**Utjecaj skladištenja na flaširanu vodu**

**The influence of storage on bottled water**

**Autori: Karlo Kronstein, Magdalena Tkalčić, Laura Pipalović, Heda Orlić, Ivan Lovrić, Karlo Jakopović i Matej Brodarac**

**Mentor: Šeherzada Šaini Talić**

**Srednja škola Petrinja, Petrinja**

**Sažetak rada**

Radili smo fizikalno-kemijsku analizu flaširane vode (u plastični bocama) po GLOBE protokolu, nakon skladištenja u različitim uvjetima. U suradnji sa Zavodom za ispitivanje kvalitete (ZIK) proveli smo kontrolu metala u vodi. Proveli smo i anketu, budući da smo ovim radom željeli istražiti navike naših učenika i osoblja škole, glede korištenja plastične ambalaže, ali i osvijestiti problematiku otpadne ambalaže. Postavili smo istraživačka pitanja: Ima li utjecaj na kvalitetu vode način na koji skladištimo boce unutar roka trajanja? Koliki je postotak učenika naše škole koji ponovno koristi jednokratne boce za vodu? Koliki je udio učenika naše škole koji pravilno odlažu korištenu ambalažu općenito? Na osnovu fizikalno–kemijske i organoleptičke analize,te spektrofotometrijskog mjerenja, nismo utvrdili značajne razlike u kakvoći vode za piće u ovisnosti o uvjetima skladištenja, stoga naša hipoteza da će način skladištenja uzrokovati lošiju kvalitetu unutar roka trajanja nije potvrđena. Naša tvrdnja da je velik udio učenika koji koriste svakodnevno flaširane jednokratne boce je potvrđena (84,5%), dok su nastavnici i ostali djelatnici škole više orijentirani alternativnoj ambalaži. Tvrdnja da učenici naše škole imaju naviku razvrstavanja otpada je djelomično potvrđena jer je oko 50 % ispitanika to i potvrdilo. Također smo potvrdili tvrdnju da većina učenika ne provjerava datum proizvodnje, i općenito deklaraciju na plastičnim bocama pri kupnji što je smjernica za daljnju edukaciju. Mislimo da bi se mogli odgovornije odnositi spram recikliranja otpadne ambalaže te bi jednokratne plastične boce trebali zamijeniti s bocama koje su održiva alternativa.

**Summary**

We did a physico-chemical analysis of bottled water (in plastic bottles) by GLOBE protocol, after storage under different conditions. In cooperation with the Institute for Quality Assurance (ZIK) we conducted the control of metals in water. We also conducted a survey, since we wanted to investigate the habits of our students and school staff regarding the use of plastic packaging, as well as awaken the issue of waste because of plastic packaging. We have asked questions souch as: Does water quality influence on how we store bottles within the shelf life? How many percent of our school students are using water bottles onlz once? How much is the share of our school students who properly dispose of used packaging in general? Based on the physico-chemical and organoleptic analyzes and spectrophotometric measurements, we have not found any significant differences in the quality of drinking water depending on the storage conditions, so our hypothesis that the storage mode will cause poorer quality within the deadline has not been confirmed. Our assertion that a large proportion of students using daily bottled single-pass bottles is confirmed (84.5%), while teachers and other school staff are more oriented to alternative packaging. The claim that our school students have a habit of recycling waste is partially confirmed because about 50% of respondents confirmed this. We also affirmed the claim that most students did not check the date of production, and generally declare on plastic bottles when purchasing as a guideline for further education. We think that they could be more responsible for the recycling of waste packaging and that one-time plastic bottles should be replaced with bottles that are a viable alternative.

**Istraživačka pitanja i hipoteze**

Plastika kao materijal globalno je našla svoju svakodnevnu uporabu skoro u svim segmentima svakodnevnog života. U medijima smo čitali o velikim zagađenjima mora i oceana otpadnom ambalažom, kao i o njenom mogućem štetnom djelovanju na organizam. Razgovarajući o tom problemu, željeli smo utvrditi kakve su navike naših učenika glede korištenja vode i pića u jednokratnoj ambalaži, ali i što se dešava nakon korištenja istih budući ih svakodnevno nose na treninge i u školu. Zanimalo nas je i odražavaju li se različiti uvjeti čuvanja na kvalitetu vode.

Postavili smo si istraživačka pitanja:

* Ima li utjecaj na kvalitetu vode način na koji skladištimo boce unutar roka trajanja?
* Koliki je postotak učenika naše škole koji koristi ponovno jednokratne boce za vodu?
* Koliki je udio učenika naše škole koji pravilno odlažu korištene plastične boce za vodu?

Imaju li učenici naviku provjeravanja datuma ili oznaka na plastičnoj ambalaži? Naša je pretpostavka da veliki udio učenika naše škole ponovno koriste jednokratne boce kao spremnik za vodu (na treninzima, satovima TZK i slično).

Također pretpostavljamo da će doći do fizikalno-kemijskih promjena u kvaliteti vode ako boce izlažemo dugotrajnom djelovanju sunčevih zraka. Pretpostavili smo da bi moglo doći do migriranja metala i općenito štetnih tvari iz ambalaže u sadržaj.

Budući da se o problemima odlaganja otpada dosta razgovara na nastavi, ali i općenito, pretpostavljamo da se većina učenika ponaša odgovorno glede njihova odlaganja. Naša hipoteza je također da učenici provjeravaju rok trajanja i deklaraciju proizvoda.

**Metode istraživanja**

Proveli smo anketu na razini naše škole kako bi odredili i spoznali navike naših učenika i djelatnika u korištenju jednokratne ambalaže. Obuhvatili smo 200 ispitanika, a uključili smo učenike i osoblje škole. Anketa je sadržavala 10 pitanja.

Također smo radili fizikalno-kemijsku analizu vode po GLOBE protokolima (temperatura vode, prozirnost, električna vodljivost, otopljeni kisik, pH te dušikove soli). Određivali smo i sadržaj klorida, BPK5 te sadržaj organskih tvari u vodi pomoću potrošnje kisika iz kalijevog permangata. Provodili smo i organoleptičku kontrolu uspoređujući flaširanu vodu s vodovodnom vodom testovima preferencije na uzorku od 20 učenika. Uzorci su bili temperirani i posluženi u staklenim čašama. Čaše su bile kodirane troznamenkastim brojevima. Ocjenjivali smo okus, budući su svi uzorci bili bez mirisa, jako bistri bez ikakvih tragova zamućenja ili taloga, ocjenama od 1-5. Sve ocjene smo zbrojili te izračunali srednju vrijednost.

Budući se u plastičnoj ambalaži mogu naći kao potencijalno toksične komponente Pb, Cd, Hg, nonilfenol, dietilheksil ftalat, bisfenol A, koje eventualno mogu dospjeti u vodu, uzorke smo odnijeli u Zavod za ispitivanje kvalitete (ZIK) d.o.o. na spektrofotometrijsku analizu metala (Cu, Ba, Zn, Cd, Cr, Ni, Pb i Hg).

Koristili smo flaširanu prirodnu izvorsku vodu u originalno pakiranoj ambalaži od 0,5 litara (datum proizvodnje: 3. svibanj 2018., rok trajanja: 3. svibanj 2019.). Uzorke (25 boca) smo podijelili u nekoliko grupa, tako da smo jednak broj čuvali na sobnoj temperaturi u tami, dio uzoraka na prozoru izloženo sunčevim zrakama, a neke u hladnjaku, (na +7 °C). od 4. lipnja 2018. Sve uzorke smo prije analize temperirali na sobnoj temperaturi.

Analize smo radili svaki puta iz originalne neotvorene boce i to: 14. lipnja, 18. rujna, 20. studenog i 12. prosinca 2018., 22. siječnja i 19. veljače 2019.

**Prikaz i analiza podataka**

Svi parametri su jako ujednačenih vrijednosti bez obzira na način skladištenja (Tablica 1). Uzorci vode su bili jako prozirni, bez vidljivog zamućenja, pH je od 7 do 7,5 što je unutar dozvoljenih vrijednosti (6,5-9,5) prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008) . Električna vodljivost se kreće od 348 do 351 μS/cm što je također unutar maksimalne dozvoljene vrijednosti od 2500 μS/cm. Sadržaj otopljenog kisika se kreće od minimalne vrijednosti od 8,1 do maksimalnih 9,7 mg/L. Nismo zabilježili BPK5, PO4-, NO3- ni NH4+,a nitriti se pojavljuju tek duljim stajanjem u maksimalnoj koncentraciji od 0,2 mg/l što je također unutar MDK propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće koja iznosi 0,5 mg/L.

Tablica 1. Rezultati fizikalno-kemijske analize uzoraka (skladištenim na tamnom, sunčanom mjestu te u hladnjaku) u razdoblju od 14. lipnja 2018. do 19. veljače 2019.

Table 1. Results of physical-chemical analysis of samples (stored in the dark, sunny place and in the refrigerator) in the period from 14 June 2018 to 19 February 2019.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Skladištenje  tamno | pH | El. vodlj.  [μS/cm] | | Ot. kisik  [mg/L] | NO2-  [mg/L] |
| 14. 6. 2018. | 7 | 348 | 9 | | 0 |
| 18. 9. 2018. | 7 | 348 | 9 | | 0 |
| 20. 10. 2018. | 7 | 348 | 8,1 | | 0 |
| 12. 12. 2018. | 7,44 | 350 | 8 | | 0 |
| 22. 1. 2019. | 7,5 | 351 | 9,7 | | 0,2 |
| 19. 2. 2019. | 7,5 | 351 | 8,6 | | 0,2 |
| Skladištenje  sunčano |  |  |  | |  |
| 14. 6. 2018. | 7 | 348 | 9 | | 0 |
| 18. 9. 2018. | 7 | 350 | 9 | | 0 |
| 20. 10. 2018. | 7 | 350 | 8,1 | | 0 |
| 12. 12. 2018. | 7,44 | 350 | 8 | | 0 |
| 22. 1. 2019. | 7,5 | 351 | 9,7 | | 0,2 |
| 19. 2. 2019. | 7,5 | 351 | 8,6 | | 0,2 |
| Skladištenje  hladnjak |  |  |  | |  |
| 14. 6. 2018. | 7 | 348 | 9 | | 0 |
| 18. 9. 2018. | 7 | 350 | 9 | | 0 |
| 20. 10. 2018. | 7 | 350 | 8,1 | | 0 |
| 12. 12. 2018. | 7,44 | 350 | 8 | | 0 |
| 22. 1. 2019. | 7,5 | 351 | 9,7 | | 0,2 |
| 19. 2. 2019. | 7,5 | 351 | 8,6 | | 0,2 |

Utrošak KMnO4 u svim uzorcima je isti i iznosi 0,38 mg O2 /L (Tablica 2). Vrijednosti su unutar dozvoljenih 5 mg O2 /L prema važećem Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Također sadržaj Cl– iznosi 19,56 mg/L, što je unutar dozvoljene maksimalne vrijednosti od 250 mg/L.

Tablica 2. Utrošak KMnO4 i Cl- u uzorcima vode

Table 2. Consumption of KMnO4 and Cl- in water samples

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pokazatelj | Mjerna jedinica | MDK | Skladištenje | | |
| tama | sunčano | hladnjak |
| Utrošak KMnO4 | mg O2 /L | 5 | 0,38 | 0,38 | 0,38 |
| Cl - | mg/L | 250 | 19,56 | 19,56 | 19,56 |

Svi ispitivani metali imali su niske koncentracije koje su unutar dozvoljenih vrijednosti određenih Pravilnikom (Tablica 3).

Tablica 3. Prikaz rezultata analize metala provedene u Zavodu za ispitivanje kvalitete

Table 3. Analysis of the results of metal analysis carried out in the Institute for Quality Assurance

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pokazatelj | Mjerna jedinica | MDK | Skladištenje | | |
| tama | sunčano | hladnjak |
| Cu | Cu µg/L | 2000 | 2 | 2 | 2 |
| Ba | Ba µg/L | 700 | 11 | 11 | 10 |
| Zn | Zn µg/L | 3000 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Cd | Cd µg/L | 5,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Cr | Cr µg/L | 50,0 | 1 | 1 | 1 |
| Ni | Ni µg/L | 20,0 | 9 | 9 | 6 |
| Pb | Pb µg/L | 10,0 | 7 | 9 | 4 |
| Hg | Hg µg/L | 1,0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |

Možemo zaključiti da su učenicima svi uzorci vode vrlo prihvatljivi, jer je najmanja srednja ocjena nakon organoleptičkog testiranja iznosila 4,22 (Slika 1). Možemo primijetiti da su uzorci vode iz hladnjaka, te voda skladištena na tamnom mjestu dobili maksimalne ocjene.

Slika 1. Grafički prikaz organoleptičke analize uzoraka flaširane vode. Figure 1. Graphical representation of the organoleptic analysis of bottled water samples.

Učenici najčešće kupuju piće u plastičnim bocama (84%), dok djelatnici škole najčešće odabiru piće u staklenim bocama (50%), piće u plastičnim bocama kupuje 36% (Slika 2).

Slika 2. Raspodjela odgovora na anketno pitanje vezano uz navike kupovanja pića obzirom na ambalažu kod učenika (lijevo) i djelatnika škole (desno).

Figure 2. Distribution of answers to the questionnaire related to the habits of purchasing drinks with respect to the packaging of students (left) and school staff (right).

Najveći udio ispitanika ambalažu reciklira, no možemo primijetiti da velik dio (29.5%) koristi jednokratne boce ponovno (Slika 3), neki su odgovorili da bocu koriste dok je ne izgube, a 23,5% ih bocu nakon uporabe baca. Kada se odluče na piće u plastičnoj ambalaži 75,2 % djelatnika škole boce reciklira, a 24,8% ih koristi ponovno.

Slika 3. Raspodjela odgovora na pitanje što učenici urade sa ambalažom nakon konzumacije vode/soka.

Figure 3. Distribution of answers to what students are doing with packaging after water / juice consumption

Najveći dio učenika (68,5%) nosi sa sobom vodu, od toga je najveći udio u jednokratnih plastičnim bocama (59%), staklene 4%, termosica 3 % te ostalo 5%. Naši nastavnici i ostalo osoblje vodu nosi sa sobom najčešće u staklenoj boci 35%, termosice 27%, plastične boce 16%, dok 22% ne nosi sa sobom vodu (Slika 4).

Slika 4. Raspodjela odgovora na pitanje u kakvoj ambalaži učenici i djelatnici škole nose vodu sa sobom

Figure 4. Responding to the question of what kind of packaging pupils and school staff carry water with themselves

Najveći dio naših učenika ne provjerava datum niti oznaku na bocama sa vodom njih čak 67%. Kod profesora je udio nešto veći i iznosi 50% (Slika 5).

Slika 5. Raspodjela odgovora na postavljeno pitanje: Gledate li datume ili oznake na plastičnim bocama sa vodom kada ih kupujete?

Figure 5. Responding to the question asked: Do you see dates or labels on plastic bottles with water when you buy them?

Najveći dio učenika zna da je spremnik za plastiku žute boje (82%), za razliku od njih profesori su odgovorili na ovo pitanje uglavnom točno (Slika 6).

Slika 6. Raspodjela odgovora na postavljeno pitanje: Koje je boje spremnik za plastiku?

Figure 6. Responding to the question asked: What is the color of the plastic container?

Možemo primijetiti da i učenici razvrstavaju otpad; u najvećem udjelu plastiku (58,3%), papira, staklo, i baterije podjednako (50%), te biootpad s udjelom od 25%. Kod djelatinka škole je udio recikliranja malo veći (Slika 7).

Slika 7. Raspodjela odgovora na pitanje koji otpad razvrstavate i pravilno odlažete?

Figure 7: Distributing the answer to the question of which waste is sorted and properly disposed of?

**Rasprava i zaključci**

Ovim projektom smo željeli istražiti flaširanu vodu u jednokratnoj plastičnoj ambalaži u ovisnosti o načinu skladištenja te navike učenika i djelatnika naše škole.

Na osnovu fizikalno–kemijske analize, organoleptičke kontrole te spektrofotometrijske analize metala, nismo utvrdili značajne razlike u kakvoći vode za piće u ovisnosti o načinu skladištenja, stoga naša hipoteza da će uzorak izložen djelovanju sunčevih zraka unutar roka trajanja imati lošiju kvalitetu nije potvrđena.

Naša hipoteza da je velik udio učenika koji koriste svakodnevno flaširane jednokratne boce je potvrđena (84,5%), za razliku od njihovih nastavnika i ostalih djelatnika škole koji su više orijentirani na vodu u staklenoj ambalaži te plastične boce rjeđe ponovno koriste.

Hipoteza da učenici naše škole imaju naviku recikliranja, odnosno razvrstavanja otpada je djelomično potvrđena jer je oko 50 % ispitanika to i potvrdilo. Također smo potvrdili da većina učenika ne provjerava datum proizvodnje i deklaraciju na bocama za vodu pri kupnji što je smjernica za daljnju edukaciju.

Mislimo da bi se svi mogli bolje odnositi spram recikliranja otpadne ambalaže te bi jednokratne plastične boce trebali zamijeniti s bocama koje su za okoliš prihvatljivije od plastične otpadne ambalaže.

Za cjelovitiju sliku trebalo bi raditi s više uzoraka i to različitih proizvođača koji se nalaze na našem tržištu.

**Izvori:**

1. http://globe.pomsk.hr/prirucnik/voda.PDF,
2. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008),
3. <https://www.researchgate.net/publication/327574651_Synthetic_Polymer_Contamination_in_Bottled_Water>
4. <https://www.bbc.com/news/science-environment-43388870>
5. <http://www.podravka.hr/repository/files/6/9/698c54112628faf7c8ea694ff19d8f60.pdf>