

MIKROBIOLOŠKE LASTNOSTI TOALETNIH PAPIRJEV

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISATION OF TOILET PAPERS

Matej ŠUŠTARŠIČ¹

IZVLEČEK

Toaletni papirji so najbolj prodajani higienski papirji in kot takšni namenjeni za uporabo v domovih in zunaj njih. Kratka sušilna skupina pri proizvodnji tissue papirja, uporaba primarne ali sekundarne vlaknine botruje različni mikrobiološki kontaminaciji končnih izdelkov. V raziskavo smo zajeli 9 vzorcev toaletnega papirja, proizvedenega tako iz sekundarne kot tudi primarne vlaknine, ki smo jim določili zastopanost mikroorganizmov na in v izdelku. Rezultati kažejo heterogenost med izdelki tako v mikrobioloških lastnostih kot tudi v površinski prašnosti. V enem od analiziranih vzorcev smo v vzorcu potrdili prisotnost koliformnih bakterij, *Escherichia coli*, in višjo koncentracijo sporogenih bakterij, aerobnih mezofilnih bakterij in plesni na površini izdelka. V analiziranih vzorcih nismo potrdili prisotnosti kvasovk, medtem ko smo v treh vzorcih potrdili prisotnost plesni in v osmih sporogene bakterije. Vzorce smo analizirali tudi na površinsko prašnost, kar ocenjujemo, da je pomemben podatek pri prenosu bakterij. Rezultati raziskave so pokazali veliko heterogenost znotraj izdelkov, proizvedenih iz sekundarne surovine, prav tako pa je bilo ugotovljeno, da izdelkov ne moremo preprosto razdeliti na podlagi uporabljane surovine. Slednje lahko, ob pomanjkljivi zakonodaji, privede do tega, da se na tržišču znajdejo izdelki, ki niso primerni za higienske namene.

Gljučne besede: toaletni papir, tissue papir, higienski papirji, mikrobiološki dejavniki higienskih papirjev

ABSTRACT

*Hygienic papers are intended for use at home and elsewhere. In the field of hygienic papers, toilet papers are, because of their wide range of usage, the top sellers. The short drying section in the production process, and the usage of primary or secondary fibers are factors which can lead to a different microbiological contamination of the final products. Our research focuses on the determination of microorganisms in and on the surface of nine toilet papers produced from both secondary and primary fibers. The results indicate the heterogeneity of the microbiological and dustiness properties of the toilet papers analysed. We confirmed the presence of coliform bacteria, *Escherichia coli*, and a higher concentration of the spore-forming bacteria in one of the analysed samples. In the same sample, the high concentration of aerobic mesophilic bacteria and mold were also confirmed on the surface of the product. Yeast were not confirmed in any of the nine samples, mold was confirmed in three products, and spore-forming bacteria was confirmed in eight analysed samples. All the samples were also tested for surface dusting, which is, in our opinion, an important parameter in the transmission of the bacteria. The results of our research show a large heterogeneity within the products produced from secondary raw materials, and indicate that toilet papers cannot be easily divided on the basis of the raw materials used. Due to inadequate legislation in the field of hygienic paper, products unsuitable for hygienic purposes can reach the market.*

Keywords: toilet paper, tissue paper, hygiene papers, microbial factors of hygiene papers

1 UVOD

Tissue papirji so specialni papirji, namenjeni osebni uporabi, uporabi v domovih ali uporabi v medicinske namene [1]. Najpogosteje uporabljeni tissue papirji so eno- ali večslojni toaletni papirji z gramaturo od 15 do 60 g/m² [2]. Lahko so proizvedeni iz 100 % primarnih, 100 % recikliranih vlaken ali njune kombinacije [1, 2, 8].

Mikrobiološka kontaminacija toaletnega papirja je lahko posledica kontaminacije surovin, neustrezno vodenih snovnih tokov ali neprimerne skladiščenja proizvedenega papirja [5, 7]. Mikroorganizmi lahko v papirnico vstopijo na različnih točkah in so prisotni kot stalna ali prehodna

mikrobiološka združba. Najpogosteje vstopijo v papirnico preko vhodnih surovin, dodatkov ali tehnološke vode [6, 10]. Znano je, da je sekundarna vlaknina (reciklirana vlakna) mikrobiološko bolj kontaminirana od primarne vlaknine (čista celulozna vlakna) [4, 5, 6]. Z zapiranjem krogotokov, dvigom temperature in organskih ter anorganskih snovi v krogotokih v papirnicah nastajajo pogoji, ki omogočajo uspešno razmnoževanje mikroorganizmov in nastanek oblog [4, 6, 7, 10]. Slednje sili papirnice k uporabi različnih protimikrobnih sredstev za obvladovanje mikrobioloških dejavnikov procesa [6, 7]. Zanimivo je, da so v oblogah papirnega stroja lahko prisotne tudi bakterije *E. coli*, ki lahko zaidejo tudi

v končni izdelek. *E. coli* je bakterija, ki je prisotna v intestinalnem delu flore toplokrvnih živali [8].

Visoka temperatura, dolga sušilna skupina in posledično daljši kontaktni čas papirja s sušilno skupino na papirnem ali kartonskem stroju povzroči propad večine vegetativnih oblik mikroorganizmov. Odpornejše plesni, sporogene bakterije in kvasovke pa lahko preživijo in kontaminirajo končni izdelek [4]. Pri proizvodnji tissue papirjev je sušilna skupina zmanjšanja na enojni cilinder, imenovan Yankee valj [3]. Prav čas stika papirja z Yankee valjem in temperatura sta ključna dejavnika, ki določata uspešnost propada mikroorganizmov in številčno prisotnost na končnem izdelku.

Znano je, da je treba pri procesu toplotne obdelave živil, s katerim zmanjšamo število mikroorganizmov, ki bi povzročale bolezni, kvarjenje ali fermentacijo živila, za več kot petdesetkrat podaljšati kontaktni čas, če zmanjšamo temperaturo obdelave z 72 do 75 °C na 63 do 65 °C [12].

Zakonodaja na področju higienskih papirjev je pomanjkljiva in se običajno dotika le kemijske varnosti izdelka z mejnimi vrednostmi za formaldehid, glioksal, PCP, izločanje antimikrobnih snovi, izločanje barvil in optičnih belil [13], medtem ko je mikrobiološka neoporečnost regulirana samo z dogovori ali s priporočili [4].

2 MATERIALI IN METODE

V analizo smo zajeli 9 vzorcev toaletnega papirja z različnimi sestavami. Vzorcem smo kvantitativno določili število aerobnih mezofilnih bakterij (v nadaljevanju bakterij), sporogenih bakterij, plesni in kvasovk tako v kot tudi na površini izdelka in določili prisotnost koliformnih bakterij in *E. coli* v papirju. Analizirali smo tudi površinsko prašnost vzorcev, ki vpliva na prenos mikroorganizmov na sluznico.

Vzorca toaletnega papirja

Vzorce toaletnega papirja z oznako od 1 do 9 smo vzorčili z nakupovalnih polic večjih trgovskih verig. Podatke o surovini in osnovnih značilnostih smo pridobili iz embalaže izdelka. V raziskavo smo zajeli vzorce iz

100-odstotno čiste celuloze (1 do 3), vzorce proizvedene iz 100-odstotno recikliranih vlaken (5 in 6) in izdelke, kjer iz deklaracije ni bila razvidna vrsta vhodne surovine (4, 7, 8, 9).

Mikrobiološke analize

Določitev mikrobioloških parametrov v papirju

Papir smo razpustili v sterilnih čašah z dodatkom 200 ml sterilne raztopine Ringer (Merck, 1.15525.0001) do homogenosti in jo nadalje 10-krat, 100-krat in 1000-krat redčili. V petrijevke smo s sterilnimi pipetami prenesli po 1 ml nerazredčene oziroma redčene suspenzije. Pri analizi bakterij smo uporabili standardno dehidrirano gojišče (Standard count agar, Merck 1.01621.0500), ki smo ga ohladili na temperaturo < 50 °C. Plošče smo inkubirali pri 37 °C, rezultate pa odčitali po 48 urah inkubacije. Pri analizi plesni in kvasovk smo prenesli 1 ml nerazredčene oziroma redčene suspenzije v petrijevko in dodali gojišče Sabouraud 2 v % glucose agar (Merck, 1.07315.0500), ki smo ga ohladili na temperaturo < 50 °C. Plošče smo inkubirali pri 26 °C, rezultate pa odčitali sedmi dan po inokulaciji. Za določitev sporogenih bakterij smo suspenzijo segreli na 80 °C za 10 minut. Nato smo pripravili redčitve osnovne suspenzije. Analizo smo izvedli po postopku, opisanem za bakterije. Za določitev prisotnosti koliformnih bakterij in *E. coli* smo uporabili gojišče Coliforms 50 (Merck, 1.01295.0001) in gojišče

EMB (Merck, 1.01347.0500). Rezultate smo podali na g izdelka.

Določitev mikrobioloških parametrov na površini papirja

Vzorce papirja smo narezali v aseptičnih pogojih na 5 x 5 cm in analizirali v treh paralelkah. Za analizo bakterij smo na predhodno nalite petrijevke s približno 10 ml gojišča, pripravljenega iz standardnega dehidriranega gojišča, položili vzorec in dodali približno 10 ml istega gojišča, ohlajenega na temperaturo < 50 °C. Petrijevke smo inkubirali 48 ur pri 37 °C. Za analizo plesni in kvasovk smo narezane vzorce položili na predhodno pripravljene petrijevke in dodali približno 10 ml gojišča, ohlajenega na temperaturo < 50 °C. Za izvedbo analiz smo uporabili enaka gojišča kot za analize v papirju. Po inkubaciji (7 dni, 26 °C) smo prešteli kolonije mikroorganizmov na površini in rezultate podali na dm².

Površinska prašnost izdelkov

Prašnost vzorcev smo določili po prilagojeni grafični metodi IGT W 33. Za analizo smo uporabili srednje viskozno olje (IGT TESTING SYSTEMS, 404.004.020) in barvo (IGT TESTING SYSTEMS, 404.003.005).

3 REZULTATI IN KOMENTAR

Rezultati mikrobiološke analize in prašnosti vseh analiziranih vzorcev toaletnega papirja so prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1: Sestava, mikrobiološke vrednosti in prašnost vzorcev
Table 1: Composition, microbial values and surface dusting of samples

METODA / OPIS	VZOREC								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PRIMARNA SUROVINA (%)	100	100	100						
SEKUNDARNA SUROVINA (%)					100	100			
ANALIZE NA POVRŠINI PAPIRJA									
AEROBNE MEZOFILNE BAKTERIJE CFU/DM ²	30*	114*	***	***	236*	140	148	60	68
PLESNI CFU/DM ²	12	<10	<10	122	<10	14	<10	<10	<10
KVASOVKE CFU/DM ²	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ANALIZE V PAPIRJU									
AEROBNE MEZOFILNE BAKTERIJE CFU/G	1,9 X 10 ⁵	4,6 X 10 ⁵	2,5 X 10 ⁵	2,4 X 10 ⁷	1,8 X 10 ⁵	2,4 X 10 ⁵	9,1 X 10 ⁴	2,1 X 10 ⁵	1,4 X 10 ⁵
SPOROGENE BAKTERIJE CFU/G	9,8 X 10 ²	1,0 X 10 ³	3,5 X 10 ⁴	5,5 X 10 ⁶	7,7 X 10 ⁴	5,2 X 10 ⁴	5,3 X 10 ³	2,0 X 10 ⁴	<100
PLESNI CFU/G	3,6 X 10 ⁴	<100	<100	4,7 X 10 ³	<100	<100	<100	<100	<100
KVASOVKE CFU/G	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
KOLIFORMNE BAKTERIJE POZ/NEG	NEG	NEG	NEG	POZ	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
<i>E. COLI</i> POZ/NEG	NEG	NEG	NEG	POZ	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
POVRŠINSKA PRAŠNOST ¹	2	4	1	5	3	3	5	3	6

CFU = mikroorganizmi, ki so sposobni tvoriti kolonije

¹ prašnost je podana na lestvici od 1 do 6; 1 – najmanj prašen vzorec, 6 – najbolj prašen vzorec

* rezultat je podan kot povprečje dveh paralelek

*** rezultat ni podan zaradi preraščanja na vseh treh paralelkah

Mikroorganizmi na površini papirja

Vrednosti analiziranih vzorcev na številu plesni na površinsko enoto se gibljejo do 15 plesni na dm^2 , razen pri vzorcu 4, kjer vrednosti presežejo 120 plesni na dm^2 . V večini primerov plesni in kvasovk na površini toaletnega papirja nismo potrdili.

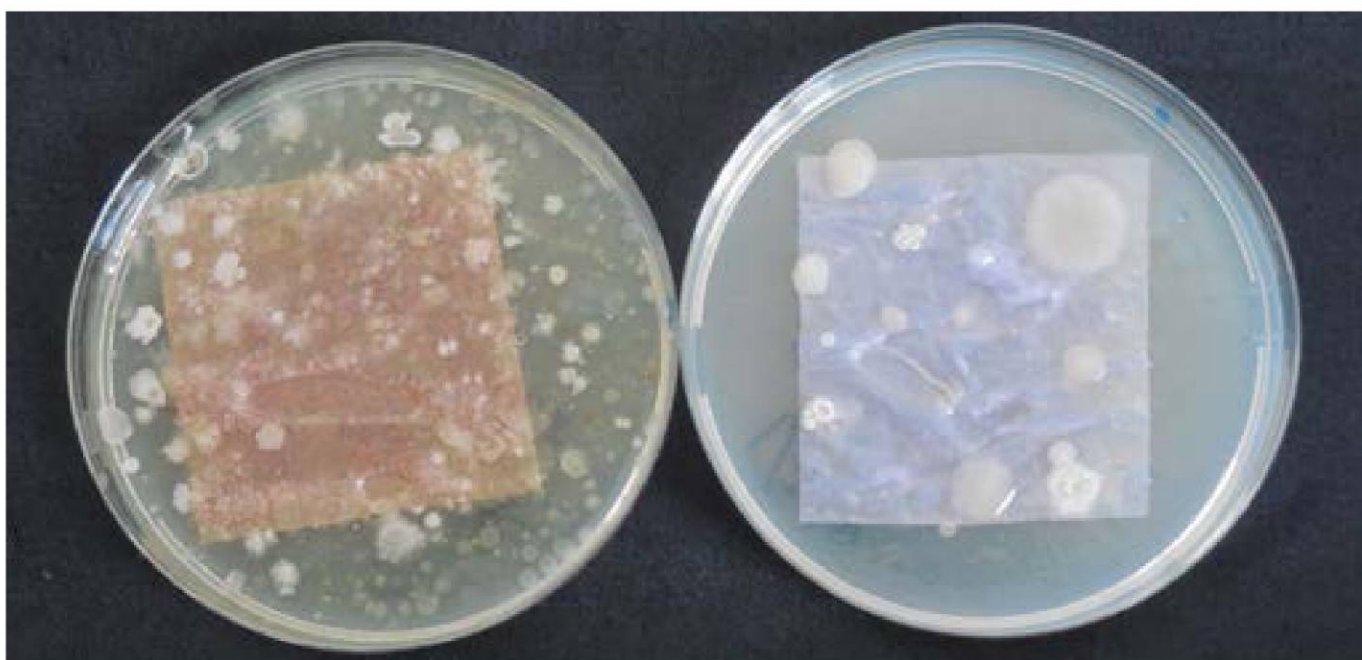
V vseh analiziranih vzorcih smo potrdili prisotnost bakterij na površini izdelka. V primeru vzorca 3 in 4 rezultata ni bilo mogoče odčitati zaradi preraščanja nekaterih kolonij bakterij (vzorec 3) ali prevelikega števila bakterij (vzorec 4). Slika 1 prikazuje razliko med preraščenim vzorcem (vzorec 4), kjer ni bilo mogoče izvesti štetja bakterij, in običajnim vzorcem (vzorec 8), kjer smo štetje lahko izvedli.

Komentar rezultatov

V enem izmed devetih analiziranih vzorcev smo potrdili prisotnost *E. coli* in koliformnih bakterij. Povišane vrednosti koliformnih bakterij v proizvodnji živil običajno kažejo na nehijsko proizvodnjo [12]. Med skupne koliformne bakterije tako uvrščamo rodove iz družine *Enterobacteriaceae*, in sicer *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ter tudi nekatere druge bakterije, ki jih redko najdemo v fecesu ljudi in živali. Prisotnost koliformnih bakterij ni nujno povezana s fekalnim onesnaženjem, saj so se nekateri predstavniki koliformnih bakterij sposobni razmnoževati tudi zunaj gostitelja [15]. Skupne koliformne bakterije so neželene, zato so mejne vrednosti opredeljene za več izdelkov,

tehnologiji pridobivanja vlaknine: uporabi/neuporabi postopka razsvitve (deinkanja), hrambi vhodnih surovin, uporabi/neuporabi biocidnega sistema in hrambi končnih izdelkov.

Plesni lahko tvorijo spore, ki preživijo sušilno skupino papirnega stroja in lahko kontaminirajo končni izdelek [4, 6]. Skupina gliv je pomembna, saj lahko v papirno industrijo zaidejo tudi predstavniki iz rodov, ki lahko za človeka v določenih pogojih predstavljajo nevarnost, kot sta *Aspergillus niger* [21] in *Candida albicans* [20]. Sporogene bakterije so naslednja skupina mikroorganizmov, ki lahko preživijo sušilno skupino. V papirnicah tako najdemo sporogene bakterije iz rodu *Bacillus* in *Clostridium* [19], prav slednja rodova pa lahko



Slika 1: Bakterije na površini vzorca 8 (desno), bakterije na površini vzorca 4 (levo).
Figure 1: Bacteria on the surface of the sample 8 (right), bacteria on the surface of the sample 4 (left).

Mikroorganizmi v papirju

Bakterije so v večini vzorcev zastopane od 104 do 105 CFU/g izdelka. Bistveno odstopa vzorec 4, ki preseže 107 CFU bakterij na g izdelka. Podobno kot pri ugotavljanju števila kvasovk na površini vzorcev, tudi v vzorcih nismo potrdili kvasovk. Plesni smo v izdelku določili v dveh analiziranih vzorcih. Sporogene bakterije pa smo identificirali v osmih vzorcih. V enem izmed devetih analiziranih vzorcev smo potrdili prisotnost *E. coli* in koliformnih bakterij.

Površinska prašnost

Analiziranim vzorcem smo ocenili površinsko prašnost na lestvici od 1 do 6. Ocena 6 pomeni najvišjo prašnost, ocena 1 pa najnižjo. Trem vzorcem smo določili prašnost 3, dvema 5 drugim pa prašnost 1, 2, 4 in 6.

med drugim za pitno vodo [17] in kopalno vodo [18]. *E. coli* je bakterija iz družine *Enterobacteriaceae* in vedno kaže na fekalno onesnaženje toplokrvnih živali, slednje pa tudi na možne prisotne druge mikrobiološke in kemijske dejavnike fekalij [15, 16]. Zaradi slednjega ocenjujemo, da koliformne bakterije in *E. coli* ne smejo biti prisotne na higijskih papirjih in izdelkih, namenjenih za stik z živilom. Vzorec 4 je edini vzorec, ki ima prisotno bakterijo *E. coli*. Najverjetneje gre za toaletni papir, proizveden iz recikliranih vlaken, čeprav slednje ni navedeno na deklaraciji. Na drugih vzorcih, ki so deklarirani kot izdelki proizvedeni iz 100-odstotne sekundarne vlaknine, pa koliformnih bakterij in *E. coli* nismo potrdili. Razlago, zakaj se omenjene bakterije pojavljajo v nekaterih vzorcih, proizvedenih iz recikliranih vlaken, pri drugih pa ne, je treba iskati v

vsebudeta tudi za človeka nevarne vrste [11, 14]. Zaradi potencialne nevarnosti se njihovo število po posameznih skupinah kontrolira v živilski industriji in drugje [12]. V osmih vzorcih smo potrdili prisotnost sporogenih bakterij, pri čemer so sporogene bakterije različno zastopane v analiziranih vzorcih. Najdemo jih v koncentracijah od 102 do 106 CFU na g izdelka. Menimo, da prisotnost sporogenih bakterij v povišanih koncentracijah na končnih izdelkih ni primerna za uporabo v higijske namene.

Številčna zastopanost bakterij se v večini vzorcev giblje okoli 105 CFU/g izdelka in ni neposredno povezana z uporabljenim vhodno surovino. Vzorec 4 vsebuje najvišje število bakterij na gram izdelka. Vrednosti bakterij vzorca 4 so 100-krat višje od drugih analiziranih vzorcev. Menimo, da bi morale veljati tudi za higijske materiale podobno,

kot velja za embalažne materiale, da so sprejemljivejši izdelki s čim nižjimi vrednostmi [9].

Stopnje prenosa bakterij ne pogojuje samo njihova številčna zastopanost, ampak tudi površinska prašnost izdelka. Analiza površinske prašnosti pokaže heterogenost analiziranih vzorcev, ki pa je ne moremo pripisati le uporabljeni vlakninski surovini, saj so vzorci proizvedeni samo iz primarne vlaknine lahko bolj ali manj prašni od izdelkov, proizvedenih samo iz sekundarne vlaknine. Vzorec 4 dosega visoke vrednosti, kar kaže, da bo prenos bakterij verjetneje uspešnejši kot pri izdelkih z nizkimi mikrobiološkimi dejavniki in nizko površinsko prašnostjo.

V nobenem od vzorcev nismo potrdili kvasovk na površini toaletnega papirja. Prisotnost plesni smo potrdili v treh izdelkih, pri katerih je ponovno vzorec 4 dosegal najvišje vrednosti. Vzorec 4 bi verjetno dosegel najvišje vrednosti tudi pri številu bakterij na površino, vendar prav zaradi števila bakterij rezultata ni bilo mogoče podati.

4 ZAKLJUČKI

Na podlagi rezultatov lahko ugotovimo, da ni preprostega pravila, ki bi razdelil toaletne izdelke glede na uporabljene surovine. Uporaba čiste celuloze (primarna vlakna) še ne zagotavlja, da je izdelek mikrobiološko ustrezen in da se na njem oziroma v njem ne morejo pojavljati mikroorganizmi, ki so potencialno nevarni za človeka. Razlike med izdelki iz sekundarne ali primarne vlakninske surovine so običajno predvsem v številčnosti sporogenih bakterij, lahko pa tudi v številčnosti plesni, bakterij in koliformnih bakterij. Toaletni papir je namenjen neposrednemu stiku s sluznico, zato menimo, da je predvsem pri izdelkih iz večslojnega papirja lahko pomembnejši podatek o številu mikroorganizmov na površino izdelka. Pri higienskih izdelkih je treba upoštevati tudi sam tehnološki proces, hrambo vhodnih surovin, uporabo biocidnega sistema in druge relevantne podatke, še posebej pri izdelkih proizvedenih iz reciklirane vlaknine. Prav pri izdelkih, proizvedenih iz reciklirane surovine, so lahko velike razlike v zastopanosti plesni, sporogenih bakterij, koliformnih bakterije in *E. coli*, zato bi morali biti mikroorganizmi, ki so lahko potencialno nevarni za človeka, z zakonodajo definirani in nadzorovani parametri higienskih papirjev.

ZAHVALA

Zahvala gre sodelavcem, Marjeti Bregar, Leopoldu Scheicherju in Gregorju Lavriču za pomoč pri izvedbi mikrobioloških in grafičnih analiz.

LITERATURA

- [1] RUTAR, V. Vrste papirjev, kartonov in lepenk. Ljubljana: 2007, 33–38 str.
- [2] BIEMANN, C. J. Handbook of pulping and papermaking. 2. izdaja. London: Academic press. Inc., 1996, 158 str.
- [3] KARLSSON, M. Papermaking Part 2, Drying. Helsinki: Fapet, Oy, 2000, 360,170 str.
- [4] IVANUŠ, A. Mikrobiološka kakovost papirja, kartona in lepenke. Papir, 1997, št. 3–4, str. 42–44
- [5] IVANUŠ, A. Mikrobiološka problematika v papirni industriji, 2. kongres slovenskih mikrobiologov z mednarodno udeležbo, Bole-Hribovšek, V., Ocepak, M., Klun, N., str. 359–362, Portorož, september 1998
- [6] IVANUŠ, A. Reševanje mikrobioloških težav na papirnih strojih. Papir, 2005, št. 2, str. 29–31
- [7] ROSSMOORE, H. W. Handbook of biocide and preservative use. Peta izdaja. Houten: Springer – science+Business media, B.V., 1995, str. 83–85
- [8] BAJPAI, P. Pulp and Paper industry, Microbiological Issues in papermaking. Oxford: Elsevier, 2015, 18, 67 str.
- [9] SCHAECHTER, M. Encyclopedia of Microbiology. Tretja izdaja. Oxford: Academic Press, 2009, 91. str.
- [10] ŠUŠTARŠIČ, M. Papirni stroj – ekosistem v malem? Papir, 2011, št. 5, str. 26–29
- [11] SCHNEIDER, K. R. et al. Preventing Foodborne Illness: *Bacillus cereus* and *Bacillus anthracis*. Food Science and Human Nutrition Department, 2004. FSHN04-05. Dostopno na spletu: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/FS/FS10300.pdf>
- [12] BAJT, N. Tehnologija mleka. Učbenik. Ljubljana: Zavod IRC, Ljubljana, 2011, str. 30, 34–36
- [13] ODLOČBA KOMISIJE z dne 9. julija 2009 o določitvi okoljskih meril za podeljevanje znaka

za okolje Skupnosti tissue papirju za higienske namene uporabe. Dostopno na spletu: http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/okoljski%20znaki/Ecolabel/2009_568_ES.pdf

[14] BRÜGGEMAN, H., et al. The genome sequence of *Clostridium tetani*, the causative agent of tetanus disease. PNAS. 2003 vol. 100, št. 3, str. 1316–1321.

[15] DRAVEC, S. Kondicioniranje mikrobiološko onesnaženega vodnega vira v Gerlinčih s pomočjo rastlinske čistilne naprave: diplomsko delo. Ljubljana, 2007, 12.str.

[16] HENSYL, R. W. Bergey's Manual of Determinative bacteriology. Lippincott Williams and Wilkins, 9. izdaja, 1994, Baltimore, USA str. 175, 179

[17] Pravilnik o pitni vodi. Dostopno na spletu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>

[18] Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. Dostopno na spletu: <https://www.uradni-list.si/1/content?id=44485>

[19] RONING, C. Europe-wide analysis of paper mill microbial problems. Master of science, 2001, str. 34

[20] HOLMES, A. R., et al. Detection of *Candida albicans* and Other Yeasts in Blood by PCR. Journal of Clinical Microbiology, 1994, vol. 23, št. 1, str. 228–231

[21] PATRRON, D. D. Aspergillus, Health implication and Recommendations For Public Health Food safety. Internet Journal of Food Safety, 2006, vol. 8, str. 19–23

¹ Matej Šuštaršič, univ. dipl. biolog,
Inštitut za celulozo in papir,
Bogišičeva ulica 8, 1000 Ljubljana
(¹ Pulp and Paper institute,
Bogišičeva ulica 8, SI-1000 Ljubljana)



3M Science. Applied to Life.

3M™ lepilni trakovi za lepljenje letečih spojev

Vrhunska zmogljivost, izjemna topnost

3M™ lepilni trakovi za lepljenje letečih spojev imajo lepilo namenjeno optimalni učinkovitosti in enostavni izvedbi. 3M je za papirno industrijo razvil lepilo, ki se hitro in popolnoma raztopi v vodi ter ne pušča ostankov.

Učinkovit pri različnih hitrostih spajanja in gramaturah papirja, pri temperaturah celo do 204°C. Lepilni trakovi omogočajo hitro, enostavno in varno aplikacijo.

3M (East) AG
Podružnica v Ljubljani, Cesta v Gorice 8, Ljubljana

innovation.si@mmm.com
Telefon: +386 1 200 3630

©3M in 3M Science. Applied to Life™ sta blagovni znamki podjetja 3M.