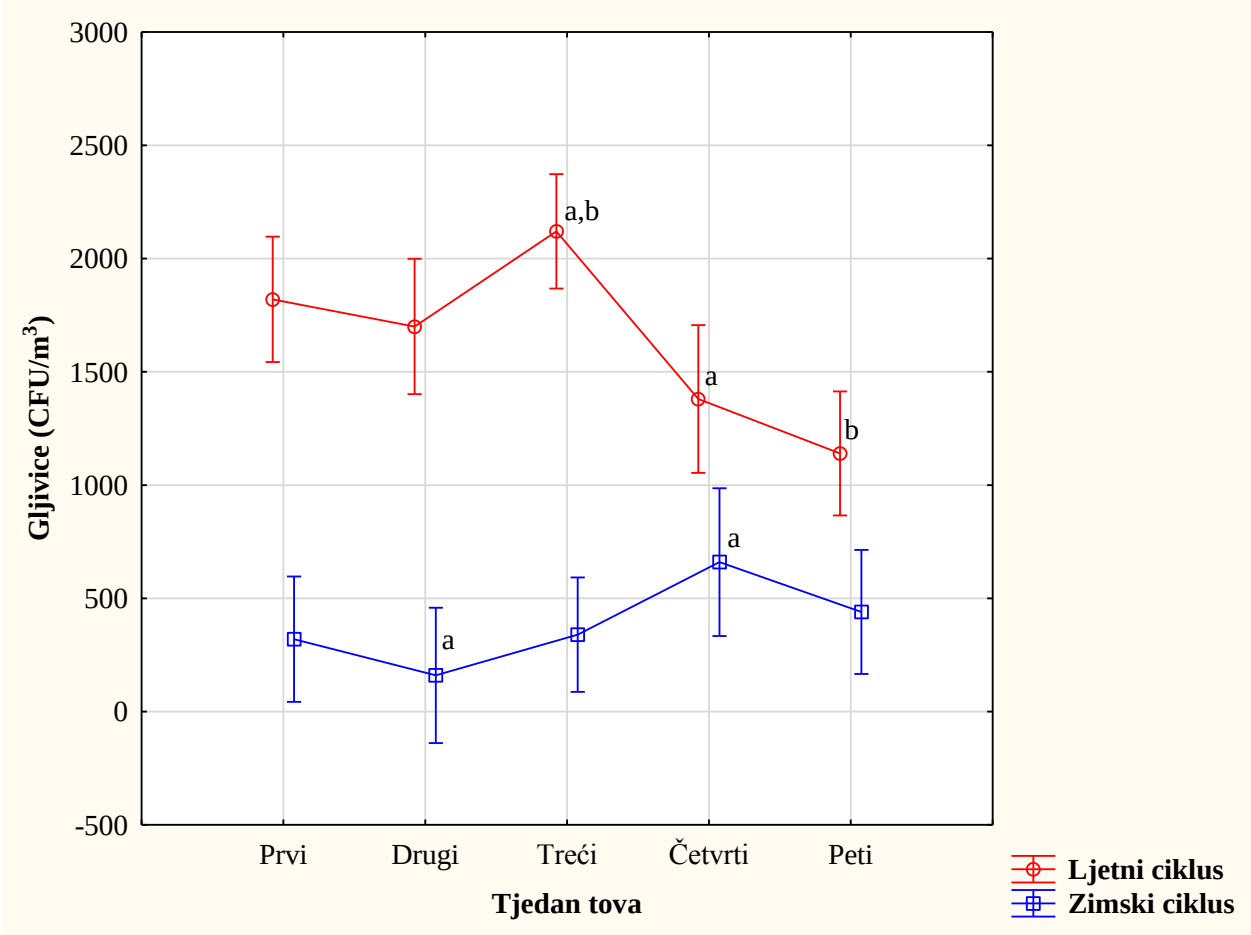
Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tablica 9. Prosječne vrijednosti temperature, relativne vlage i brzine strujanja zraka na udaljenosti od 25 m od nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		Ljeto	Zima
Temperatura zraka (°C)	**arit. sred.**	25,96*	0,78*
	std. dev.	5,92	3,79
	min.	14,40	-6,40
	maks.	30,50	5,20
Relativna vlaga zraka (%)	**arit. sred.**	55,00*	64,73*
	std. dev.	13,66	13,25
	min.	37,30	46,60
	maks.	82,30	82,50
Brzina strujanja zraka (m/s)	**arit. sred.**	0,55*	1,18*
	std. dev.	0,34	0,96
	min.	0,18	0,31
	maks.	1,18	3,70

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

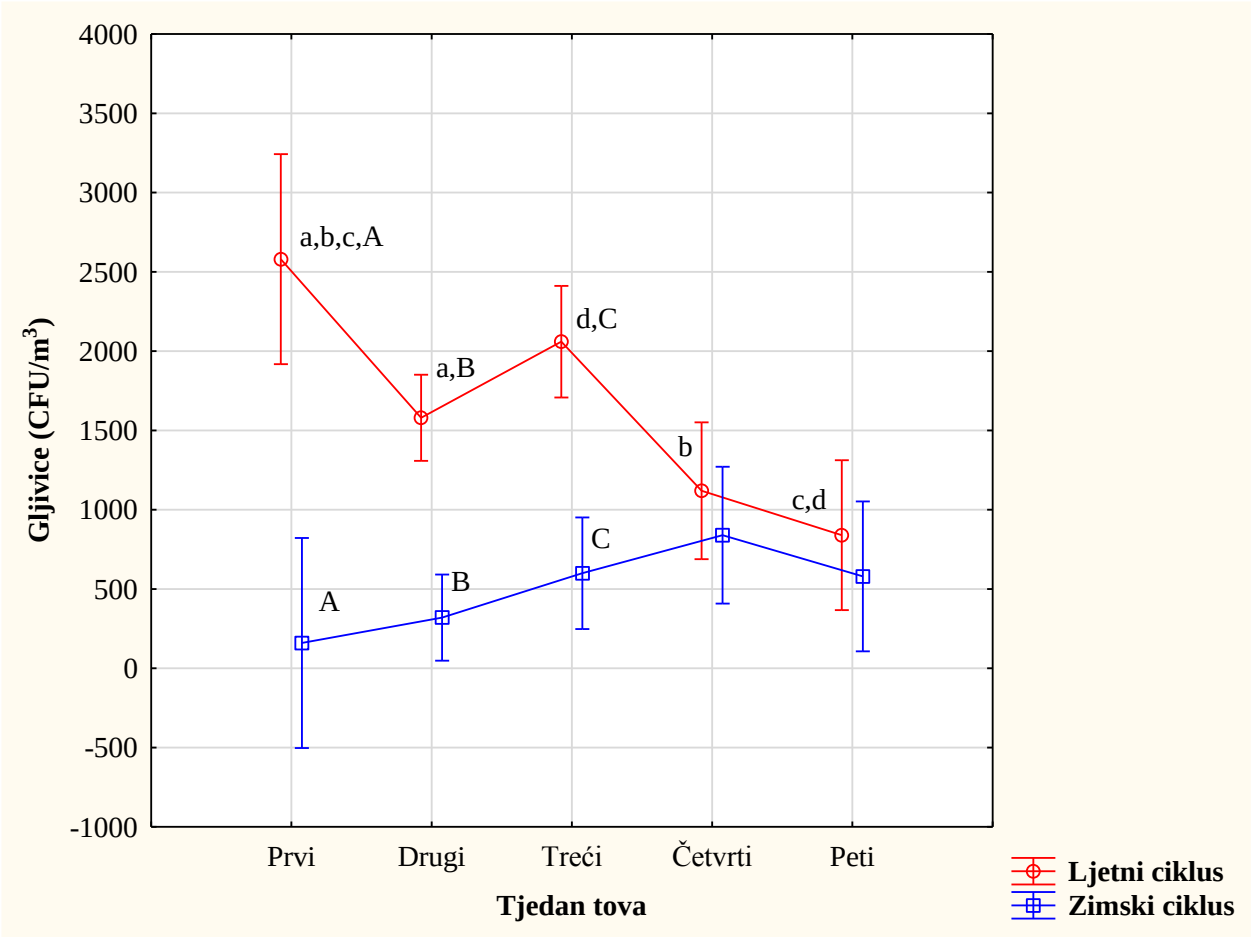
Kretanje temperature zraka na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe tijekom oba proizvodna ciklusa slijedilo je isti trend, kao i kretanje relativne vlage i brzine strujanja zraka. Vrijednosti svih istraživanih mikroklimatskih pokazatelja na udaljenostima od 5 m i 25 m bile su u pravilu statistički značajno različite ($p<0,05$) između svih tjedana unutar pojedinog proizvodnog ciklusa, kao i unutar istog tjedna različitih ciklusa, izuzev brzine strujanja zraka u zimskom ciklusu. Prosječne vrijednosti temperature zraka na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe bile su značajno više ($p<0,05$), a relativne vlage i brzine strujanja zraka značajno niže ($p<0,05$) tijekom ljetnog razdoblja.



Slika 23. Broj gljivica u zraku na udaljenosti od 5 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b] Vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 24. Broj gljivica u zraku na udaljenosti od 25 m od nastambe po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c,d] Vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

[A,B,C] Vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tablica 10. Prosječne koncentracije gljivica u zraku na udaljenosti od 5 m i 25 m od nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		**Ljeto**	**Zima**
Gljivice (CFU/m^3) na 5 m	**arit. sred.**	$1{,}63 \times 10^3$*	$3{,}84 \times 10^2$*
	std. dev.	$4{,}70 \times 10^2$	$2{,}41 \times 10^2$
	min.	$7{,}00 \times 10^2$	0
	maks.	$2{,}40 \times 10^3$	$1{,}11 \times 10^3$
Gljivice (CFU/m^3) na 25 m	**arit. sred.**	$1{,}64 \times 10^3$*	$5{,}00 \times 10^2$*
	std. dev.	$7{,}79 \times 10^2$	$4{,}36 \times 10^2$
	min.	$6{,}00 \times 10^2$	0
	maks.	$3{,}80 \times 10^3$	$1{,}60 \times 10^3$

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Izuzev vrijednosti utvrđenih na udaljenosti od 25 m od nastambe tijekom ljeta, broj gljivica u zraku na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe u pravilu se nije statistički značajno razlikovao između pojedinih tjedana u ljetnom i zimskom proizvodnom ciklusu, no tijekom gotovo svih tjedana tova broj gljivica izvan nastambe, kao i njihov prosječan broj bili su statistički značajno viši ($p<0{,}05$) ljeti u usporedbi sa zimom.

Tablica 11. Prosječan sastav mikoflore zraka na udaljenosti od 5 m od nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Rod/vrsta	**CFU/m^3 (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Alternaria* sp.**	0 (0 – 1,00 × 10^2)	0 (0 – 3,00 × 10^2)
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	0 (0 – 7,00 × 10^2)	0 (0 – 1,00 × 10^2)
A. fumigatus	0 (0 – 0)	0 (0 – 2,00 × 10^2)
A. niger	0 (0 – 2,00 × 10^2)	0 (0 – 0)
A. versicolor	0 (0 – 3,00 × 10^2)	0 (0 – 0)
***Cladosporium* sp.**	2,00 × 10^2* (0 – 1,30 × 10^3)	0* (0 – 9,00 × 10^2)
***Fusarium* sp.**	0 (0 – 5,00 × 10^2)	0 (0 – 0)
Kvasci	5,00 × 10^2* (0 – 1,80 × 10^3)	0* (0 – 6,00 × 10^2)
***Mucor* sp.**	0 (0 – 4,00 × 10^2)	0 (0 – 4,00 × 10^2)
***Penicillium* sp.**	0 (0 – 1,20 × 10^3)	0 (0 – 4,00 × 10^2)
Neidentificirane gljivice	1,00 × 10^2* (0 – 4,00 × 10^2)	0* (0 – 0)

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tablica 12. Prosječan sastav mikoflore zraka na udaljenosti od 25 m od nastambe tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Rod/vrsta	**CFU/m^3 (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Alternaria* sp.**	0 (0 – 1,00 × 10^2)	0 (0 – 0)
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	1,00 × 10^2* (0 – 5,00 × 10^2)	0* (0 – 1,00 × 10^2)
A. fumigatus	0 (0 – 1,00 × 10^2)	0 (0 – 2,00 × 10^2)
A. niger	0 (0 – 3,00 × 10^2)	0 (0 – 1,00 × 10^2)
A. versicolor	0 (0 – 1,00 × 10^2)	0 (0 – 0)
***Cladosporium* sp.**	4,00 × 10^2* (0 – 2,20 × 10^3)	0* (0 – 5,00 × 10^2)
***Fusarium* sp.**	0 (0 – 1,00 × 10^3)	0 (0 – 0)
Kvasci	3,00 × 10^2* (0 – 2,00 × 10^3)	0* (0 – 1,30 × 10^3)
***Mucor* sp.**	0 (0 – 5,00 × 10^2)	0 (0 – 3,00 × 10^2)
***Penicillium* sp.**	0 (0 – 2,20 × 10^3)	1,00 × 10^2 (0 – 7,00 × 10^2)
***Rhizopus* sp.**	0 (0 – 2,00 × 10^2)	0 (0 – 1,00 × 10^2)
Neidentificirane gljivice	1,00 × 10^2* (0 – 1,00 × 10^3)	0* (0 – 2,00 × 10^2)

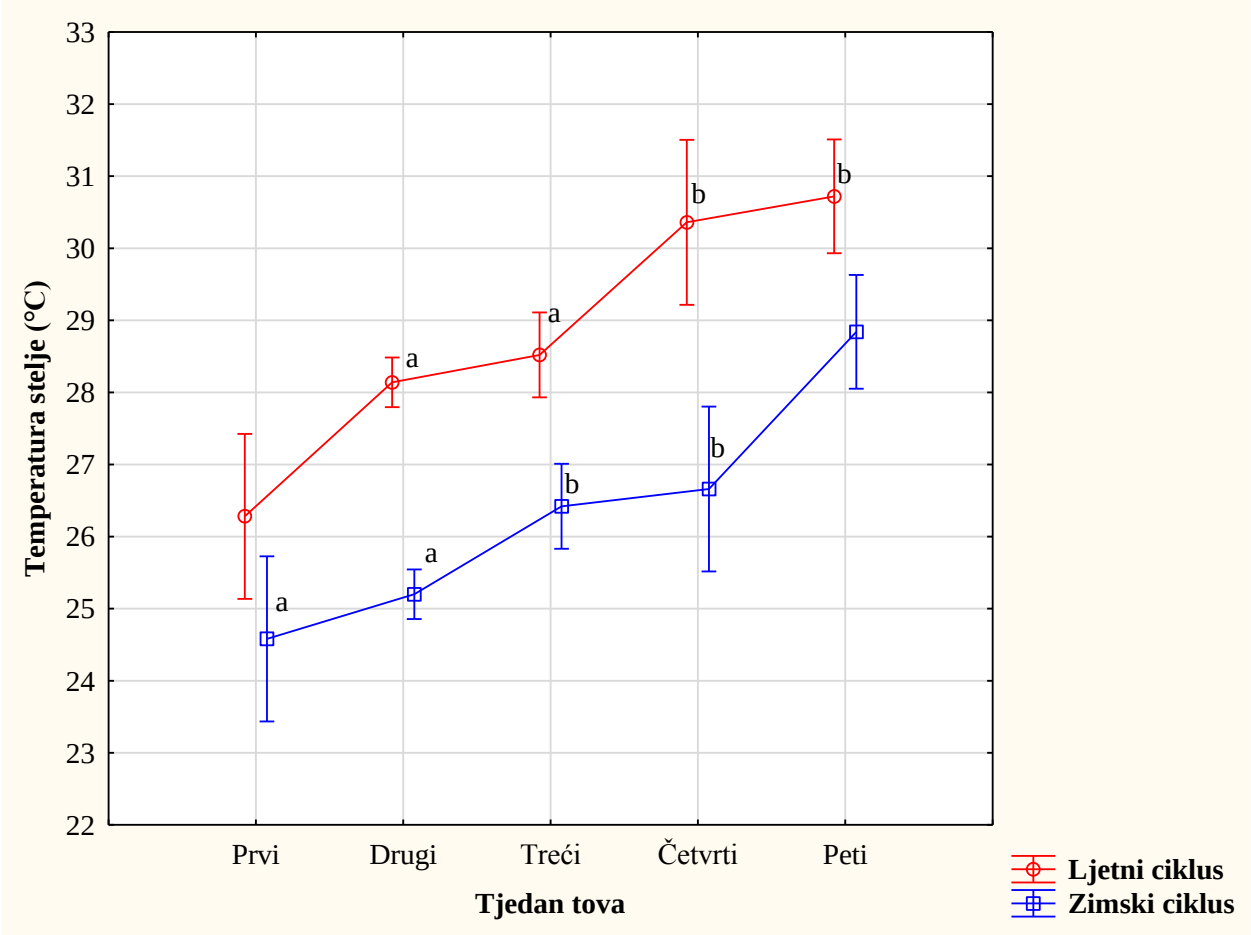
* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa u zraku na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe bilo je u prosjeku najviše kvasaca i *Cladosporium* sp. Sljedeće gljivice po zastupljenosti u ljetnom razdoblju godine na obje udaljenosti od nastambe bile su *Penicillium* sp. i *A. flavus*. Broj *Penicillium* sp. na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe nije se statistički značajno razlikovao između istraživanih razdoblja godine, dok je broj kvasaca, *Cladosporium* sp. i *A. flavus* (na udaljenosti od 25 m) bio značajno viši ($p<0,05$) tijekom ljetnog u usporedbi sa zimskim razdobljem godine.

5. 2. Kvaliteta stelje

Kretanje temperature, vlage, pH i koncentracije gljivica u stelji tijekom razdoblja istraživanja opisano je na Slikama 25. – 28., na kojima su označene značajne razlike između pojedinih tjedana unutar istog godišnjeg doba, te razlike unutar istog tjedna različitih godišnjih doba. Prosječne vrijednosti tih pokazatelja s utvrđenim značajnim razlikama između ljetnog i zimskog razdoblja prikazane su u Tablici 13. Prosječan sastav mikoflore stelje u toplom i hladnom dijelu godine, sa značajnostima razlika između dobivenih vrijednosti, dan je u Tablici 14.

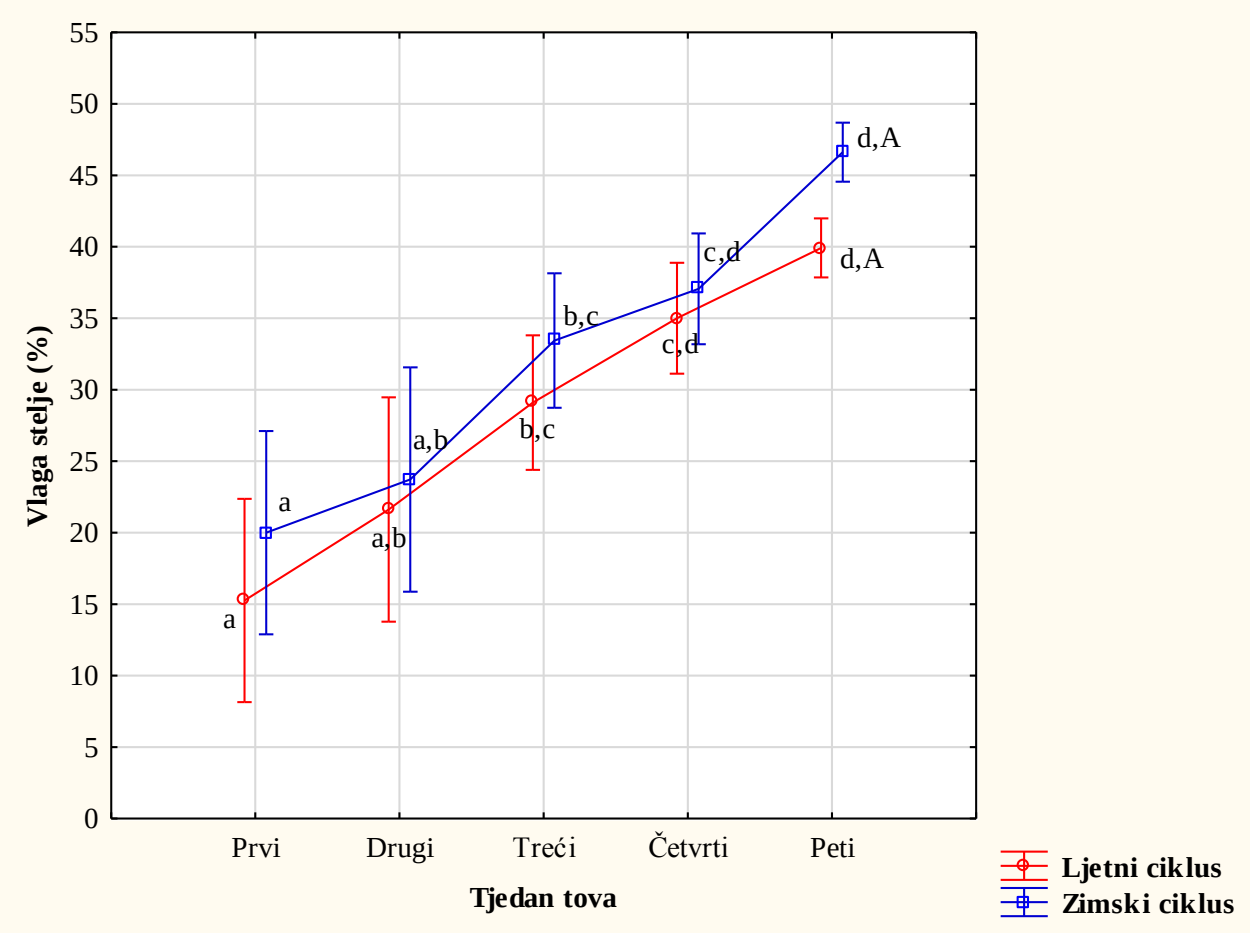
Temperatura stelje tijekom ljetnog i zimskog razdoblja godine povećavala se s tjednima tova, pri čemu su statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene između gotovo svih tjedana. Vrijednosti temperature stelje bile su statistički značajno više ($p<0,05$) u svakom tjednu ljetnog u usporedbi sa zimskim razdobljem. Vlaga stelje tijekom oba ciklusa također se povećavala s tjednima tova, pri čemu su statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene između gotovo svih tjedana. Vrijednosti vlage stelje jedino su se statistički značajno razlikovale ($p<0,05$) između ljetnog i zimskog proizvodnog ciklusa u zadnjem, petom tjednu tova, pri čemu je vlaga u stelji bila viša tijekom hladnog razdoblja. Sličan trend kretanja tijekom oba razdoblja slijedili su i pH stelje te broj gljivica u stelji. pH stelje nije se statistički značajno razlikovao po tjednima tova između razdoblja, dok broj gljivica jest ($p<0,05$) u trećem i četvrtom tjednu.



Slika 25. Temperatura stelje po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istim slovom

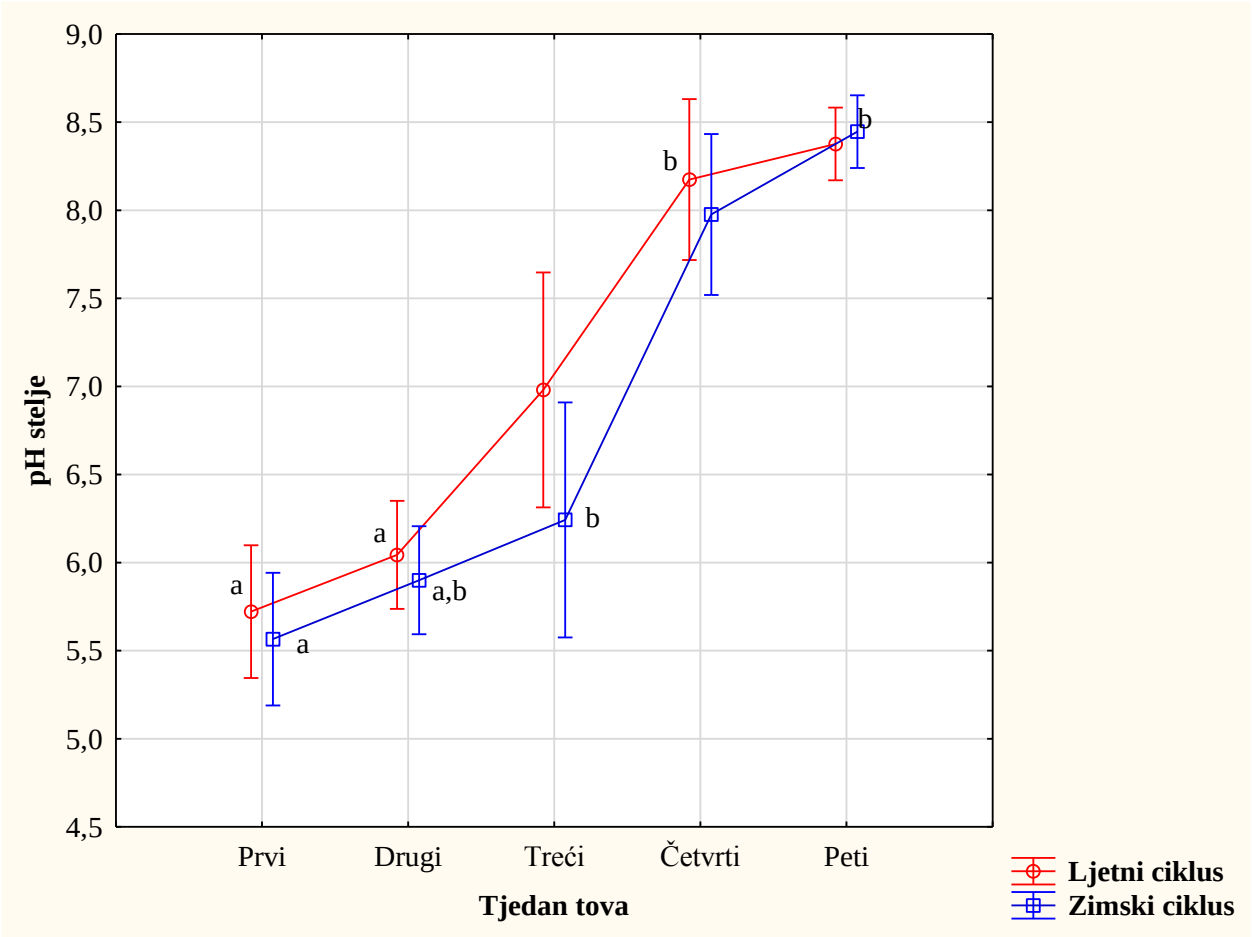
Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 26. Vlaga stelje po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

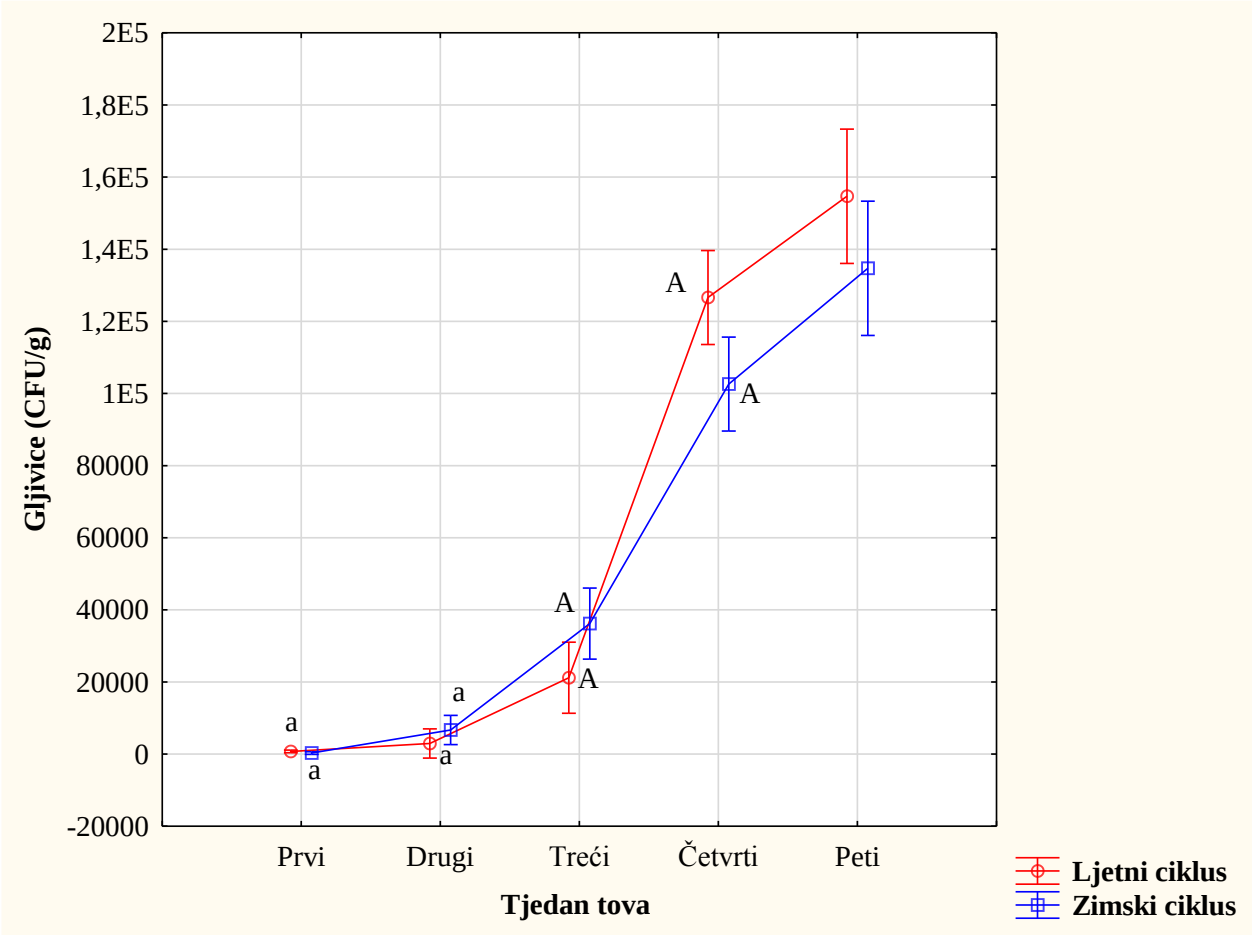
[a,b,c,d] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istim slovom

[A] Vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 27. pH stelje po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istim slovom



Slika 28. Broj gljivica u stelji po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

[A] Vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tablica 13. Prosječne vrijednosti pokazatelja kvalitete stelje tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		Ljeto	Zima
Temperatura stelje (°C)	**arit. sred.**	28,80*	26,34*
	std. dev.	1,74	1,75
	min.	25,60	22,90
	maks.	31,80	29,80
Vlaga stelje (%)	**arit. sred.**	28,18	32,17
	std. dev.	10,12	11,07
	min.	7,90	12,60
	maks.	42,30	49,00
pH stelje	**arit. sred.**	7,06	6,83
	std. dev.	1,18	1,23
	min.	4,95	5,42
	maks.	8,71	8,61
Gljivice (CFU/g)	**medijan**	$1{,}82 \times 10^4$	$3{,}32 \times 10^4$
	min.	$3{,}00 \times 10^2$	$2{,}00 \times 10^2$
	maks.	$1{,}65 \times 10^5$	$1{,}58 \times 10^5$

***** Označene vrijednosti statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Prosječne vrijednosti temperature stelje tijekom tova pilića bile su statistički značajno više ($p<0{,}05$) u ljetnom razdoblju godine, dok za vlagu, pH stelje i broj gljivica u stelji nisu utvrđene statistički značajne razlike između godišnjih razdoblja.

Tablica 14. Prosječan sastav mikoflore stelje tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

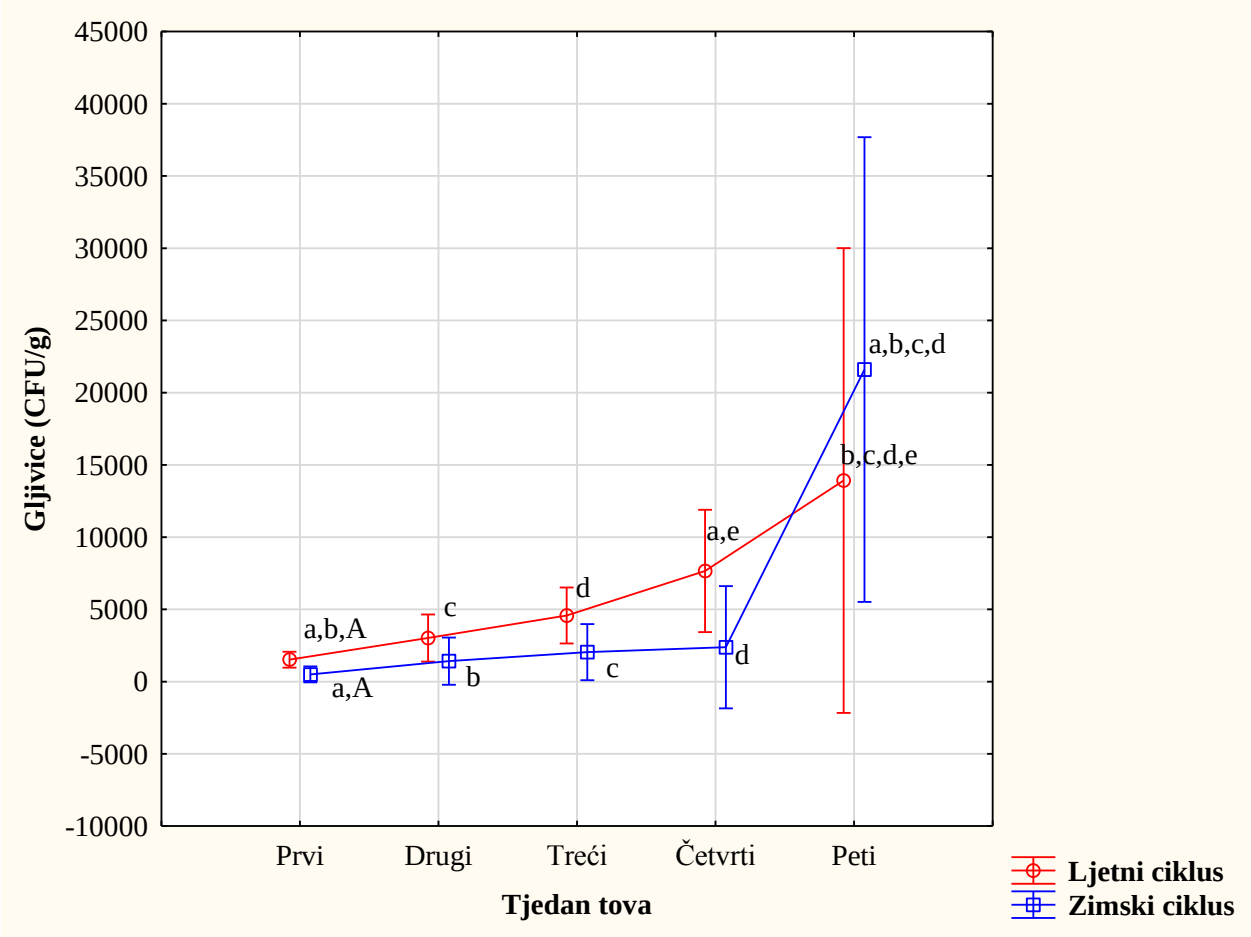
Rod/vrsta	**CFU/g (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 1{,}00 \times 10^3$)	0* (0 – 0)
A. niger	$1{,}00 \times 10^2$ ($0 – 1{,}40 \times 10^3$)	0 ($0 – 5{,}00 \times 10^2$)
***Cladosporium* sp.**	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)	0 (0 – 0)
***Fusarium* sp.**	0 (0 –0)	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)
Kvasci	$1{,}71 \times 10^4$ ($0 – 1{,}64 \times 10^5$)	$9{,}20 \times 10^3$ ($0 – 1{,}35 \times 10^5$)
***Mucor* sp.**	0* (0 – 0)	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 2{,}90 \times 10^4$)
***Penicillium* sp.**	0* ($0 – 4{,}00 \times 10^2$)	$1{,}50 \times 10^3$* ($0 – 2{,}85 \times 10^4$)
***Rhizopus* sp.**	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 2{,}00 \times 10^2$)
Neidentificirane gljivice	0* ($0 – 1{,}00 \times 10^3$)	0* (0 – 0)

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Od gljivica u stelji bilo je najviše kvasaca, pri čemu se njihov broj u tovu pilića nije statistički značajno razlikovao između toplog i hladnog razdoblja godine. *A. flavus* bio je statistički značajno učestaliji ($p<0{,}05$) u stelji tijekom toplog razdoblja, a *Mucor* sp. i *Penicillium* sp. tijekom hladnoga.

5. 3. Pojavnost gljivica u hrani

Kretanje broja gljivica u hrani po tjednima tova pilića tijekom toplog i hladnog razdoblja godine prikazano je na Slici 29., a prosječan broj i sastav mikoflore po razdobljima tova u Tablicama 15. i 16. Na slici i u tablicama označene su značajne razlike koje su ustanovljene između pojedinih vrijednosti.



Slika 29. Broj gljivica u hrani po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c,d,e] Vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

[A] Vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Tablica 15. Prosječne koncentracije gljivica u hrani tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		Ljeto	Zima
Gljivice (CFU/g)	**medijan**	$4{,}30 \times 10^3$*	$1{,}80 \times 10^3$*
	min.	$1{,}00 \times 10^3$	$1{,}00 \times 10^2$
	maks.	$1{,}72 \times 10^4$	$4{,}57 \times 10^4$

* Označene vrijednosti statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Broj gljivica u hrani kontinuirano se povećavao s tjednima tova, pri čemu je statistički značajno viši broj ($p<0{,}05$) utvrđen u petom tjednu u usporedbi sa svim ostalim tjednima tijekom oba ciklusa. Broj gljivica u hrani nije se značajno razlikovao između istih tjedana ciklusa, osim u prvom tjednu, uz višu vrijednost ($p<0{,}05$) u ljetnom ciklusu. Ipak, sagledavajući prosječan broj tijekom pojedinog razdoblja tova, gljivice u hrani bile su značajno učestalije ($p<0{,}05$) ljeti, nego zimi.

Tablica 16. Prosječan sastav mikoflore hrane tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

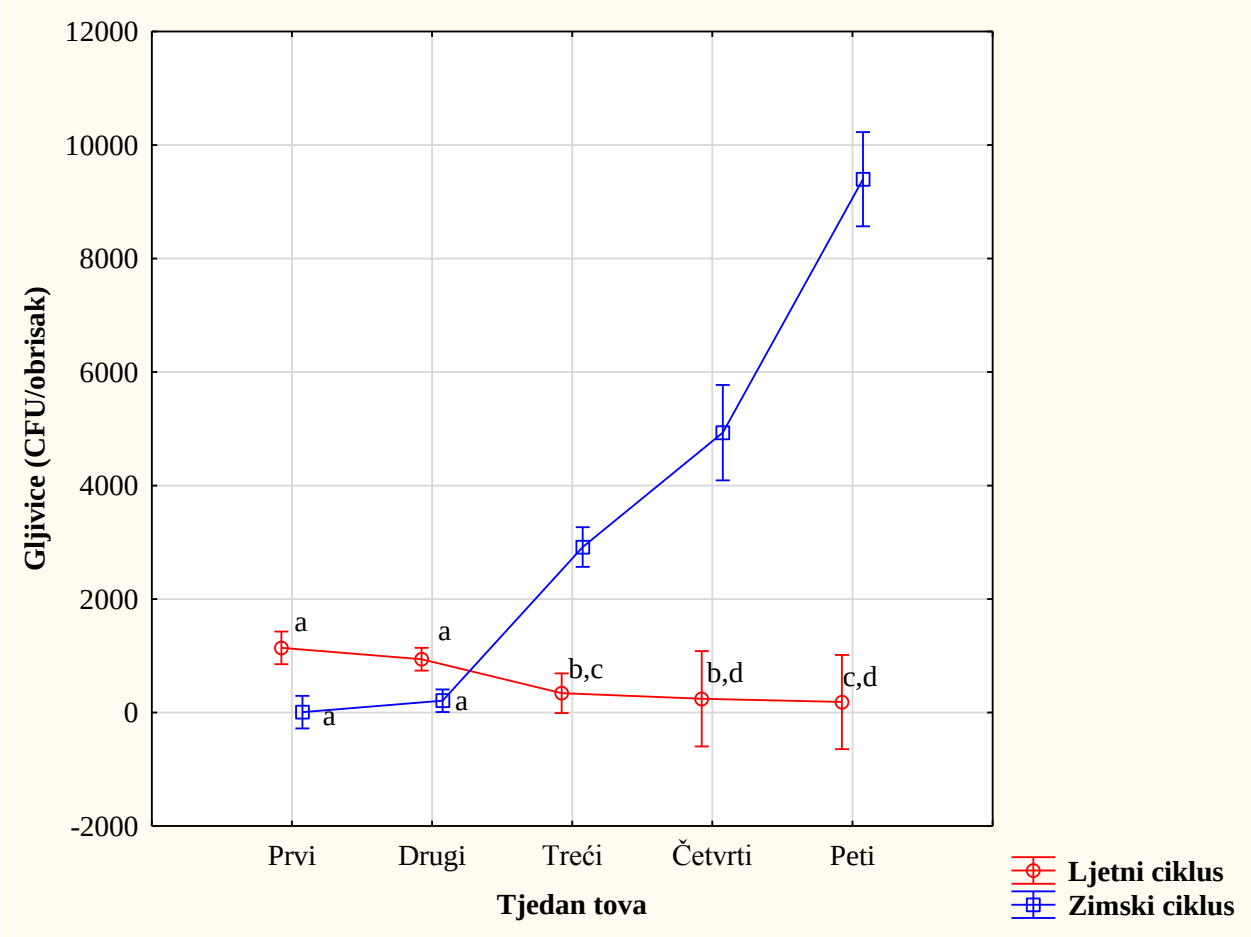
Rod/vrsta	**CFU/g (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 1{,}00 \times 10^3$)	0* ($0 – 2{,}00 \times 10^2$)
A. niger	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)
A. terreus	0 ($0 – 0$)	0 ($0 – 2{,}00 \times 10^2$)
***Cladosporium* sp.**	0 ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)
***Fusarium* sp.**	0 ($0 – 2{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)
Kvasci	$3{,}60 \times 10^3$* ($0 – 1{,}71 \times 10^4$)	$1{,}40 \times 10^3$* ($0 – 4{,}56 \times 10^4$)
***Mucor* sp.**	0* ($0 – 3{,}00 \times 10^2$)	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 6{,}00 \times 10^2$)
***Penicillium* sp.**	0* ($0 – 8{,}00 \times 10^2$)	$1{,}00 \times 10^2$* ($0 – 6{,}00 \times 10^2$)
***Rhizopus* sp.**	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^3$)	0 ($0 – 0$)
Neidentificirane gljivice	0 ($0 – 4{,}00 \times 10^2$)	0 ($0 – 1{,}00 \times 10^3$)

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Iz hrane za piliće također su u najvećem broju izdvojeni kvasci, i to tijekom oba razdoblja godine, no statistički značajno više ($p<0{,}05$) tijekom ljeta. Vrsta *A. flavus* također je bila značajno više ($p<0{,}05$) učestalija u hrani tijekom ljetnog razdoblja godine, dok *Mucor* sp. i *Penicillium* sp. u zimskome.

5. 4. Pojavnost gljivica u pilića

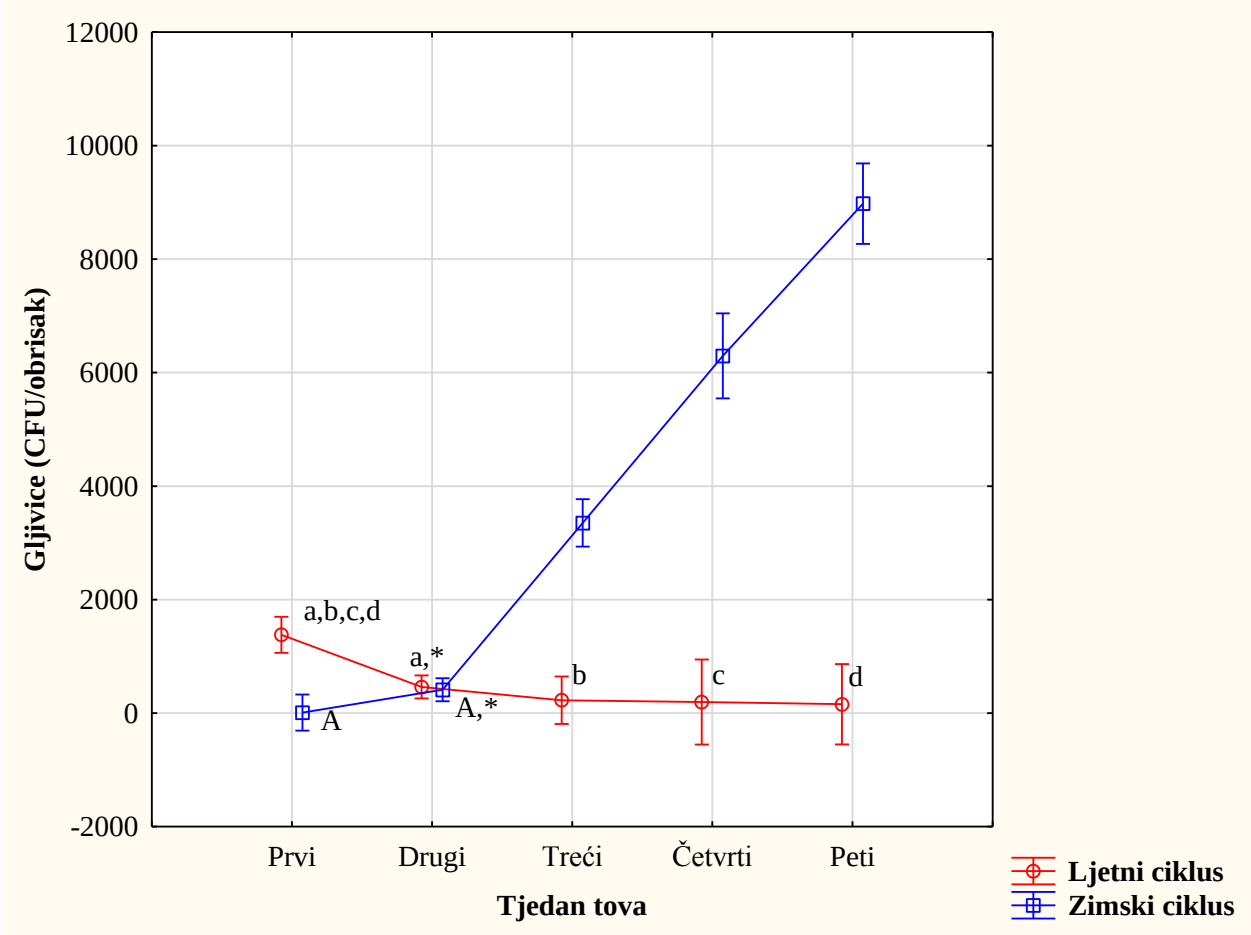
Kretanje broja gljivica u dušniku i jednjaku pilića tijekom tova u ljetnom i zimskom razdoblju godine prikazano je na Slikama 30. i 31., a njihov prosječan broj i zastupljenost vrsta tijekom pojedinog razdoblja u Tablicama 17. i 18. Na slikama i u tablicama označene su utvrđene statistički značajne razlike između vrijednosti.



Slika 30. Broj gljivica u dušniku pilića po tjednima tova u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c,d] Sve vrijednosti unutar istog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim onih označenih istim slovom

Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$



Slika 31. Broj gljivica u jednjaku pilića po tjednima tova u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

[a,b,c,d] Vrijednosti unutar ljetnog proizvodnog ciklusa označene istim slovom statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

[A] Sve vrijednosti unutar zimskog proizvodnog ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

* Sve vrijednosti unutar istog tjedna različitih proizvodnih ciklusa statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$, osim označenih

Tablica 17. Prosječne koncentracije gljivica u dušniku i jednjaku pilića tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		**Ljeto**	**Zima**
Gljivice u dušniku (CFU/obrisak)	**medijan**	$2{,}70 \times 10^2$*	$1{,}91 \times 10^3$*
	min.	50,00	0
	maks.	$4{,}01 \times 10^3$	$1{,}71 \times 10^4$
Gljivice u jednjaku (CFU/obrisak)	**medijan**	$2{,}30 \times 10^2$*	$2{,}73 \times 10^3$*
	min.	20,00	0
	maks.	$4{,}62 \times 10^3$	$1{,}65 \times 10^4$

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Broj gljivica u dušniku i jednjaku pilića tijekom oba proizvodna ciklusa slijedio je isti trend, kontinuirano se povećavao tijekom hladnog razdoblja godine, a smanjivao tijekom toploga. Broj gljivica u dušniku i jednjaku bio je statistički značajno viši ($p<0{,}05$) tijekom zadnja tri tjedna tova u zimskom ciklusu, u usporedbi s ljetnim, kao i prosječan broj zimi.

Tablica 18. Prosječan sastav mikoflore dušnika pilića tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Rod/vrsta	**CFU/m^3 (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	0* (0 – 1,00 × 10^2)	0* (0 – 40,00)
A. fumigatus	0 (0 – 0)	0 (0 – 30,00)
A. niger	0 (0 – 30,00)	0 (0 – 20,00)
A. terreus	0 (0 – 0)	0 (0 – 10,00)
***Cladosporium* sp.**	0* (0 – 1,80 × 10^2)	0* (0 – 20,00)
***Fusarium* sp.**	0 (0 – 20,00)	0 (0 – 10,00)
Kvasci	2,20 × 10^2* (0 – 3,99 × 10^3)	1,65 × 10^3* (0 – 1,71 × 10^4)
***Mucor* sp.**	0* (0 – 30,00)	0* (0 – 3,10 × 10^2)
***Penicillium* sp.**	10,00* (0 – 1,70 × 10^2)	10,00* (0 – 6,60 × 10^2)
***Rhizopus* sp.**	0 (0 – 20,00)	0 (0 – 20,00)
***Trichophyton* sp.**	0 (0 – 0)	0 (0 – 10,00)
Neidentificirane gljivice	0* (0 – 50,00)	0* (0 – 50,00)

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$

Kvasci su i u dušniku pilića bile najzastupljenije gljivice tijekom istraživanih razdoblja godine, no značajno učestalije ($p<0,05$) zimi, nego ljeti. U hladnom dijelu godine iz dušnika pilića izdvojeno je i značajno više ($p<0,05$) *Mucor* sp. i *Penicillium* sp., dok su u toplom dijelu godine značajno zastupljenije ($p<0,05$) u dušniku pilića bile gljivice iz roda *Cladosporium* i *A. flavus*.

Tablica 19. Prosječan sastav mikoflore jednjaka pilića tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

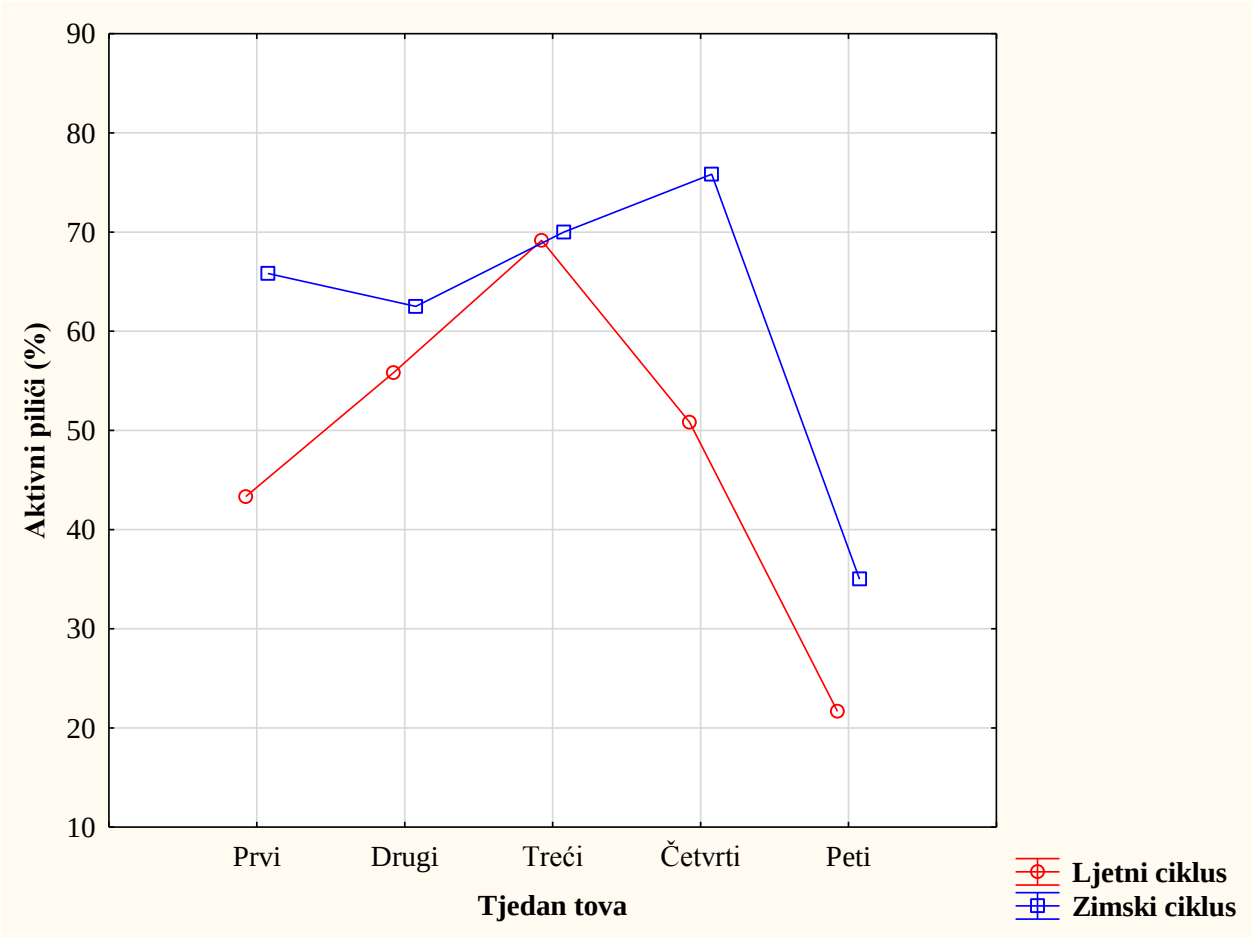
Rod/vrsta	**CFU/m^3 (medijan, min. – maks.)**	
	Ljeto	**Zima**
***Aspergillus* sp.**		
A. flavus	0* (0 – 50,00)	0* (0 – 30,00)
A. niger	0 (0 – 20,00)	0 (0 – 20,00)
A. terreus	0 (0 – 0)	0 (0 – 20,00)
***Cladosporium* sp.**	0* (0 – 60,00)	0* (0 – 30,00)
***Fusarium* sp.**	0 (0 – 10,00)	0 (0 – 10,00)
Kvasci	$2{,}00 \times 10^2$* ($0 – 4{,}56 \times 10^3$)	$2{,}42 \times 10^3$* ($0 – 1{,}65 \times 10^4$)
***Mucor* sp.**	0* (0 – 30,00)	0* ($0 – 5{,}00 \times 10^2$)
***Penicillium* sp.**	0* ($0 – 1{,}20 \times 10^2$)	10,00* ($0 – 5{,}20 \times 10^2$)
***Rhizopus* sp.**	0 (0 – 30,00)	0 (0 – 10,00)
***Trichophyton* sp.**	0 (0 – 10,00)	0 (0 – 0)
Neidentificirane gljivice	0* ($0 – 1{,}00 \times 10^2$)	0* (0 – 30,00)

* Vrijednosti u istom redu statistički se značajno razlikuju na razini $p<0{,}05$

Od gljivica u jednjaku pilića, kvasci su isto tako izdvojeni u najvećem broju, sa značajno višim ($p<0{,}05$) vrijednostima u zimskom, nego u ljetnom razdoblju godine. *A. flavus* i *Cladosporium* sp. također su, kao i u dušniku, bile značajno zastupljenije gljivice ($p<0{,}05$) u jednjaku pilića tijekom toplog razdoblja godine, a *Mucor* sp. i *Penicillium* sp. tijekom zimskoga.

5. 5. Aktivnost pilića

Aktivnost pilića tijekom tova u različitim razdobljima godine prikazana je na Slici 32., a prosječan udio aktivnih pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine u Tablici 20.



Slika 32. Udio aktivnih pilića* po tjednima tova pilića u ljetnom i zimskom razdoblju godine (arit. sred. ± 95%-tne granice pouzdanosti).

*od 120 pilića promatranih tjedno

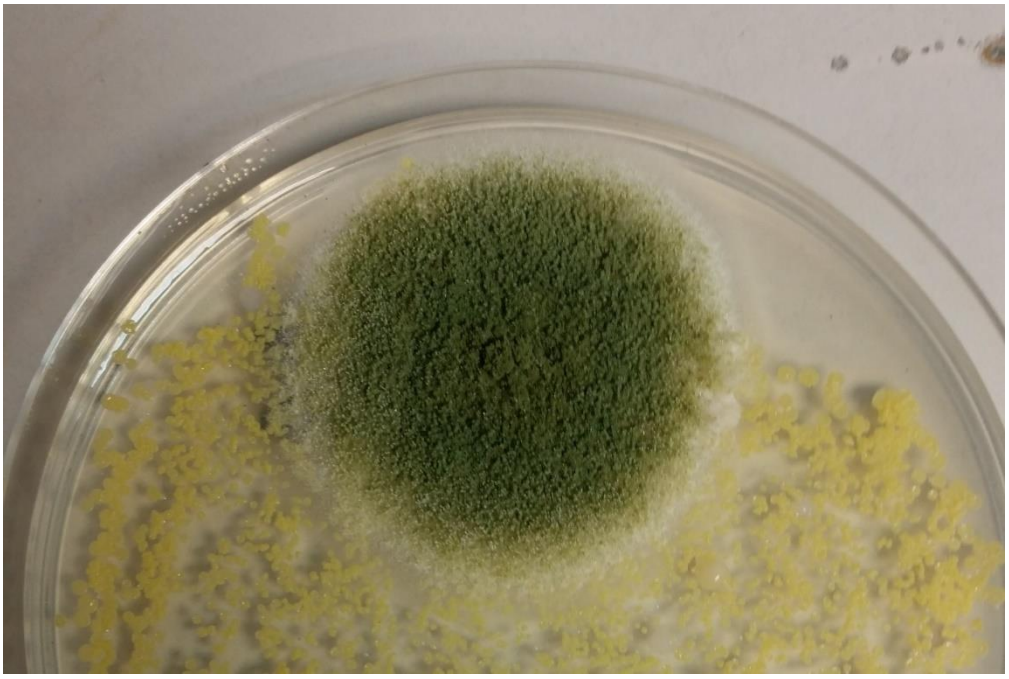
Tablica 20. Prosječan udio aktivnih pilića* tijekom turnusa u ljetnom i zimskom razdoblju godine

Pokazatelj		Ljeto	Zima
Aktivni pilići (%)	arit. sred.	48,17	61,83
	std. dev.	17,55	15,81
	min.	21,67	35,00
	maks.	69,17	75,83

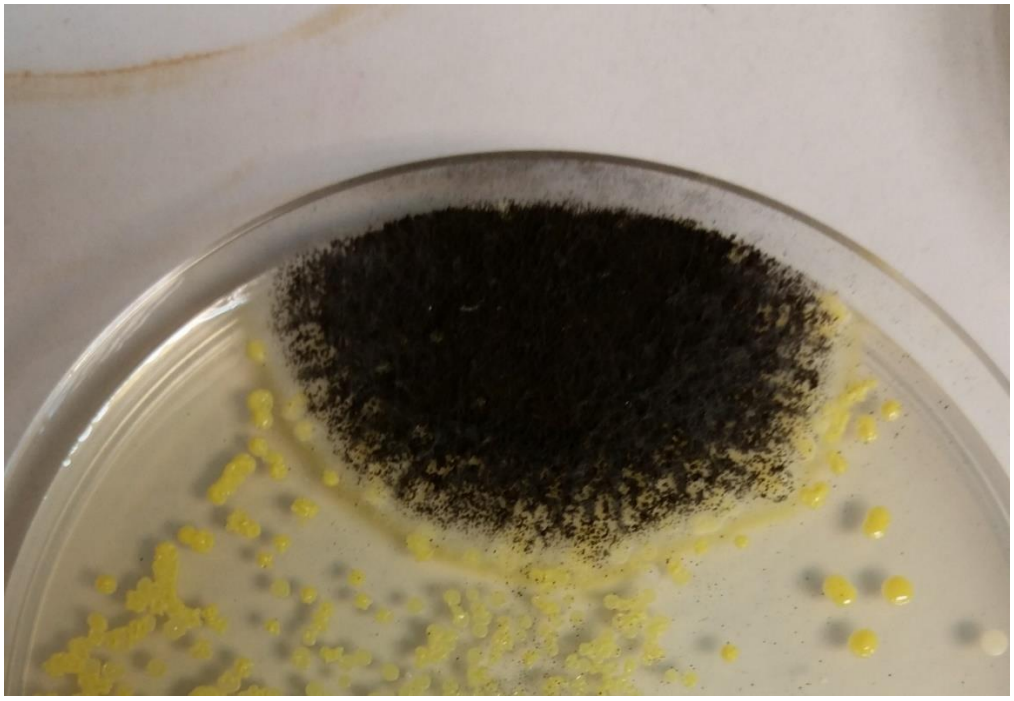
*od 600 pilića promatranih po turnusu

Udio aktivnih pilića tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa bio je najviši u trećem tjednu tova, a tijekom zimskoga u četvrtom tjednu. Prosječni udjeli aktivnih pilića nisu se statistički značajno razlikovali između ljetnog i zimskog proizvodnog ciklusa.

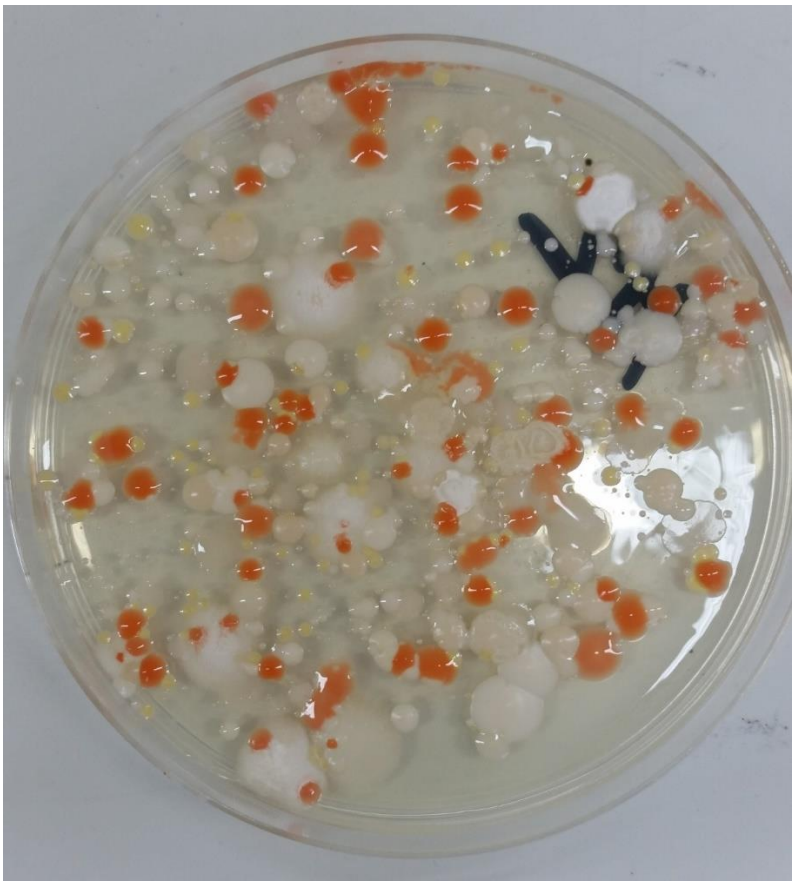
Na Slikama 33. – 41. prikazane su izrasle kolonija pojedinih gljivica tijekom razdoblja istraživanja, a Slici 42. bakterija u zraku nastambe.



Slika 33. *Aspergillus flavus*, Sabouraud agar.



Slika 34. *Aspergillus niger*, Sabouraud agar.



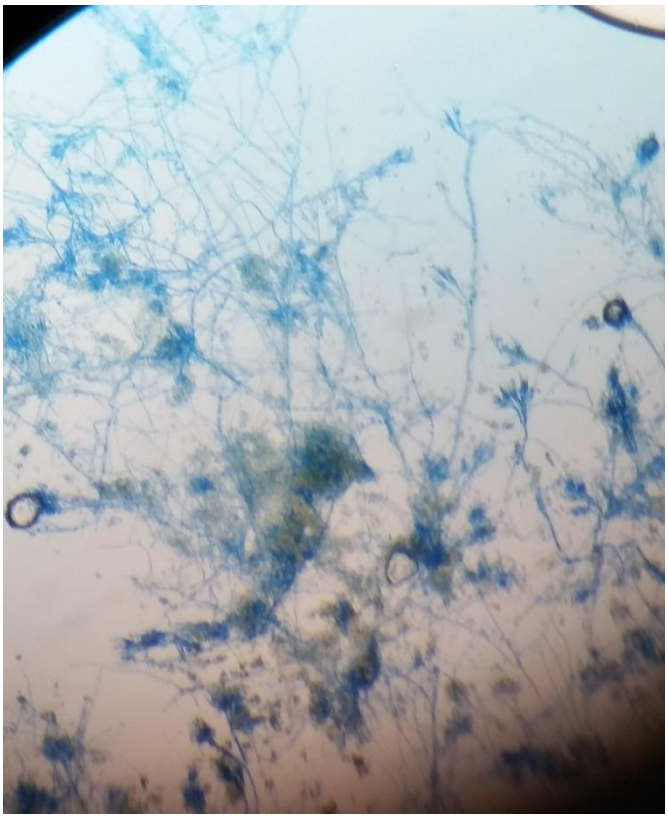
Slika 35. Kvasci (*Candida*, *Rhodotorula mucilaginosa*), Sabouraud agar.



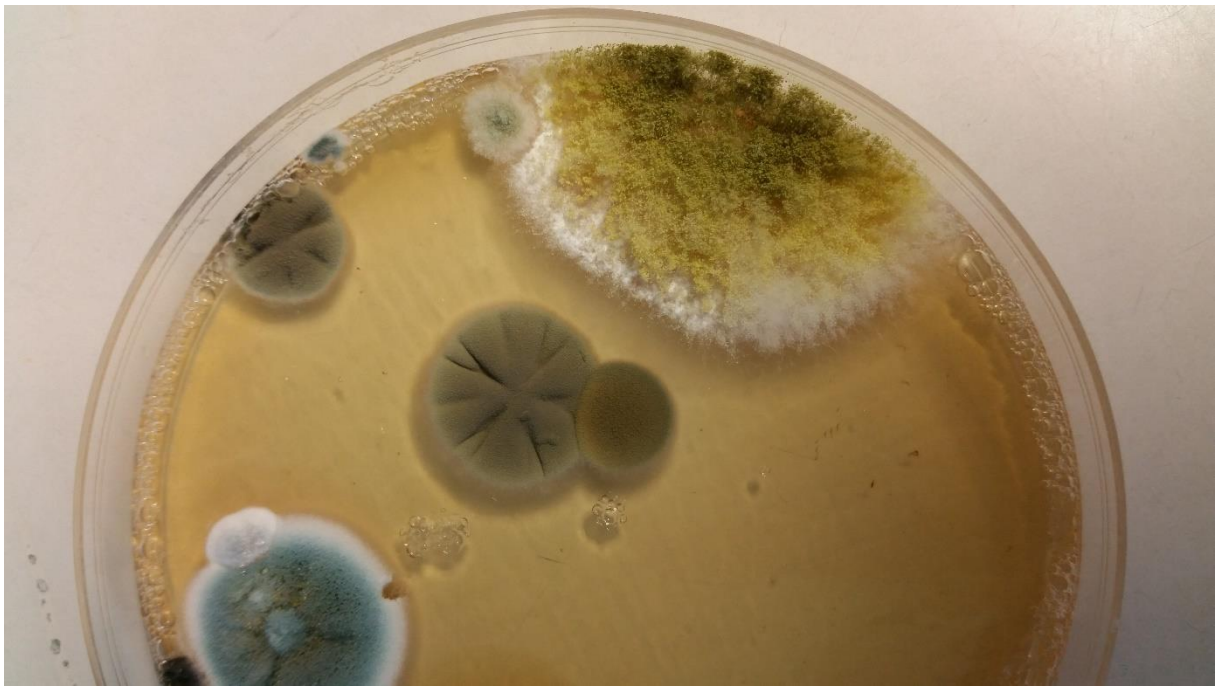
Slika 36. Rast različitih plijesni u uzorku zraka, Sabouraud agar.



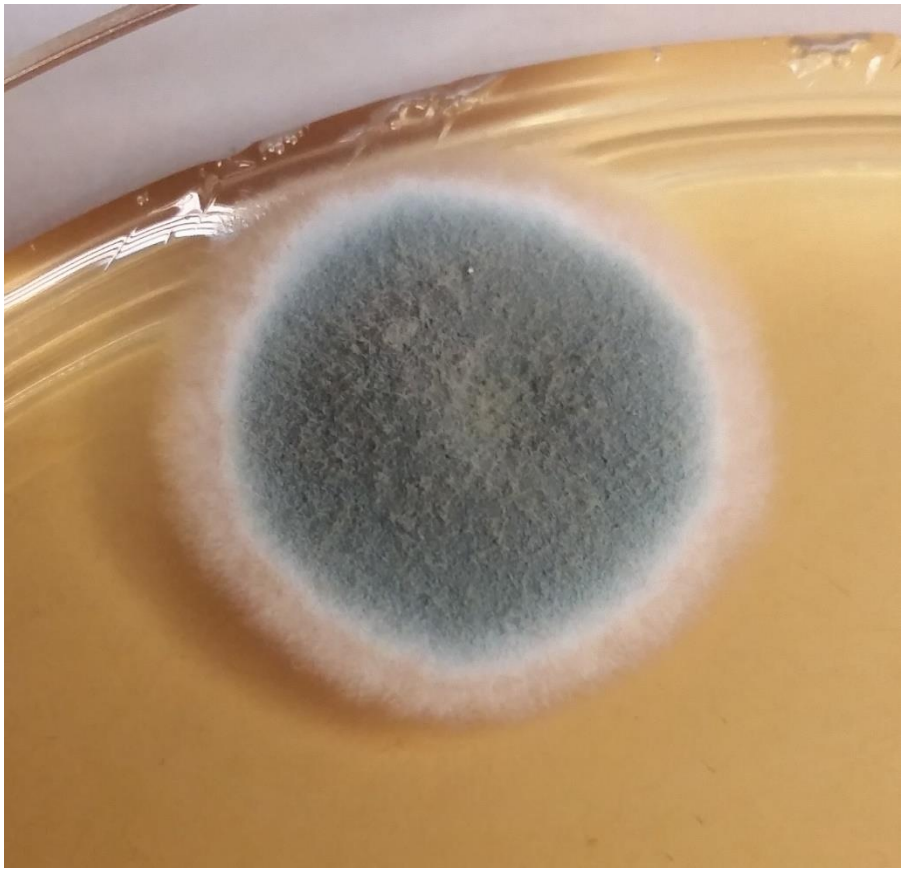
Slika 37. *Aspergillus* sp., bojenje laktofenolom. Povećanje 400x.



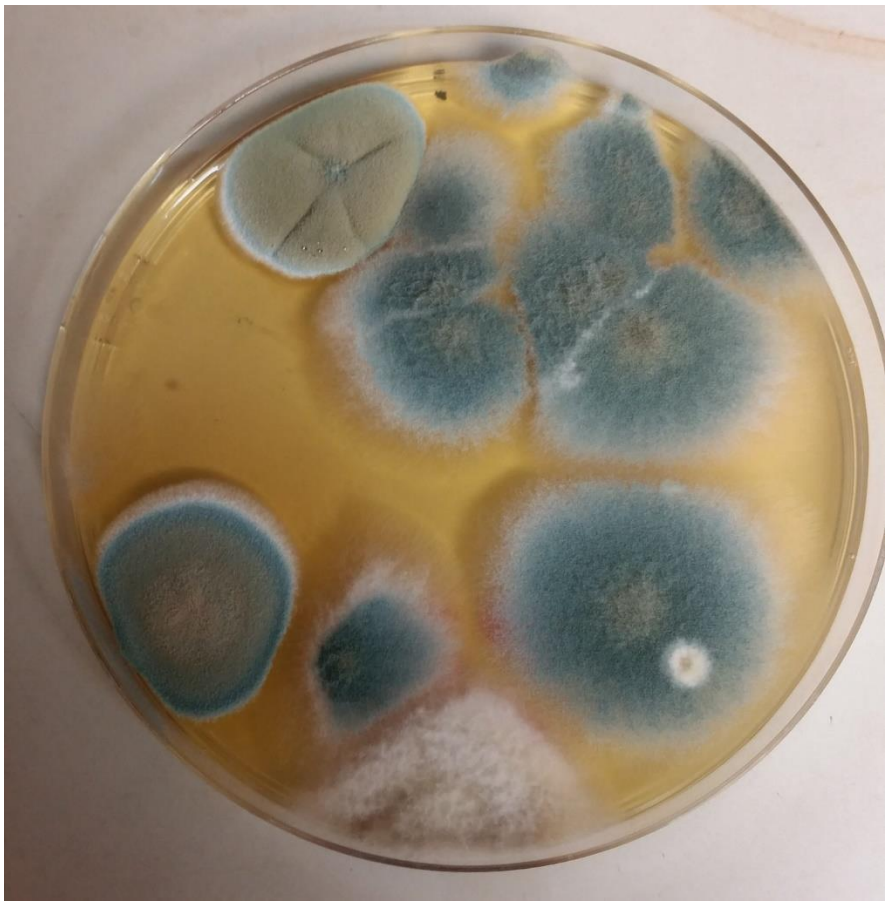
Slika 38. *Penicillium* sp., bojenje laktofenolom. Povećanje 400x.



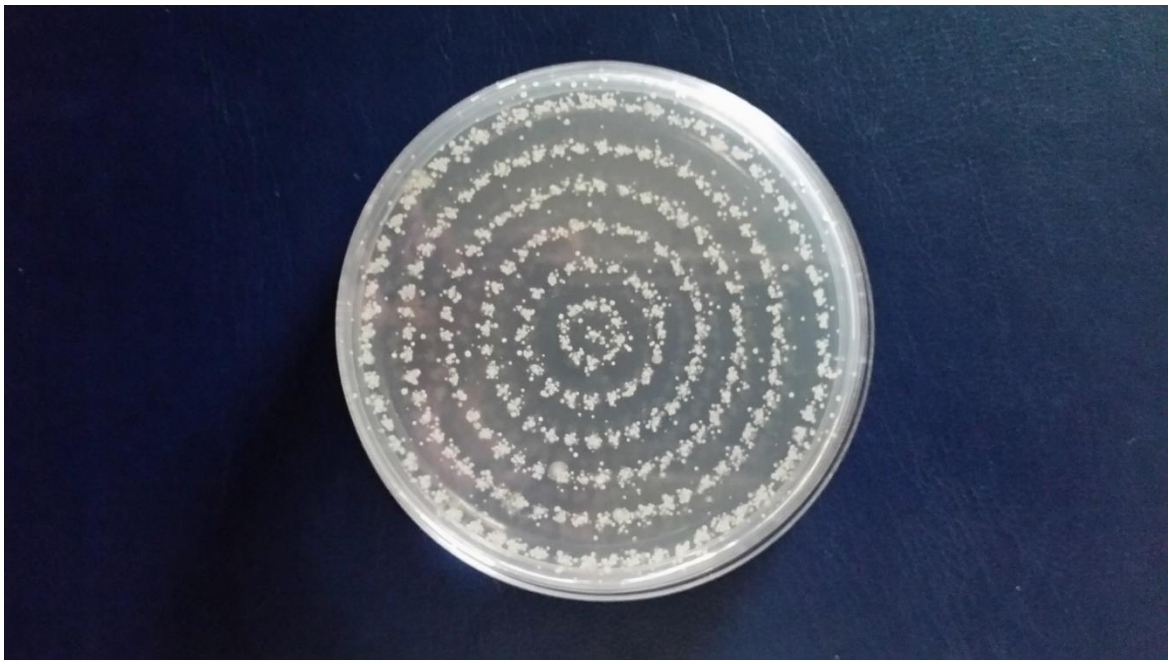
Slika 39. *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus flavus,* Sabouraud agar.



Slika 40. *Aspergillus fumigatus,* Sabouraud agar.



Slika 41. *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., Sabouraud agar.



Slika 42. Izrasle kolonije bakterija u zraku, Nutrient agar.

5. 6. Povezanosti između istraživanih pokazatelja

Povezanosti između pokazatelja prikazane su u Tablicama 21. – 24.

Legenda:

TN – temperatura zraka u nastambi

RN – relativna vlaga zraka u nastambi

BZN – brzina strujanja zraka u nastambi

O – osvijetljenost u nastambi

CO_2 – koncentracija ugljikova dioksida u zraku nastambe

NH_3 – koncentracija amonijaka u zraku nastambe

B – broj bakterija u zraku nastambe

P – koncentracija prašine u zraku nastambe

GN – broj gljivica u zraku nastambe

TS – temperatura stelje

VS – vlaga stelje

pHS – pH stelje

GS – broj gljivica u stelji

GH – broj gljivica u hrani

GD – broj gljivica u dušniku pilića

GJ – broj gljivica u jednjaku pilića

A – aktivnost pilića

1 do 5 – tjedan tova

Tablica 21. Povezanost broja gljivica u zraku nastambe s drugim istraživanim pokazateljima

	GN1	GN2	GN3	GN4	GN5
TN	0,98	0,76	0,83	-0,49	0,54
RVN	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54
BZN	0,98	0,76	0,83	-0,49	0,54
O	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54
CO_2	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54
NH_3	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54
B1	0,83	0,44	0,69	-0,39	0,33
B2	-0,34	-0,66	-0,26	0,16	-0,44
B3	0,81	0,35	0,71	-0,41	0,25
B4	-0,82	-0,80	-0,70	0,48	-0,53
B5	-0,97	-0,80	-0,82	0,49	-0,55
P	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54
TS	0,98	0,76	0,83	-0,49	0,54
VS	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54
pHS	0,98	0,76	0,83	-0,49	0,54
GS	0,98	0,76	0,83	-0,49	0,54
GH	0,98	0,76	0,83	-0,49	0,54
A	-0,98	-0,76	-0,83	0,49	-0,54

Crveno su označene statistički značajne povezanosti ($p<0,05$)

Tablica 22. Povezanost broja gljivica u stelji s drugim istraživanim pokazateljima

	GS1	GS2	GS3	GS4	GS5
TN1	0,64	0,74	0,83	0,77	0,90
TN2	0,51	0,65	0,84	0,66	0,50
TN3	0,83	0,64	0,90	0,88	0,56
TN4	0,37	0,37	0,65	0,38	-0,05
TN5	0,73	0,57	0,80	0,76	0,39
RVN1	0,54	0,56	0,85	0,64	0,30
RVN2	0,55	0,72	0,63	0,57	0,70
RVN3	0,22	0,28	0,22	0,34	0,67
RVN4	0,01	0,06	-0,17	0,04	0,48
RVN5	-0,15	-0,16	-0,43	-0,15	0,29
BZN1	0,68	0,63	0,79	0,67	0,68
BZN2	0,72	0,69	0,65	0,79	0,96
BZN3	0,89	0,78	0,91	0,94	0,73
BZN4	0,84	0,83	0,87	0,90	0,88
BZN5	0,91	0,78	0,80	0,97	0,89
O1	0,51	0,61	0,53	0,64	0,87
O2	0,76	0,79	0,90	0,83	0,82
O3	0,51	0,49	0,58	0,70	0,82
O4	0,67	0,59	0,71	0,80	0,89
O5	0,69	0,61	0,56	0,73	0,90
$CO_2$1	-0,13	-0,14	-0,42	-0,13	0,32
$CO_2$2	0,06	0,14	-0,18	0,08	0,56
$CO_2$3	-0,07	-0,05	-0,30	-0,03	0,42
$CO_2$4	-0,13	-0,13	-0,43	-0,14	0,31
$CO_2$5	-0,16	-0,17	-0,44	-0,16	0,30
$NH_3$1	0,60	0,54	0,35	0,65	0,80
$NH_3$2	0,49	0,51	0,25	0,45	0,72
$NH_3$3	-0,04	0,04	-0,23	0,02	0,50
$NH_3$4	-0,06	-0,06	-0,35	-0,04	0,41
$NH_3$5	0,65	0,50	0,26	0,62	0,82
B	-0,23	-0,26	-0,54	-0,24	0,19
P	-0,23	-0,26	-0,54	-0,24	0,19
TS1	0,64	0,73	0,90	0,67	0,47
TS2	0,39	0,40	0,68	0,42	0,01
TS3	0,55	0,58	0,81	0,56	0,24
TS4	0,50	0,57	0,80	0,51	0,16
TS5	0,65	0,70	0,88	0,69	0,38

VS1	0,05	0,11	0,03	0,25	0,27
VS2	0,25	-0,09	-0,02	0,09	0,13
VS3	-0,13	-0,01	0,17	-0,11	0,37
VS4	0,31	0,20	-0,137	0,11	0,30
VS5	-0,18	-0,05	-0,48	-0,28	0,23
pHS1	1,00	0,67	0,67	0,92	0,70
pHS2	0,67	1,00	0,76	0,68	0,73
pHS3	0,67	0,76	1,00	0,77	0,67
pHS4	0,92	0,68	0,77	1,00	0,80
pHS5	0,70	0,73	0,70	0,80	1,00
GH1	0,65	0,74	0,71	0,57	0,27
GH2	0,07	-0,06	0,20	-0,02	-0,10
GH3	0,75	0,78	0,77	0,83	0,56
GH4	0,26	0,13	0,23	0,33	-0,14
GH5	-0,21	-0,36	-0,66	-0,41	-0,38
A	-0,23	-0,26	-0,54	-0,24	0,19

Crveno su označene statistički značajne povezanosti ($p<0,05$)

Tablica 23. Povezanost broja gljivica u hrani s drugim istraživanim pokazateljima

	GH1	GH2	GH3	GH4	GH5
TN1	0,38	-0,05	0,57	-0,06	-0,68
TN2	0,62	0,34	0,77	0,35	-0,65
TN3	0,77	0,24	0,86	0,44	-0,52
TN4	0,78	0,47	0,69	0,60	-0,35
TN5	0,83	0,48	0,90	0,47	-0,29
RVN1	0,75	0,26	0,76	0,53	-0,67
RVN2	0,34	-0,30	0,35	-0,06	-0,66
RVN3	-0,27	-0,51	-0,11	-0,36	-0,52
RVN4	-0,52	-0,56	-0,38	-0,52	-0,14
RVN5	-0,68	-0,52	-0,54	-0,58	0,15
BZN1	0,59	0,50	0,70	0,03	-0,14
BZN2	0,26	-0,15	0,49	-0,18	-0,35
BZN3	0,73	0,08	0,85	0,34	-0,58
BZN4	0,56	-0,03	0,73	0,15	-0,54
BZN5	0,56	0,01	0,80	0,18	-0,36
O1	0,10	-0,44	0,30	-0,17	-0,62
O2	0,54	0,15	0,74	0,23	-0,62
O3	0,04	-0,34	0,32	-0,01	-0,70
O4	0,20	-0,21	0,45	0,01	-0,65
O5	0,20	-0,10	0,38	-0,23	-0,45
$CO_2$1	-0,66	-0,51	-0,51	-0,59	0,17
$CO_2$2	-0,45	-0,47	-0,26	-0,57	0,12
$CO_2$3	-0,62	-0,54	-0,45	-0,55	0,02
$CO_2$4	-0,65	-0,50	-0,52	-0,59	0,17
$CO_2$5	-0,68	-0,48	-0,53	-0,60	0,21
$NH_3$1	0,06	-0,46	0,30	-0,10	-0,22
$NH_3$2	0,01	-0,37	0,09	-0,33	-0,31
$NH_3$3	-0,56	-0,46	-0,34	-0,58	0,10
$NH_3$4	-0,60	-0,51	-0,41	-0,57	0,15
$NH_3$5	0,06	-0,44	0,23	-0,23	-0,18
B	-0,73	-0,49	-0,60	-0,58	0,27
P	-0,73	-0,49	-0,60	-0,58	0,27
TS1	0,78	0,24	0,72	0,29	-0,65
TS2	0,80	0,49	0,73	0,58	-0,34
TS3	0,86	0,52	0,82	0,46	-0,34
TS4	0,84	0,31	0,72	0,52	-0,55
TS5	0,91	0,31	0,86	0,40	-0,49

VS1	-0,12	-0,75	-0,02	-0,13	-0,32
VS2	-0,07	0,21	-0,19	-0,27	-0,17
VS3	-0,36	0,02	-0,42	-0,70	-0,30
VS4	0,02	0,26	0,08	-0,24	0,40
VS5	-0,52	-0,24	-0,47	-0,70	0,41
pHS1	0,65	0,07	0,75	0,26	-0,21
pHS2	0,74	-0,06	0,78	0,13	-0,36
pHS3	0,71	0,20	0,77	0,23	-0,66
pHS4	0,59	-0,02	0,83	0,33	-0,41
pHS5	0,27	-0,10	0,56	-0,14	-0,38
A	-0,73	-0,49	-0,60	-0,58	0,27

Crveno su označene statistički značajne povezanosti ($p<0,05$)

Tablica 24. Povezanost broja gljivica u jednjaku i dušniku pilića s drugim istraživanim pokazateljima

	GJ1	GJ2	GJ3	GJ4	GJ5	GD1	GD2	GD3	GD4	GD5
GJ1	1,00	0,11	-0,51	-0,52	-0,57	0,84	0,44	-0,47	-0,45	-0,56
GJ2		1,00	-0,023005	-0,01	-0,13	0,01	0,01	-0,14	-0,27	-0,09
GJ3			1,00	0,57	0,76	-0,47	-0,39	0,71	0,52	0,68
GJ4				1,00	0,77	-0,50	-0,52	0,58	0,69	0,73
GJ5					1,00	-0,54	-0,54	0,75	0,71	0,89
GD1						1,00	0,28	-0,41	-0,43	-0,53
GD2							1,00	-0,44	-0,44	-0,52
GD3								1,00	0,64	0,67
GD4									1,00	0,66
GD5										1,00
TN	0,63	0,05	-0,81	-0,83	-0,92	0,59	0,56	-0,81	-0,72	-0,90
RVN	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
BZN	0,63	0,05	-0,81	-0,83	-0,92	0,59	0,56	-0,81	-0,72	-0,90
OSV	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
CO_2	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
NH_3	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
B	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
GN	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
P	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
TS	0,63	0,05	-0,81	-0,83	-0,92	0,59	0,56	-0,81	-0,72	-0,90
VS	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90
pHS	0,63	0,05	-0,81	-0,83	-0,92	0,59	0,56	-0,81	-0,72	-0,90
GS	0,63	0,05	-0,81	-0,83	-0,92	0,59	0,56	-0,81	-0,72	-0,90
GH	0,63	0,05	-0,81	-0,83	-0,92	0,59	0,56	-0,81	-0,72	-0,90
A	-0,63	-0,05	0,81	0,83	0,92	-0,59	-0,56	0,81	0,72	0,90

Crveno su označene statistički značajne povezanosti ($p<0,05$)

6. RASPRAVA

U ovom radu istraživan je utjecaj godišnjeg razdoblja na pojavnost gljivica u tovu pilića. Istraživanje je provedeno tijekom petotjednog tova u ljetnom i zimskom razdoblju godine. Mjereni su sljedeći pokazatelji: temperatura, relativna vlaga i brzina strujanja zraka u nastambi, kao i na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe, zatim koncentracije ugljikova dioksida i amonijaka te prašine i bakterija u zraku nastambe, temperatura, vlaga i pH stelje, učestalost i zastupljenost pojedinih vrsta gljivica u zraku nastambe, na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe, stelji, hrani, dušniku i jednjaku pilića. Također je praćena i aktivnost pilića.

Vrijednosti temperature zraka u nastambi tijekom oba proizvodna razdoblja bile su u skladu s vrijednostima utvrđenima u drugim istraživanjima, najviše u prvom tjednu i zatim su se u pravilu smanjivale s tjednima tova (VUČEMILO i sur., 2007.b; 2008.). Temperatura zraka u nastambi kretala se od 22,60 °C do 32,10 °C tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa, te od 22,20 °C do 32,00 °C tijekom zimskoga, a između prosječnih vrijednosti nisu utvrđene značajne razlike, što upućuje na zaključak da se, ovisno o godišnjem razdoblju, temperatura u nastambi održavala na odgovarajući način. Vrijednosti brzine strujanja zraka u nastambi također su bile u suglasju s drugim istraživanjima (VUČEMILO i sur., 2007.b; 2008.) i u pravilu više u drugoj polovici petotjednog tova tijekom oba razdoblja istraživanja, a između prosječnih vrijednosti nisu ustanovljene značajne razlike s obzirom na razdoblje godine. Brzina strujanja zraka u nastambi kretala se od 0,03 m/s do 0,32 m/s tijekom tova u ljetnom razdoblju godine, te od 0,05 m/s do 0,29 m/s u zimskome. Vrijednosti relativne vlage zraka u nastambi tijekom proizvodnog ciklusa u toplom razdoblju godine kretale su se od 54,00% do 70,50%, a u hladnome od 52,00% do 80,70%, što je iznad preporučenih vrijednosti za tov pilića (VUČEMILO, 2008.). Značajno više vrijednosti relativne vlage zraka u prosjeku su utvrđene u zimskom u odnosu na ljetno razdoblje godine. Relativna vlaga zraka u nastambi nakon trećeg tjedna tova u ljetnom razdoblju godine počela se snižavati, dok je u zimskom razdoblju kontinuirano se povećavala tijekom cijelog razdoblja tova, unatoč povećanju brzine strujanja zraka u nastambi. S obzirom na to da se brzina strujanja zraka u nastambi u prosjeku nije značajno razlikovala između razdoblja godine, što uobičajeno jest slučaj u peradarskim nastambama i to s nižim vrijednostima tijekom hladnijih mjeseci (MATKOVIĆ i sur., 2013.a), viša relativna vlaga zraka u nastambi tijekom zimskog razdoblja može se pripisati utjecaju izrazito vlažnog vanjskog zraka tijekom zime. Vrijednosti relativne vlage zraka na

udaljenosti od 5 m od nastambe kretale su se od 37,90% do 84,10% u ljetnom razdoblju godine, a u zimskome od 40,20% do 87,20%, a na udaljenosti od 25 m od nastambe od 37,30% do 82,30% tijekom ljeta, te od 46,60% do 82,50% tijekom zime, sa značajno višim prosječnim vrijednostima vlage u vanjskom zraku u hladnom razdoblju godine. Temperatura zraka na udaljenostima od 5 m i 25 m bila je značajno viša, a brzina strujanja zraka značajno niža u ljetnom razdoblju, u usporedbi sa zimskim, što je bilo i očekivano za ta razdoblja godine.

Intenzitet osvijetljenosti u nastambi tijekom oba proizvodna ciklusa bio je manji sredinom u usporedbi s početkom i krajem tova, no u prosjeku veći od 20 lx tijekom svih tjedana tova, što je u skladu s Pravilnikom o određivanju minimalnih pravila za zaštitu pilića koji se uzgajaju za proizvodnju mesa (ANONIMNO, 2008.).

Prosječne koncentracije ugljikova dioksida i amonijaka tijekom oba proizvodna ciklusa bile su unutar preporučenih vrijednosti (WATHES i sur., 1997.; GROOT KOERKAMP i sur., 1998.; VUČEMILO i sur., 2007.b; 2008.), no značajno više u zimskom nego u ljetnom razdoblju godine, što je u skladu i s rezultatima drugih istraživanja (MATKOVIĆ i sur., 2013.b). Vrijednosti ugljikova dioksida u zraku nastambe kretale su se od 0,06 vol.% do 0,22 vol.% u ljetnom razdoblju godine, te od 0,22 vol.% do 0,34 vol.% u zimskome, a amonijaka od 1 ppm do 11 ppm ljeti, te od 3 ppm do 21 ppm zimi. Naime, vrijednosti plinovitih i korpuskularnih zračnih onečišćenja u stočarskim su nastambama uobičajeno više tijekom zimskih mjeseci zbog smanjenog obujma prozračivanja. Međutim, u ovom istraživanju prosječne vrijednosti brzine strujanja zraka, kao što je već navedeno, nisu se značajno razlikovale između toplog i hladnog razdoblja godine, iako je brzina strujanja zraka u prosjeku bila niža zimi. Stoga bi se ovaj nalaz mogao pripisati činjenici da se ugljikov dioksid, osim što nastaje kao proizvod disanja, stvara i radom motora (KNÍŽATOVÁ i sur., 2010.a). Iako se temperatura zraka u nastambi u prosjeku nije značajno razlikovala između godišnjih doba, tome je vjerojatno razlog da se tijekom zime više grijalo, da bi se održala temperatura u nastambi, što je i doprinijelo takvom nalazu. Više koncentracije amonijaka u zraku nastambe tijekom zimskog proizvodnog ciklusa mogle bi se objasniti utvrđenom pozitivnom korelacijom između relativne vlage zraka i amonijaka tijekom većine tjedana tova, pri čemu se pri višoj relativnoj vlazi zraka u nastambi amonijak dulje zadržavao u zraku.

Koncentracija ukupne, inhalatorne prašine u zraku nastambe bila je u skladu s rezultatima ustanovljenima u drugim istraživanjima (WATHES i sur., 1997.; ELLEN i sur., 2000.; VUČEMILO i sur., 2007.b; 2008.). TAKAI i sur. (1998.) utvrdili su više koncentracije prašine u

zraku peradarskih nastambi zimi nego ljeti, što objašnjavaju smanjenim opsegom prozračivanja u hladnom razdoblju godine. Vrijednosti koncentracije prašine u ovom istraživanju tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa kretale su se od 1,90 mg/m^3 do 4,50 mg/m^3 zraka, a u zimskome od 2,80 mg/m^3 do 5,10 mg/m^3 zraka, no prosječne vrijednosti prašine u zraku nisu se značajno razlikovale između razdoblja. Vjerojatno je upravo viši sadržaj vlage u zraku nastambe uvjetovao to da je izostala značajnost razlike. Osim toga, u ovom istraživanju utvrđena je značajna pozitivna povezanost između prašine i aktivnosti pilića, za koju je poznato da utječe na koncentraciju prašine (ELLEN i sur., 2000.). S obzirom na to da se aktivnost pilića nije razlikovala između razdoblja godine, i taj nalaz mogao je doprinijeti tome da se koncentracije prašine nisu značajno razlikovale između razdoblja. Udio aktivnih pilića od 600 jedinki promatranih po turnusu kretao se od 21,67% do 69,17% tijekom tova u ljetnom razdoblju godine, a od 35,00% do 75,83% u zimskome. Ipak, koncentracije prašine bile su najniže početkom tova tijekom oba ciklusa, najviše sredinom, a na kraju tova počele su opadati, što se može pripisati većoj tjelesnoj masi i upravo manjoj aktivnosti pilića na kraju tova. To povrđuju i druga istraživanja (VUČEMILO i sur., 2007.b; 2008.; MATKOVIĆ i sur., 2013.b).

Broj bakterija u zraku peradarskih nastambi kreće se uobičajeno do 10^8 CFU/m^3 (DUAN i sur., 2007.; BRÓDKA i sur., 2012.; POPESCU i sur., 2013.). Koncentracije bakterija utvrđene u ovom istraživanju unutar su tog broja. Prosječan broj bakterija u zraku nastambe tijekom ljetnog ciklusa kretao se od 2,85 $\times 10^4$ CFU/m^3 do 1,03 $\times 10^5$ CFU/m^3, a zimskoga od 2,12 $\times 10^4$ CFU/m^3 do 2,28 $\times 10^5$ CFU/m^3. Prethodna istraživanja (WÓJCIK i sur., 2010.) pokazala su da je broj bakterija, kao i gljivica u zraku peradarskih nastambi, veći tijekom zime, upravo zbog smanjenog obujma prozračivanja. U ovom istraživanju prosječan broj bakterija u zraku nastambe bio je značajno viši u zimskom razdoblju godine, a broj gljivica značajno niži. Koncentracija bakterija počela se smanjivati nakon trećeg tjedna tova u ljetnom razdoblju godine, a u zimskome povećavati, dok se koncentracija gljivica u zraku nastambe tijekom ljetnog ciklusa povećavala također do trećeg tjedna tova, a tijekom zimskoga do četvrtoga, nakon čega se smanjila. Broj gljivica u zraku nastambe kretao se od 4,90 $\times 10^3$ CFU/m^3 do 8,06 $\times 10^4$ CFU/m^3 u ljetnome, te od 2,00 $\times 10^4$ CFU/m^3 do 3,67 $\times 10^4$ CFU/m^3 u zimskom razdoblju godine. Ovaj nalaz može se dovesti u svezu s utvrđenom pozitivnom korelacijom između broja gljivica u zraku nastambe i temperature zraka u nastambi te negativnom s relativnom vlagom zraka. To upućuje na zaključak da se gljivice bolje šire u suhom zraku. SOWIAK i sur. (2012.) su pak najmanji broj gljivica u zraku peradarskih

nastambi utvrdili pri višoj temperaturi i vlazi zraka. Druga istraživanja pokazala su da je u uvjetima povećane temperature i vlage zraka više bakterija i gljivica u zraku peradarskih nastambi (POPESCU i sur., 2013.), a u nekima nije ni utvrđena značajna povezanost između pojavnosti gljivica i temperature te vlage zraka (VIEGAS i sur., 2010.). Ipak, izgleda da ne postoji konsenzus kada se raspravlja o utjecaju relativne vlage zraka na preživljavanje bakterija i gljivica u zraku (TANG, 2009.), kao i temperature zraka. Kako navode VUČEMILO i sur. (2007.a), broj mikroorganizma u zraku peradarskih nastambi varira, ali najviše ih je u peradnjacima. Ovi autori također raspravljaju o tome da je teško točno utvrditi koliki je ukupan broj mikroorganizama u zraku staje jer su oni podložni višestrukim stresorima koji utječu na njihovu koncentraciju. To su sedimentacija, agregacija, prozračivanje, dehidracija, radijacija i svi oni utječu na njihovu održivost. Osim toga, treba imati na umu da broj mikroorganizama u zraku ovisi i o metodi uzorkovanja zraka.

Broj gljivica u zraku na udaljenosti od 5 m od nastambe kretao se od $7{,}00 \times 10^2$ CFU/m^3 do $2{,}40 \times 10^3$ CFU/m^3 tijekom ljetnog razdoblja godine, dok tijekom zimskoga od 0 CFU/m^3 do $1{,}11 \times 10^3$ CFU/m^3. Na udaljenosti od 25 m od nastambe broj gljivica tijekom ljeta iznosio je od $6{,}00 \times 10^2$ CFU/m^3 do $3{,}80 \times 10^3$ CFU/m^3, a zime od 0 do $1{,}60 \times 10^3$ CFU/m^3. Između temperature vanjskog zraka i broja gljivica u vanjskom zraku utvrđene su pozitivne značajne povezanosti tijekom svih tjedana tova, između relativne vlage vanjskog zraka i broja gljivica uglavnom značajne negativne povezanosti, kao i brzine strujanja zraka.

Kada se govori o kvalitativnom sastavu gljivica u zraku peradarskih, i općenito stočarskih nastambi, najčešće su to rodovi *Aspergillus, Alternaria, Cladosporium, Penicillium, Fusarium* i *Scopulariopsis* (WANG i sur., 2007.; ZHAO i sur., 2014.). U ovom istraživanju također su u najvećem broju izdvojene gljivice iz rodova *Aspergillus, Cladosporium, Penicillium,* ali i *Mucor* sp., dok, primjerice, *Alternaria* sp. i *Scopulariopsis* sp. nisu utvrđeni u zraku nastambe tijekom nijednog promatranog razdoblja. Gljivice iz roda *Scopulariopsis* uopće nisu utvrđene u istraživanju, a *Alternaria* sp. bio je vrlo slabo zastupljen. Istraživanje SKÓRA i sur. (2016.), koji su u istaloženoj prašini u nastambama za perad određivali zastupljenost i učestalost gljivica, također je pokazalo da je *Mucor* jedan od učestalijih rodova. Međutim, u drugim istraživanjima to nije bio slučaj. Tako u istraživanju DEBEY i sur. (1995.) vrste iz roda *Mucor* nisu bile jedan od učestalijih nalaza. Ipak, značajno više ih je bilo tijekom zime u odnosu na ljeto. Osim toga, rezultati njihova istraživanja pokazali su da je zimi u zraku nastambe bilo i više kvasaca, *Aspergillus* sp. i

Scopulariopsis sp., a značajno manje *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. i *Alternaria* sp., u usporedbi s ljetom. U ovom istraživanju, u zraku nastambe najzastupljeniji su bili kvasci, tijekom oba istraživana proizvodna ciklusa, no također značajno više tijekom zime. Od plijesni, u zraku nastambe tijekom ljetnog ciklusa značajno su više izdvojene vrste *A. flavus* i *A. niger*, a tijekom zimskoga *Mucor* sp. i *Penicillium* sp. U zraku na udaljenostima od 5 m i 25 m od nastambe tijekom ljeta godine značajno su bili učestaliji kvasci, *Cladosporium* sp. i *A. flavus* (25 m), dok tijekom zime broj pojedinih gljivica u vanjskom zraku nije bio značajno veći u odnosu na ljeto. SOLIMAN i sur. (2009.) isto tako su u različitim razdobljima godine utvrdili različite vrste gljivica, što, između ostalog, tumače utjecajem različitih godišnjih doba i načina držanja pilića.

VIEGAS i sur. (2010.) su u zraku izvan peradarskih nastambi utvrdili najviše gljivica iz rodova *Cladosporium* i *Alternaria*, a ujedno su to, kao i *Aspergillus*, bili jedni od najzastupljenijih rodova utvrđenih na površinama i u zraku nastambi. Istraživanje AJOUDANIFAR i sur. (2011.) također je pokazalo da su gljivice iz roda *Cladosporium* najučestalije u zraku izvan peradarskih nastambi, dok je od gljivica u zraku unutar nastambi bilo najviše kvasaca, što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja.

Toplina se u stelji stvara aktivnošću bakterija i djelomično zbog kontakta pilića sa steljom. Temperatura stelje u ovom istraživanju kontinuirano je rasla tijekom oba proizvodna ciklusa, no značajno niže vrijednosti u prosjeku su utvrđene tijekom tova u zimskom razdoblju godine. Vrijednosti temperature stelje u prosjeku su se kretale od 25,60 °C do 31,80 °C tijekom ljetnog proizvodnog ciklusa, te od 22,90 °C do 29,80 °C tijekom zimskoga i bile su u skladu s rezultatima drugih istraživanja (SPINDLER i HARTUNG, 2009.; KNÍŽATOVÁ i sur., 2010.b), iako potonji autori nisu ustanovili razlike u temperaturi stelje s obzirom na razdoblje godine. BENABDELJELIL i AYACHI (1996.) ustanovili su da je od istraživanih materijala za steljenje, slame pšenice (cijela ili sjeckana), rižine slame (mljevena), piljevine, drvenih strugotina i rižine ljuske, pojedinačno i u raznim kombinacijama, stelja od slame imala najviši sadržaj vlage, pH vrijednost i temperaturu, te je bila najlošije kvalitete.

Uspoređujući pijesak i borove strugotine u tovu pilića kao materijale za steljenje, BILGILI i sur. (1999.), između ostalog, nisu utvrdili značajne razlike u temperaturi i vlazi stelje, dok su MELUZZI i sur. (2008.) utvrdili više vlage u slami u odnosu na drvene strugotine. I druga istraživanja pokazala su da slama sadrži više vlage, u usporedbi s papirom i piljevinom (TERČIČ

i sur., 2015.) te drugim istraživanim materijalima za steljenje (BILGILI i sur., 2009.; RAMADAN i sur., 2013.).

Osim vrste stelje, vlaga u stelji ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući njezinu količinu, vrstu pojilica i sustava za prozračivanje, mikroklimatske uvjete, razdoblje godine, dob, hranidbu i zdravlje pilića (enteritis), te gustoću naseljenosti (BESSEI, 2006.; SHEPHERD i FAIRCHILD, 2010.; DUNLOP i sur., 2016.). U ovom istraživanju vlaga stelje kretala se od 7,90% do 42,30% tijekom ljetnoga i od 12,60% do 49,00% tijekom zimskog ciklusa, pri čemu između razdoblja nisu utvrđene značajne razlike u vlazi stelje, kao niti u pH stelje. pH stelje kretao se od 4,95 do 8,71 u ljetnome, te od 5,42 do 8,61 u zimskom razdoblju godine. Vrijednosti vlage, kao i pH stelje, povećavale su se s tjednima tova pilića i bile su u suglasju s drugim istraživanjima (ABREU i sur., 2011.).

BENITO (1991.) je utvrdio da se vlaga u stelji povećava s dobi peradi, te preporučuje maksimalne vrijednosti od 50%. U početku tova vlaga stelje iznosi 10 – 15%, a na kraju te vrijednosti dosežu 25 – 50%. Kako navodi ALMEIDA (1986.), vlaga u stelji ne bi trebala prelaziti 35%, jer pri višem sadržaju vlage stelja postaje lomljivija te su više koncentracije amonijaka u zraku, što sve vodi dišnim bolestima, smanjenom prirastu i lošijoj kvaliteti mesa, dok vlaga stelje niža od 20% može izazvati respiratorne probleme zbog veće količine prašine. Uz temperaturu i vlagu stelje, pH stelje jedan je od glavnih čimbenika za emisije amonijaka iz stelje (ELLIOT i COLLINS, 1982.). Kako raspravljaju ABREU i sur. (2011.), oslobađanje amonijaka iz stelje je neznatno kada je pH stelje niži od 7, a počinje se sve više oslobađati kako se vrijednosti pH približavaju 7, s opsežnim oslobađanjem kada je pH stelje 8 i viši.

ĐUKIĆ STOJČIĆ i sur. (2016.) istraživali su utjecaj veličine materijala za steljenje – slame (sjeckana i nesjeckana) na vlagu, pH i emisije amonijaka iz stelje, te pojavnost kontaktnog dermatitisa na jastučićima nogu pilića u tovu. Rezultati istraživanja pokazali su da je u pilića držanih na sjeckanoj slami kontaktni dermatitis na jastučićima nogu bio manje učestao i slabije jačine. Sadržaj vlage u stelji bio je manji kod nesjeckane slame tijekom četvrtog tjedna tova (istraživali su pokazatelje kvalitete stelje od 4. do 6. tjedna tova pilića), no prema kraju tova ta se razlika izgubila, dok se pH nije razlikovao između skupina tijekom zadnja tri tjedna tova pilića. GARCÊS i sur. (2013.) utvrdili su da ljuske kokosa kao stelja za piliće u tovu sadrže više, a pijesak manje vlage od drvenih strugotina, dok ostali istraživani materijali, rižine ljuske, trava, novinski papir i kukurozovina, nisu se značajno razlikovali u usporedbi s drvenim strugotinama u vlazi

stelje, i to 35. dan tova. Na početku tova (0. dan) vrijednosti pH bile su više u pijesku, stelji od trave i novinskog papira, a u stelji od kokosovih ljuski i kukurozovine niže, u odnosu na drvene strugotine, dok na kraju tova (35. dan) te razlike više nije bilo niti za jedan materijal.

Uspoređujući rižine ljuske, slamu i drvene strugotine kao stelju, GARCIA i sur. (2007.) ustanovili su manji pH stelje, a viši sadržaj vlage u svim istraživanim materijalima za steljenje ljeti, u usporedbi sa zimom. U ovom istraživanju vrijednosti vlage, kao i pH stelje u pravilu su se povećavale s tjednima tova, pri čemu se vlaga značajno razlikovala između razdoblja jedino u zadnjem tjednu tova, s nižom vrijednošću ljeti, dok se pH nije razlikovao unutar istih tjedana različitih proizvodnih ciklusa. Broj gljivica u stelji u pravilu se također povećavao s napredovanjem tova, no tijekom većine tjedana nisu utvrđene značajne razlike između razdoblja, kao niti razlike u prosječnim vrijednostima.

Broj gljivica u stelji kretao se od $3{,}10 \times 10^2$ CFU/g do $1{,}65 \times 10^5$ CFU/g u ljetnom razdoblju, te od $2{,}00 \times 10^2$ CFU/g do $1{,}58 \times 10^5$ CFU/g u zimskome, i bio je u suglasju s istraživanjima YARDIMCI i KENAR (2008.) i ARNÉ i sur. (2011.), kao i BACON i BURDICK (1977.) koji su utvrdili da se broj gljivica u stelji povećavao s vlagom i pH stelje. U ovom istraživanju nije utvrđena značajna povezanost između vlage stelje i broja gljivica u stelji, ali jest pozitivna značajna povezanost između pH i broja gljivica u stelji.

Prema rezultatima drugih istraživanja (BACON i BURDICK, 1977.; PINELLO i sur., 1977.; VIEGAS i sur., 2012.), gljivice iz roda *Penicillium, Cladosporium, Aspergillus* i *Scopulariopsis* jedne su od najčešće izdvojenih gljivica iz stelje. CHOLLOM i sur. (2013.) u svom su istraživanju iz stelje još izolirali *Trichophyton* sp. i *Mucor sp.* kao jedne od zastupljenijih gljivica. U ovom istraživanju iz stelje su izdvojeni *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., kvasci, *Mucor* sp., *Penicillium* sp. i *Rhizopus* sp., s time da je u stelji bilo najviše kvasaca i njihov broj nije se značajno razlikovao s obzirom na razdoblje godine. Tijekom ljetnog razdoblja godine u stelji je bilo značajno više *A. flavus*, a zimskoga *Penicillium* sp. i *Mucor* sp. VIEGAS i sur. (2012.) utvrdili su značajnu povezanost između gljivica u stelji i zraku. U ovom istraživanju to nije bio slučaj, već je broj gljivica u stelji u najvećoj mjeri ovisio o temperaturi i pH stelje, te temperaturi i brzini strujanja zraka u nastambi.

Broj gljivica u hrani u pravilu se povećavao s tjednima tova tijekom oba istraživana razdoblja godine, no bio je u prosjeku značajno niži tijekom zimskog razdoblja. U ljetnom razdoblju kretao se od $1{,}00 \times 10^3$ CFU/g do $1{,}72 \times 10^4$ CFU/g, a u zimskome od $1{,}00 \times 10^2$ CFU/g

do 4,57 × 10^4 CFU/g. Tijekom oba proizvodna ciklusa broj gljivica u hrani za piliće bio je u skladu s drugim vrijednostima u literaturi (MARKOVIĆ i sur., 2005; KRNJAJA i sur., 2008.; 2014.; MAGNOLI i sur., 1998.), iako u drugim istraživanjima broj gljivica nije uglavnom određivan u uzorcima hrane uzetih izravno iz hranilica, već iz skladišta na farmama ili tvornica hrane. Najučestalije gljivice u hrani bile su kvasci, u značajno većem broju tijekom ljetnog razdoblja. Ljeti je u hrani za piliće u značajno većoj mjeri utvrđen i *A. flavus*, a *Mucor* sp. i *Penicillium* sp. zimi. U drugim istraživanjima najčešće izdvojene gljivice iz hrane pripadale su rodovima *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium* (DALCERO i sur., 1998.; SALEEMI i sur., 2010.; RAHMAN i sur., 2015.), ali i *Rhizopus* i *Mucor* (KRNJAJA i sur., 2008.; CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA i sur., 2013.). AZARAKHSH i sur. (2011.) u svom su istraživanju utvrdili da je hrana za piliće najčešće bila onečišćena vrstama *A. flavus*, *A. niger* i *A. fumigatus*. U ovom istraživanju *A. fumigatus*, kao najpatogenija gljivica iz ovog roda, nije izdvojen iz hrane. Broj gljivica tijekom oba proizvodna ciklusa bio je značajno viši u zadnjem u usporedbi s ostalim tjednima tova, što se može dovesti u vezu s time da hrana za starije kategorije životinja sadrži više gljivica (MARKOVIĆ i sur., 2005.). Značajno niži broj gljivica utvrđen u hrani tijekom zimskog razdoblja mogao bi se dovesti u vezu s činjenicom da se hrana skladišti u silosima na farmama, pri čemu je preživljavanje gljivica bilo manje tijekom hladnijeg razdoblja. Između gljivica u hrani i drugih istraživanih pokazatelja uglavnom nisu utvrđene značajne povezanosti, što upućuje na zaključak da broj gljivica u hrani ponajprije ovisi o njezinoj početnoj kontaminaciji.

Broj gljivica u dušniku pilića kretao se od 50,00 CFU/obrisak do 4,01 × 10^3 CFU/obrisak tijekom toplog razdoblja, te od 0 CFU/obrisak do 1,71 × 10^4 CFU/obrisak tijekom hladnoga, a u jednjaku od 20,00 CFU/obrisak do 4,62 × 10^3 CFU/obrisak u toplome, te od 0 CFU/obrisak do 1,65 × 10^4 CFU/obrisak u hladnom razdoblju godine. Broj gljivica u dušniku i jednjaku bio je značajno niži tijekom zimskoga u usporedbi s ljetnim razdobljem. Zanimljiv nalaz istraživanja jest da se broj gljivica i u dušniku i jednjaku tijekom ljetnog razdoblja kontinuirano smanjivao, a tijekom zimskoga kontinuirano povećavao. S obzirom na to da je broj gljivica u hrani bio značajno niži upravo tijekom zime, te tijekom zadnjih tjedana tova, kao i broj gljivica u stelji, značajno negativno povezan s brojem gljivica u dušniku i jednjaku, takvi nalazi upućuju na to da su na njihov broj u pilića imali utjecaj drugi čimbenici. Iako je broj gljivica u zraku nastambe bio značajno niži u zimskom razdoblju, tijekom zadnja tri tjedna tova utvrđena je značajna pozitivna povezanost s njihovim brojem u dušniku i jednjaku. Dakle, unatoč manjem broju gljivica u zraku nastambe zimi,

u odnosu na ljeto, kontaminacija pilića bila je veća, što se može objasniti lošijim mikroklimatskim uvjetima u zimskom razdoblju, posebno višom relativnom vlagom zraka i povećanom koncentracijom štetnih plinova. Između broja gljivica u dušniku i jednjaku pilića utvrđena je pozitivna značajna povezanost tijekom gotovo svih tjedana tova.

Od gljivica izdvojenih iz dušnika i jednjaka pilića također su u najvećoj mjeri utvrđeni kvasci tijekom oba razdoblja, ali značajno više tijekom zime. Iz dušnika i jednjaka su tijekom hladnog razdoblja godine u značajno većoj mjeri izdvojene i gljivice iz rodova *Mucor* i *Penicillium*, a toploga *A. flavus* i *Cladosporium* sp. KWANASHIE i sur. (2013.a) analizirali su uzorke uzete iz dušnika peradi s obzirom na pojavnost *Aspergillus* sp. Pozitivna je bila gotovo polovica uzetih uzoraka (47,87%), sa sljedećom zastupljenošću vrsta: *A. fumigatus, A. flavus, A. niger, A. terreus, A. restrictus* i *A. ochraceous*.

U hladnom razdoblju godine, u usporedbi s toplim, broj gljivica bio je značajno niži u zraku nastambe i hrani, kao i vanjskom zraku, no značajno viši u pilića, a vjerojatno i ljudi koji rade u takvom okolišu. Stoga bi se moglo zaključiti da je zimsko razdoblje nepovoljnije za piliće i ljude koji borave u tim nastambama. Međutim, vrste iz roda *Aspergillus*, kao jedne od najpatogenijih gljivica, utvrđene su u značajno većem broju tijekom ljetnog razdoblja, što ukazuje na zaključak da i toplo razdoblje godine nosi određene rizike kada su u pitanju gljivične bolesti, i to ne samo s gledišta zdravlja životinja, veći i ljudi. Međutim, utvrđen broj *Aspergillus* sp. bio je manji nego u drugim istraživanjima. Također, u drugim je istraživanjima *A. fumigatus* bio jedna od najčešće izdvojenih gljivica, kako iz okoliša peradi tako i nje same (KAPETANOV i sur., 2011.; KWANASHIE i sur., 2013.a; CAFARCHIA i sur., 2014.), dok to u ovom istraživanju nije bio slučaj.

S obzirom na to da je vlaga zraka u ovom istraživanju imala jedan od najvažnijih utjecaja na pojavnost gljivica u tovu pilića, a njezine vrijednosti bile su značajno više u zimskom razdoblju godine, kao posljedica isključivo vlažnog zimskog zraka, rezultati istraživanja upućuju i na zaključak da područje uzgoja peradi ima vrlo bitnu ulogu u pojavnosti gljivica u njezinu okolišu, ali posljedično i nje same.

7. ZAKLJUČCI

Iz rezultata ovog istraživanja, utjecaja toplog i hladnog razdoblja godine na pojavnost gljivica tijekom tova pilića, sukladno postavljenom cilju može se zaključiti sljedeće:

1. Razdoblje godine imalo je utjecaj na relativnu vlagu zraka u nastambi za tov pilića, koncentraciju plinovitih zračnih onečišćenja, amonijaka i ugljikova dioksida, te bakterija, temeljen na značajno višim prosječnim vrijednostima ovih pokazatelja tijekom proizvodnog ciklusa u zimskom razdoblju, te na koncentraciju gljivica u zraku nastambe, čije su prosječne vrijednosti bile značajno niže u zimskom razdoblju, u usporedbi s ljetom.

2. Razdoblje godine nije utjecalo na temperaturu i brzinu strujanja zraka u nastambi, niti na koncentraciju prašine.

3. Relativna vlaga zraka jedan je od najvažnijih čimbenika koji je utjecao na broj gljivica u zraku nastambe. Kako je na vrijednosti relativne vlage zraka u nastambi tijekom zimskog razdoblja ponajviše utjecala vlaga vanjskog, vlažnijeg zraka, može se zaključiti i da područje uzgoja peradi ima utjecaj na pojavnost gljivica.

4. Razdoblje godine imalo je utjecaj na temperaturu stelje, s obzirom na značajno više prosječne vrijednosti utvrđene u ljetnom razdoblju, ali ne i na vlagu, pH i broj gljivica u stelji.

5. Razdoblje godine imalo je utjecaj na broj gljivica u hrani za piliće, na što upućuju značajno više prosječne vrijednosti u ljetnom razdoblju, no taj bi se broj mogao ponajprije pripisati već prisutnoj kontaminaciji hrane gljivicama.

6. Razdoblje godine imalo je utjecaj na pojavnost gljivica u jednjaku i dušniku pilića, što se može zaključiti iz značajno viših prosječnih koncentracija tijekom zimskog razdoblja.

7. Razdoblje godine nije imalo utjecaj na aktivnost pilića.

8. Razdoblje godine imalo je utjecaj na sastav mikoflore. Kvasci su bili najučestalije gljivice i tijekom toplog i hladnog razdoblja godine, iako u prosjeku značajno više zastupljeni u okolišu pilića ljeti, a u samih pilića zimi. Od plijesni u ljetnom razdoblju godine prevladavali su *Aspergillus* sp. i *Cladosporium* sp., a u zimskome *Penicillium* sp. i *Mucor* sp. To su ujedno bili i najzastupljeniji rodovi plijesni utvrđeni u istraživanju.

9. Broj gljivica u dušniku i jednjaku pilića kontinuirano se povećavao u zimskom razdoblju godine, a u ljetnome smanjivao, što se dovelo u vezu s lošijim mikroklimatskim uvjetima u nastambi utvrđenima tijekom hladnog razdoblja.

10. Gljivice se tijekom hladnog razdoblja manje pojavljuju u okolišu tovnih pilića, no više u njih samih. S obzirom na to da su vrste iz roda *Aspergillus,* kao jedne od najpatogenijih gljivica, utvrđene u značajno većem broju tijekom ljeta, rezultati istraživanja također upućuju na zaključak da je i toplo razdoblje godine upitno glede pojavnosti gljivičnih bolesti, iako su mikroklimatski uvjeti i kvaliteta zraka, izuzev koncentracije gljivica, u prosjeku bili lošiji zimi.

11. Može se zaključiti i da toplo i hladno razdoblje godine imaju svoje prednosti i nedostatke s obzirom na pojavnost gljivica u tovu pilića.

8. POPIS LITERATURE

ABREU, V. M. N., P. G. ABREU, F. R. F. JAENISCH, A. COLDEBELLA, D. P. PAIVA (2011): Effect of floor type (dirt or concrete) on litter quality, house environmental conditions, and performance of broilers. Rev. Bras. Cienc. Avic. 13, 127-137.

AENGWANICH, W., S. SIMARAKS (2004): Pathology of heart, lung, liver and kidney in broilers under chronic heat stress. Songklanakarin J. Sci. Technol. 26, 417-424.

AJOUDANIFAR, H., M. T. HEDAYATI, S. MAYAHI, A. KHOSRAVI, B. MOUSAVI (2011): Volumetric assessment of airborne indoor and outdoor fungi at poultry and cattle houses in the Mazandaran Province, Iran. Arh. Hig. Rada Toksikol. 62, 243-248.

ALIYU, R. M, M. B ABUBAKAR, Y. YAKUBU, A. B. KASARAWA, N. LAWAL, M. B. BELLO, A. Y. FARDAMI (2016): Prevalence of potential toxigenic *Aspergillus* species isolated from poultry feeds in Sokoto metropolis. Sokoto J. Vet. Sci. 14, 39-44.

ALMEIDA, M. A. C. (1986): Fatores que afetam a umidade da "cama". Avicultura Industrial 76, 16-18.

ANONIMNO (2000): The welfare of chickens kept for meat production (broilers). Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare (SCAHAW). [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scah_out39_en.pdf, (20.11.2017.)]

ANONIMNO (2008): Pravilnik o određivanju minimalnih pravila za zaštitu pilića koji se uzgajaju za proizvodnju mesa. Narodne novine, broj 79/08.

ANONIMNO (2014): Ross broiler management handbook. [http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf, (12.12.2017.)]

ANONIMNO (2016): Pravilnik o sigurnosti hrane za životinje. Narodne novine, broj 102/16.

APPLEBY, M. C., J. A. MENCH, B. O. HUGHES (2004): Poultry behaviour and welfare. CABI Publishing, Wallingford.

ARNÉ, P., S. THIERRY, D. WANG, M. DEVILLE, G. LE LOC'H, A. DESOUTTER, F. FÉMÉNIA, A. NIEGUITSILA, W. HUANG, R. CHERMETTE, J. GUILLOT (2011): *Aspergillus fumigatus* in poultry. Int. J. Microbiol., Volume 2011, Article ID 746356, p 14.

ASAJ, A. (1974): Zoohigijena u praksi. Školska knjiga, Zagreb.

AVDALOVIC, V., M. VUCINIC, R. RESANOVIC, J. AVDALOVIC, D. MASLIC-STRIZAK, M. VUCICEVIC (2017): Effect of pelleted and chopped wheat straw on the footpad dermatitis in broilers. Pakistan J. Zool. 49, 1639-1646.

AZARAKHSH, Y., A. SABOKBAR, M. BAYAT (2011): Incidence of the most common toxicogenic *Aspergillus* species in broiler feeds in the in Kermanshah Province, West of Iran. Glob. Vet. 6, 73-77.

BACON, C. W., D. BURDICK (1977): Growth of fungi in broiler houses. Poult. Sci. 56, 653-661.

BEERNAERT, L. A., F. PASMANS, L. VAN WAEYENBERGHE, F. HAESEBROUCK, A. MARTEL (2010): *Aspergillus* infections in birds: a review. Avian Pathol. 39, 325-331.

BEKER, A., S. L. VANHOOSER, J. H. SWARTZLANDER, R. G. TEETER (2004): Atmospheric ammonia concentration effects on broiler growth and performance. J. Appl. Poult. Res. 13, 5-9.

BENABDELJELIL, K., A. AYACHI (1996): Evaluation of alternative litter materials for poultry. J. Appl. Poult. Res. 5, 203-209.

BENITO, L. M. (1991): La problemática de las camas húmedas en las granjas de broilers. Selecciones Avícolas 33, 437-452.

BESSEI, W. (2006): Welfare of broilers: a review. World's Poult. Sci. J. 62, 455-466.

BIĐIN, Z. (2008): Bolesti peradi. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

BILGILI, S. F., G. I. MONTENEGRO, J. B. HESS, M. K. ECKMAN (1999): Sand as litter for rearing broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 8, 345-351.

BILGILI, S. F., J. B. HESS, J. P. BLAKE, K. S. MACKLIN, B. SAENMAHAYAK, J. L. SIBLEY (2009): Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 18, 583-589.

BOBETIĆ, B. (2013): Svjetski i EU trendovi u peradarskoj proizvodnji u razdoblju od 2012. do 2020. godine. Stočarstvo 67, 147-150.

BOBETIĆ, B. (2015): Globalna konkurentnost peradarske proizvodnje u Europskoj uniji te stanje i trendovi proizvodnje i tržišta Republike Hrvatske u drugoj godini članstva u Europskoj uniji. Zbornik radova XI. simpozija „Peradarski dani 2015. s međunarodnim sudjelovanjem", 13.-16. svibnja, Šibenik, Hrvatska, str. 15-18.

BRÓDKA, K., A. KOZAJDA, A. BUCZYŃSKA, I. SZADKOWSKA-STAŃCZYK (2012): The variability of bacterial aerosol in poultry houses depending on selected factors. Int. J. Occup. Med. Environ. Health 25, 281-293.

CAFARCHIA, C., A. CAMARDA, R. IATTA, P. DANESI, V. FAVUZZI, G. DI PAOLA, N. PUGLIESE, A. CAROLI, M. T. MONTAGNA, D. OTRANTO (2014): Environmental contamination by *Aspergillus* spp. in laying hen farms and associated health risks for farm workers. J. Med. Microbiol. 63, 464-470.

CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, R., K. STUPER-SZABLEWSKA, T. SZABLEWSKI (2013): Microflora and mycotoxin contamination in poultry feed mixtures from western Poland. Ann. Agric. Environ. Med. 20, 30-35.

CHOLLOM, S. C., G. O. AGADA, D. A. TYEM, M. U. IDU, V. TIMOTHY, D. I. CHUKWU, A. J. OKWORI (2013): Potential public health hazard of the mycoflora of poultry litter in some selected poultry farms in Jos, Nigeria. AJST. 4, 64-66.

CHOŁOCIŃSKA, A., S. WĘŻYK, E. HERBUT, K. CYWA-BENKO (1997): Effect of a broiler watering system on the hygienic quality of litter. Proceedings of the 9th International Congress in Animal Hygiene, 17-21 August, Helsinki, Finland, pp. 301-304.

COLLINS, M., B. ALGERS (1986): Effects of stable dust on farm animals – a review. Vet. Res. Commun. 10, 415-428.

DALCERO, A., C. MAGNOLI, M. LUNA, G. ANCASI, M. M. REYNOSO, S. CHIACCHIERA, R. MIAZZO, G. PALACIO (1998): Mycoflora and naturally occurring mycotoxins in poultry feeds in Argentina. Mycopathologia 141, 37-43.

DAVID, B., R. O. MOE, V. MICHEL, V. LUND, C. MEJDELL (2015): Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare. Part I – Dust. Animals (Basel) 5, 495-511.

DEBEY, M. C., D. W. TRAMPEL, J. L. RICHARD, D. S. BUNDY, L. J. HOFFMAN, V. M. MEYER, D. F. COX (1995): Effect of environmental variables in turkey confinement houses on airborne *Aspergillus* and mycoflora composition. Poult. Sci. 74, 463-471.

DE JONG, I. C., H. GUNNINK, J. VAN HARN (2014): Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 23, 51-58.

DHAMA, K., S. CHAKRABORTY, A. K. VERMA, R. TIWARI, R. BARATHIDASAN, A. KUMAR, S. D. SINGH (2013): Fungal/mycotic diseases of poultry-diagnosis, treatment and control: a review. Pak. J. Biol. Sci. 16, 1626-1640.

DHANASEKARAN, D., A. PANNEERSELVAM, N. THAJUDDIN (2009): Evaluation of aflatoxicosis in hens fed with commercial poultry feed. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 33, 385-391.

DUAN, H., T. CHAI, X. ZHANG, R. MA (2007): Microbiological aerosols in poultry houses and its ambience. Proceedings of the 13th International Congress on Animal Hygiene, 17-21 June, Tartu, Estonia, pp. 526-532.

DUNLOP, M. W., A. F. MOSS, P. J. GROVES, S. J. WILKINSON, R. M. STUETZ, P. H. SELLE (2016): The multidimensional causal factors of 'wet litter' in chicken-meat production. Sci. Total Environ. 562, 766-776.

ĐUKIĆ STOJČIĆ, M., S. BJEDOV, D. ŽIKIĆ, L. PERIĆ, N. MILOŠEVIĆ (2016): Effect of straw size and microbial amendment of litter on certain litter quality parameters, ammonia emission, and footpad dermatitis in broilers. Arch. Anim. Breed. 59, 131-137.

EDUARD, W. (1997): Exposure to non-infectious microorganism and endotoxins in agriculture. Ann. Agric. Environ. Med. 4, 179-186.

ELLEN, H. H., R. W. BOTTCHER, E. VON WACHENFELT, H. TAKAI (2000): Dust levels and control methods in poultry houses. J. Agric. Saf. Health 6, 275-282.

ELLIOT, H. A., N. E. COLLINS (1982): Factors affecting ammonia release in broiler houses. T. ASAE 25, 413-424.

FULLERINGER, S. L., D. SEGUIN, S. WARIN, A. BEZILLE, C. DESTERQUE, P. ARNÉ, R. CHERMETTE, S. BRETAGNE, J. GUILLOT (2006): Evolution of the environmental

contamination by thermophilic fungi in a turkey confinement house in France. Poult. Sci. 85, 1875-1880.

GARCÊS, A., S. M. S. AFONSO, A. CHILUNDO, C. T. S. JAIROCE (2013): Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. J. Appl. Poult. Res. 22, 168-176.

GARCIA, M. C., C. LEON, P. PÉREZ, M. M. DELGADO (2007): Characteristics of broiler litter using different types of materials (straw, wood shavings and rice hulls). A Castilla y Leon (Spain) case study. Proceedings of the International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture, 16-19 September, Broomfield, Colorado. 701P0907cd.(doi:10.13031/2013.23910)

GIRMA, G., M. ABEBAW, M. ZEMENE, Y. MAMUYE, G. GETANEH (2016): A review on Aspergillosis in poultry. J. Vet. Sci. Technol. 7, 1-5.

GLATZ, P., B. RODDA (2013): Turkey farming: welfare and husbandry issues. Afr. J. Agric. Res. 8, 6149-6163.

GRASHORN, M., G. KLOSTERMANN (2002): Mast- und Schlachtlaeistung von broilerherkünften für die Exstensivmast. Arch. Geflügelk 66, 173-181.

GRIMES, J. L., J. SMITH, C. M. WILLIAMS (2002): Some alternative litter materials used for growing broilers and turkeys. World's Poult. Sci. J. 58, 515-526.

GROOT KOERKAMP, P. W. G., J. H. M. METZ, G. H. UENK, V. R. PHILLIPS, M. R. HOLDEN, R. W. SNEATH, J. L. SHORT, R. P. P. WHITE, J. HARTUNG, J. SEEDORF, M.SCHRÖDER, K. H. LINKERT, S. PEDERSEN, H. TAKAI, J. O. JOHNSEN, C. M. WATHES (1998): Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. J. Agric. Engng. Res. 70, 79-95.

HABIB, M. A., P. ABDU, C. N. KWANASHIE, J. KABIR, A. NEGEDU (2015): Isolation and identification of *Aspergillus* species from poultry feeds in Kaduna State, Nigeria. Microbiol. Res. Int. 3, 27-32.

HARTUNG, J. (1992): Emissions of airborne substances from stalls of domestic animals. Pneumologie 46, 196-202.

HARTUNG, J., V. R. PHILLIPS (1994): Control of gaseous emmisions from livestock buildings and manure stores. J. Agric. Engng. Res. 57, 173-189.

HAVRANEK, J., V. RUPIĆ (2003): Mlijeko: od farme do mljekare. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.

JAND, S. K., P. KAUR, N. S. SHARMA (2005): Mycoses and mycotoxicosis in poultry: a review. Ind. J. Anim. Sci. 75, 465-476.

KAPETANOV, M. C., D. V. POTKONJAK, D. S. MILANOV, I. M. STOJANOV, M. M. ŽIVKOV BALOŠ, B. Z. PRUNIĆ (2011): Investigation of dissemination of aspergillosis in poultry and possible control measures. Proc. Nat. Sci., Matica Srpska Novi Sad, № 120, 269-278.

KHOSRAVINIA, H., M. H. GHARONI, M. DARVISHNIA (2009): Litter mycology and the impacts of litter type and preslaughter feed withdrawal on crop bacterial community in broiler chicken. Afr. J. Microbiol. Res. 3, 844-850.

KIM, J. D. (2003): Keratinolytic activity of five *Aspergillus* species isolated from poultry farming soil in Korea. Mycobiology 31, 157-161.

KIRYCHUK, S. P., J. A. DOSMAN, S. J. REYNOLDS, P. WILLSON, A. SENTHILSELVAN, J. J. FEDDES, H. L. CLASSEN, W. GUENTER (2006): Total dust and endotoxin in poultry operations: comparison between cage and floor housing and respiratory effects in workers. J. Occup. Environ. Med. 48, 741-748.

KNÍŽATOVÁ, M., Š. MIHINA, J. BROUČEK, I. KARANDUŠOVSKÁ, G. J. SAUTER, J. MAČUHOVÁ (2010a): Effect of the age and season of fattening period on carbon dioxide emissions from broiler housing. Czech. J. Anim. Sci. 55, 436-444.

KNÍŽATOVÁ, M., Š. MIHINA, J. BROUČEK, I. KARANDUŠOVSKÁ, G. J. SAUTER, J. MAČUHOVÁ (2010b): The influence of litter age, litter temperature and ventilation rate on ammonia emissions from a broiler rearing facility. Czech. J. Anim. Sci. 55, 337-345.

KRALIK, G., I. KRALIK, Z. KRALIK, Z. JANJEČIĆ (2012): Peradarstvo Republike Hrvatske – stanje i perspektive. Krmiva 54, 47-58.

KRALIK, G., Z. JANJEČIĆ, Z. KRALIK, Z. ŠKRTIĆ (2013): Stanje u peradarstvu i trendovi njegova razvoja. Poljoprivreda 19, 49-58.

KRALIK, G., Z. ŠKRTIĆ, M. GALONJA, S. IVANKOVIĆ (2001): Meso pilića u prehrani ljudi za zdravlje. Poljoprivreda 7, 32-36.

KRISTENSEN, H. H., C. M. WATHES (2000): Ammonia and poultry welfare: a review. World's Poult. Sci. J. 56, 235-245.

KRNJAJA, V., LJ. STOJANOVIĆ, R. CMILJANIĆ, S. TRENKOVSKI, D. TOMAŠEVIĆ (2008): The presence of potentially toxigenic fungi in poultry feed. Biotechnol. Anim. Husb. 24, 87-93.

KRNJAJA, V., Z. PAVLOVSKI, M. LUKIĆ, Z. ŠKRBIĆ, LJ. STOJANOVIĆ, Z. BIJELIĆ, V. MANDIĆ (2014): Fungal contamination and natural occurrence of ochratoxin A (OTA) in poultry feed. Biotechnol. Anim. Husb. 30, 481-488.

KWANASHIE, C. N., H. M. KAZEEM, P. A. ABDU, J. U. UMOH (2013a): Distribution of *Aspergillus* species among apparently healthy birds in poultry farms in Kaduna State, Nigeria. Sci. J. Microbiol. 2, 61-64.

KWANASHIE, C. N., H. M. KAZEEM, P. A. ABDU, J. U. UMOH (2013b): Fungal contamination of some poultry houses in Kaduna State, Nigeria. J. Adv. Vet. Res. 3, 98-101.

KWANASHIE, C. N., P. A. ABDU, J. U. UMOH, H. M. KAZEEM (2012): Retrospective study of Aspergillosis and other fungi in poultry (1980-2008). Int. J. Livest. Res. 2, 84-88.

LONC, E., K. PLEWA (2010): Microbiological air contamination in poultry houses. Pol. J. Environ. Stud. 19, 15-19.

MAGDALAINE, P., M. P. SPIESS, E. VALCESCHINI (2008): Poultry meat consumption trends in Europe. World´s Poult. Sci. J. 64, 53-64.

MAGNOLI, C., A. M. DALCERO, S. M. CHIACCHIERA, R. MIAZZO, M. A. SAENZ (1998): Enumeration and identification of *Aspergillus* group and *Penicillium* species in poultry feeds from Argentina. Mycopathologia 142, 27-32.

MARKOVIĆ, R. V., N. D. JOVANOVIĆ, D. S. ŠEFER, Z. J. SINOVEC (2005): Mould and mycotoxin contamination of pig and poultry feed. Proc. Nat. Sci., Matica Srpska Novi Sad, № 109, 89-95.

MATKOVIĆ, K., LJ. PRESTER, T. ORCT, J. MACAN, V. M. VARNAI, D. MARUŠIĆ, M. OSTOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, M. VUČEMILO (2017): The seasonal influence on airborne dust and endotoxin concentrations in a laying hen house. Vet. arhiv 87, 597-605.

MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, B. VINKOVIĆ (2009a): Airborne fungi in dwellings for dairy cows and laying hens. Arh. Hig. Rada Toksikol. 60, 395-399.

MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, B. VINKOVIĆ (2009b): Utjecaj mikroklime na koncentraciju prašine i mikroorganizama u zraku peradnjaka za nesilice konzumnih jaja. Stočarstvo 63, 57-63.

MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, B. VINKOVIĆ (2012): Dust and endotoxin in laying hen dwellings. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 36, 189-195.

MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, I. ŠTOKOVIĆ, R. ŠIMIĆ, D. MARUŠIĆ, B. VINKOVIĆ, S. MATKOVIĆ (2013a): Concentrations of airborne bacteria and fungi in a livestock building with caged laying hens. Vet. arhiv 83, 413-424.

MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, S. MATKOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, M. OSTOVIĆ (2013b): Utjecaj mjera biosigurnosti na ponašanje i dobrobit tovnih pilića. Krmiva 55, 115-121.

MATKOVIĆ, K., Ž. PAVIČIĆ, N. POLJIČAK MILAS, S. MATKOVIĆ, M. OSTOVIĆ (2015): Endotoksini u zraku peradnjaka. Zbornik radova Znanstveno-stručnog skupa s međunarodnim sudjelovanjem „Veterinarski dani 2015.“, 20.-23. listopada, Opatija, Hrvatska, str. 107-112.

MAY, J. D., B. D. LOTT (2000): The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. Poult. Sci. 79, 669-671.

MELUZZI, A., C. FABBRI, E. FOLEGATTI, F. SIRRI (2008): Effect of less intensive rearing conditions on litter characteristics, growth performance, carcase injuries and meat quality of broilers. Br. Poult. Sci. 49, 509-515.

MOREIRA, F. A., L. CARDOSO, A. C. COELHO (2015): Assessment of *Aspergillus* spp. in a modern broiler breeder structure. Avian Biol. Res. 8, 35-40.

MUSA, I. W., G. ALIYU, A. ISMAIL (2014): Aspergillosis in broilers: reports of three cases from a commercial and two broiler breeder farms in Zaria, Nigeria. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 3, 932-938.

NEMANIĆ, J., Ž. BERIĆ (1995): Peradarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.

O'BRIEN, K. M., M. S. CHIMENTI, M. FARNELL, T. TABLER, T. BAIR, J. L. BRAY, M. W. NONNENMANN (2016): High throughput genomic sequencing of bioaerosols in broiler chicken production facilities. Microb. Biotechnol. 9, 782-791.

OKIKI, P. A., A. O. OGBIMI (2010/2011): Micro-fungi and mycotoxins in poultry dust. Estud. Biol. 32/33, 81-86.

OSTOVIĆ, M., I. PUČKO, Ž. PAVIČIĆ (2015): Praćenje ambijentalnih uvjeta u svinjogojskoj proizvodnji – pripustilište. Vet. stn. 46, 439-445.

OSTOVIĆ, M., I. RAVIĆ, M. KOVAČIĆ, S. ŽUŽUL, K. MATKOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, A. EKERT KABALIN, S. MENČIK, D. HORVATEK TOMIĆ (2017a): Pojavnost gljivica na izloženim površinama u nastambi za tov pilića. Zbornik radova XII. simpozija „Peradarski dani 2017. s međunarodnim sudjelovanjem", 10.-13. svibnja, Šibenik, Hrvatska, str. 122-126.

OSTOVIĆ, M., S. MENČIK, I. RAVIĆ, S. ŽUŽUL, Ž. PAVIČIĆ, K. MATKOVIĆ, B. ANTUNOVIĆ, D. HORVATEK TOMIĆ, A. EKERT KABALIN (2017b): Relation between microclimate and air quality in the extensively reared turkey house. Mac. Vet. Rev. 40, 83-90.

OSTOVIĆ, M., Ž. PAVIČIĆ, A. TOFANT, T. BALENOVIĆ, A. EKERT KABALIN, S. MENČIK (2009): Dobrobit purana u intenzivnoj proizvodnji. Stočarstvo 63, 49-55.

PATTRON, D. D. (2006): *Aspergillus*, health implication & recommendations for public health food safety. Internet J. Food Safety 8, 19-23.

PINELLO, C. B., J. L. RICHARD, L. H. TIFFANY (1977): Mycoflora of a turkey confinement brooder house. Poult. Sci. 56, 1920-1926.

PLEWA, K., E. LONC (2011): Seasonal biodiversity of pathogenic fungi in farming air area. Case Study. Wiad. Parazytol. 57, 117-122.

POPESCU, S., C. BORDA, E. DIUGAN (2013): Microbiological air contamination in different types of housing systems for laying hens. ProEnvironment 6, 549-555.

RADON, K., B. DANUSER, M. IVERSEN, E. MONSO, C. WEBER, J. HARTUNG, K. DONHAM, U. PALMGREN, D. NOWAK (2002): Air contaminants in different European farming environments. Ann. Agric. Environ. Med. 9, 41-48.

RAHMAN, M. M., M. S. ISLAM, M. Z. ALAM, M. ASHRAFUZZAMAN (2015): An investigation into the microbial infestation of poultry feeds. J. Bangladesh Agric. Univ. 13, 79-86.

RAMADAN, S. G. A., H. D. H MAHBOUB, M. A. HELAL, K. M. GAAFAR (2013): Behaviour, welfare and performance of broiler chicks reared on different litter materials. Assiut Vet. Med. J. 59, 9-18.

RAMADAN, S. G. A., S. Z. EL-KHLOYA (2017): Do alternative litter materials affect performance, welfare and immune response of broiler chicks? AJVS. 52, 133-141.

SAJID, M. A., I. A. KHAN, U. RAUF (2006): *Aspergillus fumigatus* in commercial poultry flocks, a serious threat to poultry industry in Pakistan. J. Anim. Plant Sci. 16, 79-81.

SALEEMI, M. K., M. Z. KHAN, A. KHAN, I. JAVED (2010): Mycoflora of poultry feeds and mycotoxins producing potential of *Aspergillus* species. Pak. J. Bot. 42, 427-434.

SALEM, L. M. A., A. F. ALI (2014): Epidemiological study of *Aspergillosis* in chickens and human contacts in chicken farms at Kalyoubia Governorate. IOSR-JAVS. 7, 20-24.

SCHULZ, J., J. HARTUNG, J. SEEDORF, L. C. FORMOSA (2004): Staphylococci as an indicator for bacterial emissions from a broiler house. Proceedings of the In-between Congress of the International Society for Animal Hygiene (ISAH), 11-13 October, Saint Malo, France, pp. 75-77.

SEEDORF, J. (2004): An emission inventory of livestock-related bioaerosols for Lower Saxony, Germany. Atmos. Environ. 38, 6565-6581.

SEEDORF, J., J. HARTUNG (2000): Emission of airborne particulates from animal production. Workshop 4 on sustainable animal production, Hannover, Germany.

SEEDORF, J., J. HARTUNG, M. SCHRÖDER, K. H. LINKERT, V. R. PHILLIPS, M. R. HOLDEN, R. W. SNEATH, J. L. SHORT, R. P. WHITE, S. PEDERSEN, H. TAKAI, J. O. JOHNSEN, J. H. M. METZ, P. W. G. GROOT KOERKAMP, G. H. UENK, C. M. WATHES (1998): Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in northern Europe. J. Agric. Engng. Res. 70, 97-109.

SENČIĆ, Đ., Z. ANTUNOVIĆ, M. ŠPERANDA (2004): Ekološka važnost stelje u peradarskoj proizvodnji. Stočarstvo 58, 71-78.

SHANE, S. M. (2005): Handbook on poultry diseases. 2nd edition. American Soybean Association, St. Louis.

SHEPHERD, E. M., B. D. FAIRCHILD (2010): Footpad dermatitis in poultry. Poult. Sci. 89, 2043-2051.

SHIELDS, S. J., J. P. GARNER, J. A. MENCH (2005): Effect of sand and wood-shavings bedding on the behavior of broiler chickens. Poult. Sci. 84, 1816-1824.

SKÓRA, J., K. MATUSIAK, P. WOJEWÓDZKI, A. NOWAK, M. SULYOK, A. LIGOCKA, M. OKRASA, J. HERMANN, B. GUTAROWSKA (2016): Evaluation of microbiological and chemical contaminants in poultry farms. Int. J. Environ. Res. Public Health 13, 192.

SOKOLOVIĆ, M., B. ŠIMPRAGA, F. KRSTULOVIĆ, M. BERENDIKA (2015): Značaj patogenih plijesni u peradarstvu. Zbornik radova XI. simpozija „Peradarski dani 2015. s međunarodnim sudjelovanjem“, 13.-16. svibnja, Šibenik, Hrvatska, str. 32-38.

SOLIMAN, E. S., M. A. A. SOBEIH, Z. H. AHMAD, M. M. HUSSEIN, H. ABDEL-LATIFF, A. A. MONEIM (2009): Seasonal epidemiological surveillance on bacterial and fungal pathogens in broiler farms in Egypt. Int. J. Poult. Sci. 8, 720-727.

SOWIAK, M., K. BRÓDKA, A. KOZAJDA, A. BUCZYŃSKA, I. SZADKOWSKA-STAŃCZYK (2012): Fungal aerosol in the process of poultry breeding – quantitative and qualitative analysis. Med. Pr. 63, 1-10.

SPINDLER, B., J. HARTUNG (2009): Assessment of litter quality in broiler houses. Proceedings of the 14th Congress of the International Society for Animal Hygiene (ISAH), 19-23 July, Vechta, Germany, pp. 489-492.

SULTANA, S., S. M. H. RASHID, M. N. ISLAM, M. H. ALI, M. M. ISLAM, M. G. AZAM (2015): Pathological investigation of avian Aspergillosis in commercial broiler chicken at Chittagong district. Int. J. Innov. Appl. Stud. 10, 366-376.

SUPIĆ, B., N. MILOŠEVIĆ, T. ČOBIĆ (2000): Živinarstvo. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.

SWAYNE, D. E., J. R. GLISSON, L. R. McDOUGALD, L. K. NOLAN, D. L. SUAREZ, V. L. NAIR, Eds. (2013): Diseases of poultry. 13th edition. Wiley-Blackwell, A John Wiley & Sons, Inc., Ames.

ŠKRBIĆ, Z., Z. PAVLOVSKI, M. LUKIĆ, V. PETRIČEVIĆ, M. ĐUKIĆ-STOJČIĆ, D. ŽIKIĆ (2011): The effect of stocking density on individual broiler welfare parameters 2. Different broiler stocking densities. Biotechnol. Anim. Husb. 27, 17-24.

TAIRA, K., T. NAGAI, T. OBI, K. TAKASE (2014): Effect of litter moisture on the development of footpad dermatitis in broiler chickens. J. Vet. Med. Sci. 76, 583-586.

TAKAI, H., S. PEDERSEN, J. O. JOHNSEN, J. H. M. METZ, P. W. G. GROOT KOERKAMP, G. H. UENK, V. R. PHILLIPS, M. R. HOLDEN, R. W. SNEATH, J. L. SHORT, R. P. WHITE, J. HARTUNG, J. SEEDORF, M. SCHRÖDER, K. H. LINKERT, C. M. WATHES (1998): Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. J. Agric. Engng. Res. 70, 59-77.

TANG, J. W. (2009): The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious agents. J. R. Soc. Interface. 6, S737-S746.

TERČIČ, D., M. ŽOLGER, M. PESTOTNIK (2015): Effect of different litter materials on foot pad dermatitis, hock burn and feather coverage in broiler chickens. Acta Agric. Slov. 106, 97-101.

TERZICH, M., C. QUARLES, M. A. GOODWIN, J. BROWN (1998): Effect of poultry litter treatment® (PLT®) on death due to ascites in broilers. Avian Dis. 42, 385-387.

VAN HARN, J., A. J. A. AARNINK, J. MOSQUERA, J. W. VAN RIEL, N. W. M. OGINK (2012): Effect of bedding material on dust and ammonia emission from broiler houses. T. ASABE 55, 219-226.

VAN VEEN, L., R. M. DWARS, T. H. FABRI (1999): Mycotic spondylitis in broilers caused by *Aspergillus fumigatus* resulting in partial anterior and posterior paralysis. Avian Pathol. 28, 487-490.

VERCELLINO, R. DO A., D. J. DE MOURA, I. DE A. NÄÄS, A. P. DE A. MAIA, B. B. L. MEDEIROS, D. D. A. SALGADO, T. R. M. DE CARVALHO (2013): The influence of side-curtain color on broiler chick behavior. Rev. Bras. Cienc. Avic. 15, 173-179.

VIEGAS, C., C. VERÍSSIMO, L. ROSADO, C. SILVA SANTOS (2010): Poultry fungal contamination as a public health problem. Environmental Toxicology III. Wit. Trans. Ecol. Environ. 132, 45-53.

VIEGAS, C., E. CAROLINO, J. MALTA-VACAS, R. SABINO, S. VIEGAS, C. VERÍSSIMO (2012): Fungal contamination of poultry litter: a public health problem. J. Toxicol. Environ. Health A 75, 1341-1350.

VUČEMILO, M. (2008): Higijena i bioekologija u peradarstvu. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

VUČEMILO, M., A. TOFANT (2009): Praktikum – Okoliš i higijena držanja životinja. Naklada Slap, Jastrebarsko.

VUČEMILO, M., B. VINKOVIĆ, K. MATKOVIĆ (2006): Smještaj i dobrobit životinja na farmama, te uvjeti kojima moraju udovoljavati farme u svjetlu novog Pravilnika. Krmiva 48, 43-47.

VUČEMILO, M., B. VINKOVIĆ, K. MATKOVIĆ, R. BREZAK (2007a): Kvaliteta zraka i dobrobit peradi. Stočarstvo 61, 267-275.

VUČEMILO, M., K. MATKOVIĆ, B. VINKOVIĆ, S. JAKŠIĆ, K. GRANIĆ, N. MAS (2007b): The effect of animal age on air pollutant concentration in a broiler house. Czech J. Anim. Sci. 52, 170-174.

VUČEMILO M., K. MATKOVIĆ, B. VINKOVIĆ, J. MACAN, V. M. VARNAI, LJ. PRESTER, K. GRANIĆ, T. ORCT (2008): Effect of microclimate on the airborne dust and endotoxin concentration in a broiler house. Czech J. Anim. Sci. 53, 83-89.

WANG, Y., G. LU, X. ZHANG, R. MA, T. CHAI (2007): Biodiversity and concentration of airborne fungi in chicken house. Proceedings of the 13th International Congress on Animal Hygiene, 17-21 June, Tartu, Estonia, pp. 564-570.

WATHES, C. M., M. R. HOLDEN, R. W. SNEATH, R. P. WHITE, V. R. PHILLIPS (1997): Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. Br. Poult. Sci. 38, 14-28.

WEAVER, W. D., Jr., R. MEIJERHOF (1991): The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. Poult. Sci. 70, 746-755.

WEEKS, C. A., T. D. DANBURY, H. C. DAVIES, P. HUNT, S. C. KESTIN (2000): The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. Appl. Anim. Behav. Sci. 67, 111-125.

WÓJCIK, A., Ł. CHORĄŻY, T. MITUNIEWICZ, D. WITKOWSKA, K. IWAŃCZUK-CZERNIK, J. SOWIŃSKA (2010): Microbial air contamination in poultry houses in the summer and winter. Pol. J. Environ. Stud. 19, 1045-1050.

YARDIMCI, M., B. KENAR (2008): Effect of stocking density on litter microbial load in broiler chickens. Arch. Zootech. 11, 75-81.

ZHAO, Y., A. J. A. AARNINK, M. C. M. DE JONG, P. W. G. GROOT KOERKAMP (2014): Airborne microorganisms from livestock production systems and their relation to dust. Crit. Rev. Env. Sci. Tec. 44, 1071-1128.

ZUCKER, B. A, S. TROJAN, W. MÜLLER (2000): Airborne gram-negative bacterial flora in animal houses. J. Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health 47, 37-46.

ŽUŽUL, S., M. OSTOVIĆ, K. MATKOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, J. TRŠAN, M. MIKULIĆ, I. RAVIĆ (2017): Uloga duboke stelje u tovu pilića i svinja. Meso 19, 223-228.

[http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL – Livestock Primary, (10.05.2018.)].

[https://kckzz.hr/wp-content/uploads/2016/09/Osnovna-analiza-1.pdf – Županijska razvojna strategija Koprivničko-križevačke županije 2014-2020. Analiza stanja. Nacrt potvrđen od radne grupe 20.06.2014. i Partnerskog vijeća 29.06.2015., (16.02.2017.)].

[https://www.dzs.hr/ – Državni zavod za statistiku, (10.05.2018.)].

9. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH PUBLIKACIJA

Ivica Ravić rođen je 4. prosinca 1975. godine u Širokom Brijegu. U rodnom mjestu završio je osnovnu, a srednju veterinarsku školu u Splitu i Kaštelima. Diplomirao je na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2002. godine. Tijekom studija bio je član Senata Zagrebačkog sveučilišta u dva mandata, te je dobio veći broj studentskih nagrada i priznanja, uključujući Dekanovu i dvije Rektorove nagrade. Pokrenuo je veći broj aktivnosti vezanih za studentski život i standard, kao predsjednik studenata Veterinarskog fakulteta i član Međunarodne organizacije studenata veterine. Jedan je od pokretača ponovnog izlaženja studentskih časopisa i glasila. Usavršavao se kroz praktični rad te seminare, kongrese i stručne posjete većem broju zemalja. Nakon završenog studija i odsluženja vojne obveze u Križevcima, vraća se u rodni Široki Brijeg, gdje započinje s radom u Veterinarskoj stanici, a zatim u Veterinarskom zavodu u Mostaru u kojem i danas radi. Godine 2011. upisao je poslijediplomski doktorski studij Veterinarske znanosti na matičnom fakultetu. Iste godine izabran je za asistenta na predmetu Anatomija i fiziologija domaćih životinja na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru. Član je većeg broja organizacija u Bosni i Hercegovini i inozemstvu. Organizator je nekoliko međunarodnih znanstveno-stručnih skupova, pokrenuo je zanimanje i uključivanje većeg broja institucija u procese zaštite prirodne baštine. Utemeljio je Centar za očuvanje genoma izvornih pasmina domaćih životinja i obrazovanje Buhovo – Široki Brijeg. Do sada je kao (su)autor objavio ukupno osam znanstvenih i stručnih radova, odnosno sažetaka. Suautor je i sveučilišnog udžbenika „Bosanskohercegovačke autohtone pasmine domaćih životinja“ objavljenoga 2014. godine.

RAVIĆ, I., M. ĆURKOVIĆ, V. BATINIĆ, S. IVANKOVIĆ (2007): Programi zaštite Buše u Bosni i Hercegovini. Zbornik radova Konferencije o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine, 13.-16. studenog, Šibenik, Hrvatska, str. 229-230.

BRKA, M., A. HODŽIĆ, N. REINSCH, E. ZEČEVIĆ, A. DOKSO, R. DJEDOVIĆ, D. RUKAVINA, L. KAPUR, M. VEGARA, M. ŠABANOVIĆ, **I. RAVIĆ** (2010): Polymorphism of the kappa-casein gene in two Bosnian autochthonous cattle breeds. Arch. Tierzucht 53, 277-282.

ROGIĆ, B., B. VAŽIĆ, S. JOVANOVIĆ, M. STAMENKOVIĆ-RADAK, M. SAVIĆ, **I. RAVIĆ** (2011): Ispitivanja varijabilnosti morfometrijskih karakteristika buše i gatačkog goveda u cilju očuvanja autohtonog genoma. Vet. glasnik 65, 61-69.

ROGIĆ, B., B. VAŽIĆ, S. JOVANOVIĆ, N. SAVIĆ, **I. RAVIĆ** (2011): Značajniji tjelesni indeksi buše i gatačkog govečeta. Agroznanje 12, 197-202.

ADILOVIĆ, S., M. ANDRIJANIĆ, E. ADILOVIĆ, **I. RAVIĆ** (2014): Bosanskohercegovačke autohtone pasmine domaćih životinja. 2. dopunjeno izdanje. Veterinarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.

OSTOVIĆ, M., **I. RAVIĆ**, M. KOVAČIĆ, S. ŽUŽUL, K. MATKOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, A. EKERT KABALIN, S. MENČIK, D. HORVATEK TOMIĆ (2017): Pojavnost gljivica na izloženim površinama u nastambi za tov pilića. Zbornik radova XII. simpozija „Peradarski dani 2017. s međunarodnim sudjelovanjem“, 13.-16. svibnja, Šibenik, Hrvatska, str. 122-126.

OSTOVIĆ, M., S. MENČIK, **I. RAVIĆ**, S. ŽUŽUL, Ž. PAVIČIĆ, K. MATKOVIĆ, B. ANTUNOVIĆ, D. HORVATEK TOMIĆ, A. EKERT KABALIN (2017): Relation between microclimate and air quality in the extensively reared turkey house. Mac. Vet. Rev. 40, 83-90.

ŽUŽUL, S., M. OSTOVIĆ, K. MATKOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, J. TRŠAN, M. MIKULIĆ, **I. RAVIĆ** (2017): Uloga duboke stelje u tovu pilića i svinja. Meso 19, 223-228.

MURATOVIĆ, S., E. DŽOMBA, **I. RAVIĆ**, E. ZEČEVIĆ, S. IVANKOVIĆ, S. ČENGIĆ-DŽOMBA, A. DOKSO, DŽ. HADZIĆ (2018): Stanje i problemi unapređenja ovčarstva BiH. Zbornik sažetaka 25. međunarodnog savjetovanja „Krmiva 2018.“, 6.-8. lipnja, Opatija, Hrvatska, str. 17.