

MICROBIOLOGICAL PURITY OF AIR AND WALL TILES IN THE CLOSED PART OF MARKET

MIKROBIOLOŠKA ČISTOĆA ZRAKA I ZIDNIH PLOČICA U ZATVORENOM DIJELU TRŽNICE

MARCETIC, Helena; SKRABAL, Svjetlana; ERGOVIC RAVANCIC, Maja; OBRADOVIC, Valentina & MRKONJIC, Hrvoje

Abstract: *The object of this work was to determine the microbiological purity of air, wall tiles and air conditioner in the closed part of the market. The research was performed in the rooms for the sale of milk and milk products and meat and meat products of various manufacturers. Samples were tested for aerobic mesophilic bacteria, yeasts, molds, while swabs were tested also for Enterobacteriaceae. The analyzes were performed 3 times (initial condition, after treatment with disinfectant, one week after treatment). Results have shown that the hygiene conditions at the market were satisfactory, except for air conditioner.*

Key words: *microbiological analysis, air, market*

Sažetak: *Cilj ovog rada bio je ispitati mikrobiološku čistoću zraka, zidnih pločica i klima uređaja u zatvorenom dijelu tržnice. Istraživanje je provedeno u prostorima za prodaju mlijeka i mliječnih proizvoda i mesa i mesnih proizvoda raznih proizvođača. Uzorci su ispitivani na aerobne mezofilne bakterije i na kvasce i plijesni, a brisevi još na Enterobacteriaceae. Analize su provedene 3 puta (početno stanje, nakon tretiranja dezinfekcijskim sredstvom, tjedan dana nakon tretiranja). Rezultati su pokazali da su higijenski uvjeti na tržnici zadovoljavajući, osim klima uređaja.*

Ključne riječi: *mikrobiološka analiza, zrak, tržnica*



Authors' data: Helena Marčetić, dipl. ing., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, hmarcetic@vup.hr; Svjetlana Škrabal, dr.sc., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, sskrabal@vup.hr; Maja Ergović Ravančić, dr.sc., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, mergovic@vup.hr; Valentina Obradović, dr.sc., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, vobradovic@vup.hr; Hrvoje Mrkonjić, Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega.

1. Uvod

Zrak je, pored vode i tla, najvažniji fiziološko – ekološki čimbenik koji uvjetuje život na Zemlji. No, kao i svaki drugi kutak našeg okoliša, on je nastanjen s različitim mikroorganizmima, koji mogu utjecati na zdravlje ljudi.

Osim utjecaja na ljude, onečišćen zrak može biti izvor kontaminacije i uzrokovati brojne probleme u prehrambenoj industriji. U proizvodnji prehrambenih proizvoda svi procesi moraju biti strogo kontrolirani kako bi se dobio zdravstveno ispravan krajnji produkt. Stoga je potrebno kontrolirati broj mikroorganizama prisutnih u zraku [1].

Brojnost mikroorganizama u zatvorenim prostorima ovisi o nizu faktora. Vrlo bitni faktori su čišćenje prostorija, odnosno uredno provođenje higijenskih mjera.

Kako bi se odredila mikrobiološka kakvoća zraka, od velike je važnosti koja će se metoda uzorkovanja odabrati, te koja će se vrsta aparata koristiti. Za uzorkovanje su pogodni automatski uzorkivači zraka, a samo uzorkovanje provoditi na kritičnim mjestima u prostoru gdje se očekuju odstupanja.

2. Kvaliteta zraka u zatvorenim prostorima

Zrak predstavlja onaj životni medij s kojim čovjek, preko velike površine svojih pluća, ima najintenzivniji kontakt. Čist, suh zrak je smjesa plinova, najviše dušika, kisika, argona i ugljik-dioksida. Suh zrak je higroskopan i može primiti određenu količinu vlage. Maksimalna količina vlage koju zrak može primiti ovisi o njegovoj temperaturi – topao zrak može primiti više vlage nego hladan.

U smjesu vanjskog zraka ulaze i drugi sastojci, kao što su onečišćivači, čiji sadržaj ovisi o lokaciji, vremenu i godišnjem dobu. Iako je nemoguće odvojiti vanjski i unutrašnji zrak, zrak u zatvorenim prostorijama može biti znatno zagađeniji od vanjskog. Kvaliteta zraka u zatvorenim prostorima značajno utječe na zdravlje i kvalitetu života ljudi kao i na radni učinak. Ono što je posebno za zagađenje zraka je i to da se onečišćujuće komponente lako transportiraju na širokom teritoriju te brzo izmiču kontroli i mogućnosti intervencije [2].

Zrak u zatvorenim sustavima mora odgovarati normalnim fiziološkim potrebama ljudi i može se promatrati na dva načina:

- kao tvar koju čovjek udiše - takav zrak treba imati dovoljno kisika i biti kemijski i mehanički nezagađen,

- kao sredina koja čovjeka okružuje - takav zrak prvenstveno mora omogućiti nesmetanu termičku regulaciju organizma [1].

Zagađivače unutarnje atmosfere prema izvoru dijelimo u četiri skupine:

1. koji se oslobađaju iz namještaja i građevinskog materijala (hlapivi organski spojevi, azbest, formaldehid, radon, različite čestice)
2. koji su rezultat aktivnosti ljudi koji borave u prostorijama (duhanski dim, pesticidi, bakterije, plijesni, grinje)
3. koji ulaze u unutarnju atmosferu iz vanjskog okoliša (ugljikov monoksid, dušikovi oksidi, čestice i dr.)

4. proizvodi izgaranja (ugljičkov monoksid, dušikovi oksidi, čestice) [3].

2.1. *Kemijski i biološki zagađivači*

Otvorena ložišta, kamini, peći na drva i ugljen, plinske peći, dim cigarete, prerađeni drveni predmeti, fotokopirni uređaji te uporaba proizvoda kao što su insekticidi, sredstva za čišćenje i dezinfekciju, kozmetika i boje glavni su izvor kemijskih aerosola i plinova u zatvorenom prostoru.

Među kemijskim zagađivačima važnu ulogu imaju plinovi ugljičkov monoksid, ugljičkov dioksid, plinovi dušika, formaldehid, hlapljivi organski spojevi, azbest i druga mineralna vlakna, radon i dr. [1].

Bakterije, plijesan, virusi, strugotine životinjske dlake, slina, grinje i polen tipični su biološki onečišćivači koji se mogu razviti i razmnožavati u odvodima, ovlaživačima zraka, klima uređajima, ventilacijskim kanalima, vlažnim zidovima i stropovima, tepisima, namještaju i posteljini ili ih stvaraju kućni ljubimci. Spomenuti uzročnici onečišćenja često su „okidači“ alergijskih reakcija. Zdravstveni učinci koje izazivaju su podražaj nosa, podražaj oka, grla, slabost, groznica, probavni problemi, astma, prehlade i ostale zarazne bolesti [3].

2.2. *Lebdeće čestice u zraku*

Veličina lebdećih čestica varira od malih molekula manjih od 0,001 μm , do polena i spora čija je veličina između 2 i 50 μm pa sve do velikih i vidljivih čestica prašine veličine 1 000 μm , a mogu lebdjeti zrakom čak do 16 sati, dok se ne istalože na površinama.

Lebdeće čestice mogu biti različitog oblika: duguljaste, nitaste, sfernog i nepravilnog oblika. Čestice suspendirane u određenoj masi zraka nisu iste ni po veličini ni po obliku, a nisu ni istog kemijskog sastava.

Temeljem promjera čestice dijelimo na: grube čestice, fine čestice, ultrafine (nano) čestice.

Tipovi lebdećih čestica raspršenih u zraku: prašina (kućna prašina), dimovi, crni dim, vodena prašina i magla [4].

3. Nadzor higijenskog statusa zraka

Parametar mikrobiološkog statusa zraka je važan pogotovo ako zrak direktno utječe na kvalitetu proizvoda (na primjer: otvorene linije proizvoda, kao što su meso, mlijeko, sir...). Precizna informacija o mikrobiološkom statusu zraka omogućava sprječavanje neželjenih posljedica provođenjem korektivnih mjera.

Načini uzorkovanja zraka:

1. Pasivno uzorkovanje zraka - izlaganje mikrobiološke ploče, inkubacija u inkubatoru na propisanoj temperaturi i vremenu te brojenje kolonija uz prethodnu procjenu volumena.
2. Aktivno uzorkovanje zraka - potreban uzorkivač kako bi kroz ploču s hranjivim medijem prošao točno definirani volumen zraka. Nakon inkubacije ploče, brojenje kolonija i izračunavanje broja cfu/m³.

Kriteriji za mikrobiološki status zraka propisani su samo za farmaceutsku industriju, dok za prehrambenu industriju za sada postoje preporuke „*opinion leadera*“ i vlastita iskustva proizvođača.

Mezofilne bakterije su bakterije koje rastu u temperaturnom rasponu od 20 - 45°C, uz prisutnost kisika. Većini ovih bakterija optimalna temperatura za rast i razvoj jest 37 °C (čovjekova tjelesna temperatura), što znači da skupini aerobnih mezofilnih bakterija pripada većina patogenih bakterija. Povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija u zraku indikator je lošije mikrobiološke kakvoće zraka.

U skupinu gljiva (u narodu još poznate i kao "gljivice") spadaju kvasci i plijesni. Kvasci su jednostanične gljive koje se koriste u proizvodnji pića i hrane no često su uzročnici kvarenja, stoga je njihova prisutnost u zraku indikator mikrobiološke kakvoće zraka [5].

4. Eksperimentalni dio

Zadatak ovog rada je bio ispitati mikrobiološku čistoću zidnih pločica i zraka u zatvorenom prostoru tržnice. Provesti mjerenja trenutnog stanja, nakon dvosatnog tretiranja dezinfekcijskim sredstvom i tjedan dana nakon tretiranja. Mikrobiološku kvalitetu zraka odrediti preko broja aerobnih mezofilnih bakterija, kvasaca i plijesni, a kvalitetu površina preko broja aerobnih mezofilnih bakterija i *Enterobacteriaceae*.

Istraživanje je provedeno u zatvorenom dijelu tržnice, gdje se nalaze prostori za prodaju mlijeka i mliječnih proizvoda, mesa i mesnih preradevina od različitih proizvođača. Uzimani su uzorci briseva zidnih pločica u dvadeset poslovnih prostora i na ispuhu klima uređaja. Uzorci su analizirani na aerobne mezofilne bakterije, *Enterobacteriaceae* i na kvasce i plijesni.

Uzorci zraka (šest uzoraka) uzimani su u hladnjači i skladištu te su analizirani na aerobne mezofilne bakterije i kvasce i plijesni.

Za uzorkovanje zraka korišten je uzorkivač zraka MAS 100 - Merck® Air Sampler [6].

Uzorkivač, u koji se prethodno stavi mikrobiološka podloga postavi se u prostor koji želimo uzorkovati i ostavi određeno vrijeme koje je potrebno da se usiše potrebni volumen zraka kontroliranom brzinom usisa (slika 1).

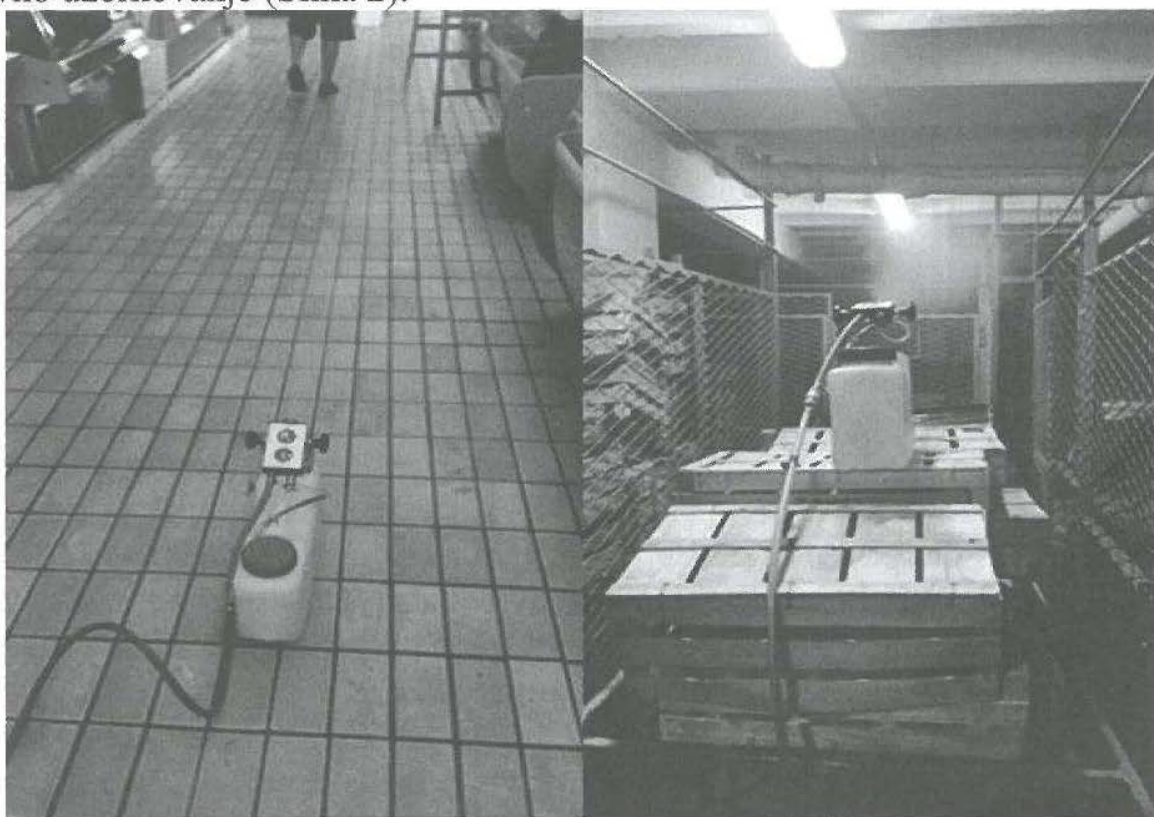


Slika 1. Postavljanje Petrijeve zdjelice s podlogom u uzorkivač [vlastiti izvor]
 Nakon toga mikrobiološke podloge se laboratorijski obrađuju (inkubiraju) na odgovarajućoj temperaturi i nakon inkubacije se broje porasle kolonije. Zrak je uzorkovan u Petrijeve ploče s hranjivim podlogama za određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija i kvasce i plijesni.

Nakon toga mikrobiološke podloge se laboratorijski obrađuju (inkubiraju) na odgovarajućoj temperaturi i nakon inkubacije se broje porasle kolonije. Rezultati mjerenja se izražavaju kao kao cfu/m³ zraka.

Uzorkivač zraka ima otvoreni sustav u koji se umeću Petrijeve zdjelice Ø 90 mm za ekspoziciju česticama > 1 µm, te može uzorkovati od 1 – 1000 litara zraka uz kompenzaciju turbulencije zraka [6].

Na početku istraživanja određeno je „nulto stanje“, a nakon njega izvršeno je tretiranje zraka s dezinfekcijskim sredstvom „Akacidom“ u trajanju od dva sata, te ponovno uzorkovanje (Slika 2).



Slika 2. Tretiranje poslovnih prostora i skladišta „Akacidom“ [vlastiti izvor]

Sredstvo za tretiranje pod trgovačkim nazivom „Akacid“ se raspršuje tehnologijom koja pomoću zamagljivanja uklanja gljivice, bakterije i neke vrste virusa [4].

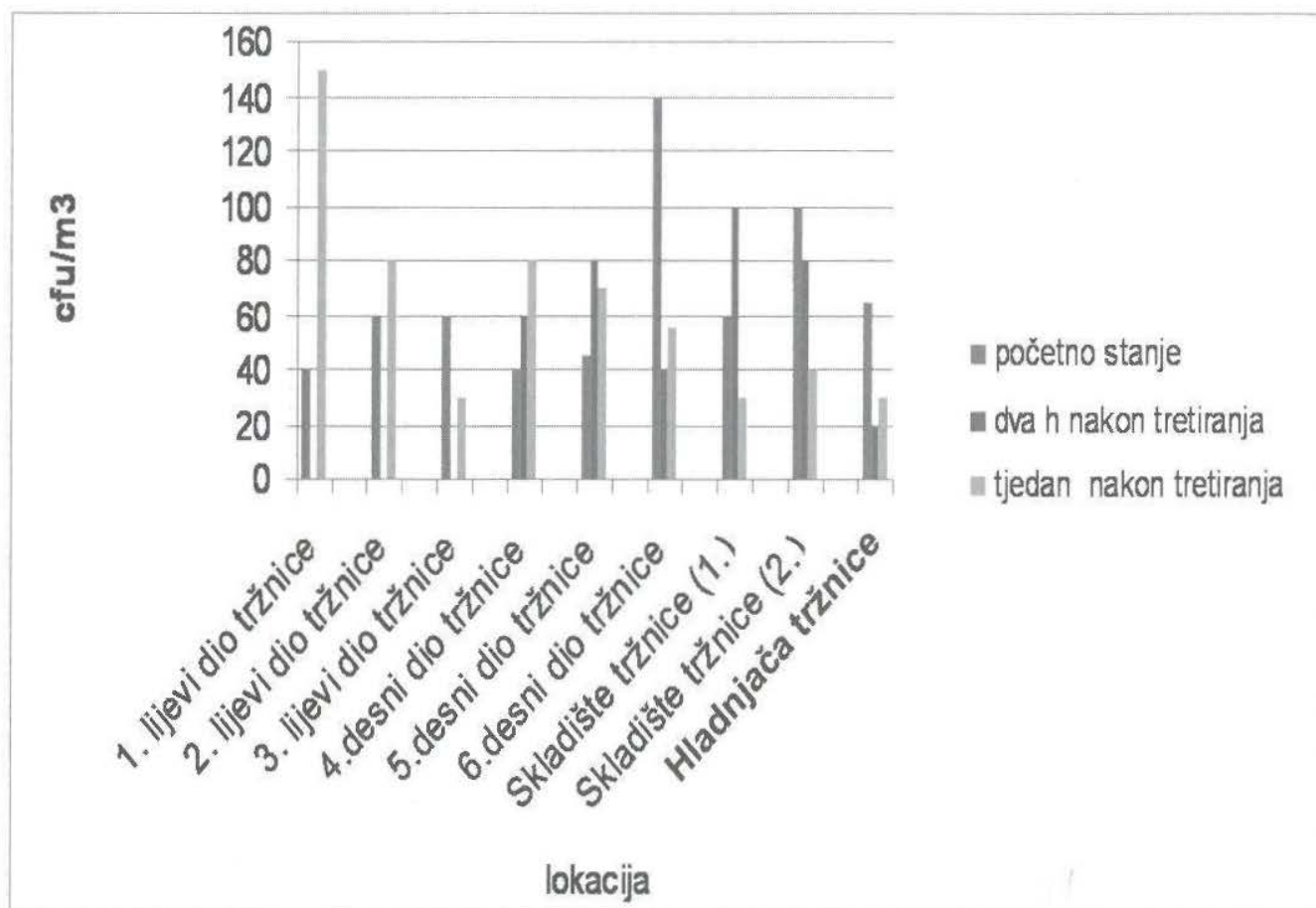
Prema OECD standardima (Organization for Economic Cooperation and Development) sredstvo je potpuno bezopasno za ljude i životinje, a primjenjuje se kao suha magla preko specijalno dizajniranih high-tech uređaja za zamagljivanje, čime sterilizira sve površine i 99,9 % zraka u zatvorenom prostoru. Zaštitni sloj sprječava onečišćenje površina čak i u slučajevima visokog broja klica [2].

Završno istraživanje provedeno je tjedan dana nakon tretiranja u svim poslovnim prostorima kao i pri početnom uzorkovanju kako bi se utvrdila dinamika kontaminacije prostora.

Pri izradi rada korištene su slijedeće selektivne mikrobiološke podloge [7]:

1. YGC agar (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol agar FIL-IDF) - Merck, za izolaciju kvasaca i plijesni
2. Plate Count Agar (Casein-peptone Dextrose Yeast agar) - Merck, za rast aerobnih mezofilnih bakterija
3. VRBD (Violet Red Bile Dextrose agar acc. to MOSSEL) - Merck, za izolaciju *Enterobacteriaceae*.

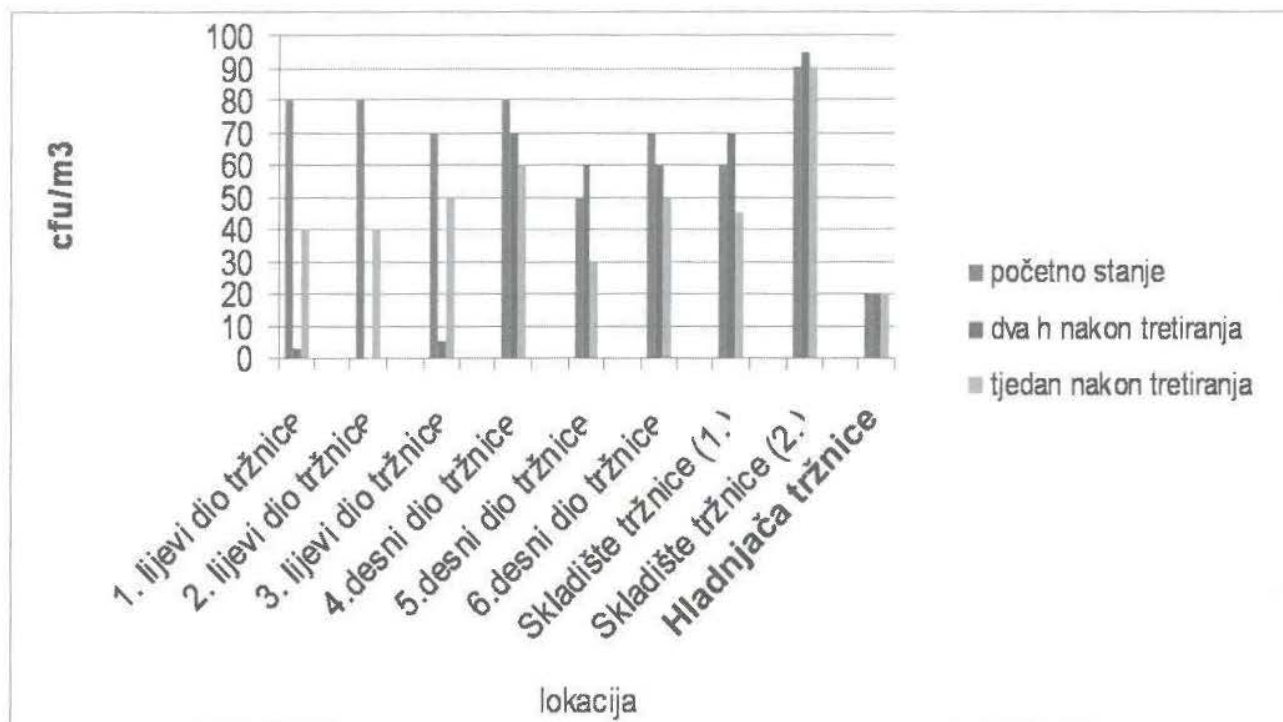
5. Rezultati i rasprava



Slika 3. Broj aerobnih mezofilnih bakterija (cfu/m^3) u uzorcima zraka zatvorenog dijela tržnice

Analize uzoraka zraka u zatvorenom dijelu tržnice pokazuju da su u 1. lijevom dijelu i 4. desnom dijelu najniže vrijednosti za aerobne mezofilne bakterije, dok su za kvasce i plijeni najniže izmjerene vrijednosti u prostoru hladnjače.

Nakon dvosatnog tretiranja vrijednosti za aerobne mezofilne bakterije se drastično smanjuju i to na lijevom dijelu, dok na desnom neznatno (Slika 3).



Slika 4. Broj kvasaca i plijesni (cfu/m^3) u uzorcima zraka zatvorenog dijela tržnice

Rezultati za kvasce i plijesni također su smanjeni u lijevom dijelu tržnice i u hladnjači, dok u desnom dijelu tržnice nije došlo do znatnijeg smanjenja broja kvasaca i plijesni (Slika 4).

Tjedan dana nakon tretiranja rezultati mikrobioloških analiza zraka su u lijevom dijelu veći nego prije tjedan dana, dok u desnom dijelu nije došlo do znatnijeg pogoršanja u odnosu na rezultate prije tjedan dana.

U prostoru hladnjače nešto malo je povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija (30 cfu/m^3 u odnosu na tjedan dana ranije kada je izmjereno 20 cfu/m^3), dok se broj kvasaca i plijesni konstantno zadržao na 20 cfu/m^3 (Slika 3 i 4).

U tablici 1 prikazani su rezultati briseva zidnih pločica u poslovnim prostorima, početno stanje, rezultati nakon dvosatnog tretiranja s „Akacidom“ i rezultati tjedan dana nakon tretiranja.

Uočava se da je početno stanje uzoraka briseva zidnih pločica u svim poslovnim prostorima jako dobro, osim uzorka brisa ispuha klima uređaja, gdje je izmjeren povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija (400 cfu/cm^2 , a dozvoljena vrijednost je 10 cfu/cm^2), kao i *Enterobacteriaceae* (4 cfu/cm^2 u odnosu na dozvoljenih 1 cfu/cm^2). Prema rezultatima uzorka brisa ispuha klima uređaja dokazuje se uspješnost tretiranja zraka jer se broj aerobnih mezofilnih bakterija i *Enterobacteriaceae* smanjio ($<1 \text{ cfu/cm}^2$). U ostalim uzorcima nije bilo značajnije promjene u rezultatima.

Rezultati briseva zidnih pločica u poslovnim prostorima zatvorenog dijela tržnice, pa i na ispuhu klima uređaja i tjedan dana nakon tretiranja ne pokazuju porast broja bakterija, kako aerobnih mezofilnih, tako i *Enterobacteriaceae*.

Poslovni prostor	Rezultat					
	Početno stanje (cfu/cm ²)		Nakon dvosatnog tretiranja (cfu/cm ²)		Tjedan dana nakon tretiranja cfu/cm ²)	
	Aerobne mezofilne bakterije	<i>Enterobacteriaceae</i>	Aerobne mezofilne bakterije	<i>Enterobacteriaceae</i>	Aerobne mezofilne bakterije	<i>Enterobacteriaceae</i>
1.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
3.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
4.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
5.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
6.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
7.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
8.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
9.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
10.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
11.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
12.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
13.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
14.	<1	<1	2	<1	<1	<1
15.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
16.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
17.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
18.	<1	<1	4	<1	<1	<1
19.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
20.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ispuh klima uređaja	400	4	<1	<1	<1	<1

Tablica 1. Rezultati briseva zidnih pločica u poslovnim prostorima zatvorenog dijela tržnice: početno stanje, nakon dvosatnog tretiranja i tjedan dana nakon tretiranja (dopuštena vrijednost: za aerobne mezofilne bakterije 10, a za *Enterobacteriaceae* 1 cfu/cm²)

6. Zaključak

Ispitivanje mikrobiološke kvalitete zraka u zatvorenom prostoru tržnice je dobar indikator učinkovitosti higijenskog održavanja ventilacijskog sustava i dobar indikator postupka tretiranja prostora dezinfekcijskim sredstvom te vanjskog onečišćenja.

Dobiveni rezultati zatvorenog dijela tržnice nalaze se u okviru zadanih standarda čime je potvrđen siguran promet proizvodima u pojedinim poslovnim prostorima, a time i kvaliteta proizvoda, te da su postignuti kvalitetni, visoko higijenski proizvodni uvjeti.

Daljnjom procjenom dinamike razvoja aerobnih mezofilnih bakterija i kvasaca i plijesni u zraku zatvorenog dijela tržnice ukazuje na postojanje potrebe za postupcima prevencije u vidu redovitog higijenskog održavanja prostora i redovitom tretiranju dezinfekcijskim sredstvom, jer je uočeno da postoje "džepovi" unutar klimatizacijskog sustava koji generiraju pojavu povišenih vrijednosti bakterija i kvasaca odnosno plijesni. Potrebno je dalje istražiti povećanje koncentracije dezinfekcijskog sredstva ili dulje vremensko izlaganje u svrhu postizanja boljih rezultata.

Od iznimne je važnosti i daljnja edukacija korisnika prostora, te pravilno upravljanje i održavanje istoga.

7. Literatura

- [1] http://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/Zrak.pdf [2018-04-10.]
- [2] Kratzer, C. et al., (2006). Validation of AKACID Plus as a Room Disinfectant in the Hospital Setting, *Applied and environmental microbiology*, Vol. 72, No. 6, (3826–3831), American society for microbiology, Washington, USA.
- [3] Mihoković, V. (2012). Utjecaj klima uređaja na mikrobiološku kakvoću zraka. U: *Zdrava klimatizacija –uspješan turizam*, Blažević B. ed., (241-246), Fintrade & tours, Rijeka
- [4] Zollinger, M.; Krebs, W. & Brandl, H., (2005). *Bioaerosol formation during grape stemming and crushing*, *Science of the Total Environment*, (253-259)
- [5] Brandl, H.; Bachofen, R. & Bischoff M., (2005). Generation of bioaerosols during manual mail unpacking and sorting, *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 99, No. 5, (1099–1107), Zurich, Switzerland.
- [6] Meier, R.; Zingre, H., (2000). Qualification of air sampler systems, Swiss Pharma, MAS-100, (1-2)
- [7] Merck Microbiology Manual 12th Edition, (2007). Merck KGaA, Darmstadt