

Zawartości biopierwiastków w aerozolu wytworzonym z ogólnodostępnych wód mineralnych z wykorzystaniem urządzenia Minitężnia-2018

Bartłomiej Andrzej Rospond¹, Joanna Piotrowska¹, Włodzimierz Opoka¹, Bernadeta Szewczyk², Agata Krakowska¹

¹Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Wydział Farmaceutyczny Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

²Zakład Neurobiologii, Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk, Kraków, Polska

Farmacja Polska, ISSN 0014-8261 (print); ISSN 2544-8552 (on-line)

Adres do korespondencji

Bartłomiej Andrzej Rospond,
Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej,
Wydział Farmaceutyczny Collegium Medicum,
Uniwersytet Jagielloński, ul. Medyczna 9,
30-688 Kraków, Polska;
e-mail: bartekrospond@gmail.com

Źródła finansowania

Nie wskazano źródeł finansowania.

Konflikt interesów

Nie istnieje konflikt interesów.

Otrzymano: 2023.04.26

Zaakceptowano: 2023.06.22


Opublikowano on-line: 2023.06.23

DOI

10.32383/farmpol/168697

ORCID

Bartłomiej Andrzej Rospond

–  0000-0003-2308-9047

Joanna Piotrowska –  0000-0002-5843-1546

Włodzimierz Opoka –  0000-0003-3921-8632

Bernadeta Szewczyk –  0000-0002-6863-7951

Agata Krakowska –  0000-0003-3814-3472

Copyright

© Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne

To jest artykuł o otwartym dostępie,

na licencji CC BY NC 

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Determination of the content of bioelements in an aerosol produced from commercially available mineral waters using a mini graduation tower-2018 device

There are various types of bottled water available, including: spring water and high-, medium- or low-mineralized mineral water. Water with the highest content of mineral salts (> 1000 ppm), i.e. medicinal water, has been the most widely used in medicine. One of the most commonly used forms of application of the described water types are e.g. inhalations. It is worth mentioning, however, that the use of these types of water, due to the high content of minerals (barium, chloride, sulphate ions), has the influence on human health. Although a little is known about the limitations of using the external method, and particularly the recently popular aerosol therapy. The popularity of this method of treatment is due to the fact that it can be used at different age groups of patients and in contrary to oral drug dosage, aerosol therapy has faster onset of action and a much greater safety profile of the therapy. It is worth noting that not all producers of medicinal water provide information about the total mineral content of their products. Moreover, producers do not declare if mineral water can be applied in children. The aim of the study was the quantitative analysis of selected metals: sodium, potassium, magnesium, iron and zinc in 7 selected medicinal and mineral waters. The newly constructed Mini-Graduation Tower 2018 device was used to generate the aerosol. In most of the tested waters (except for the zinc content in the Słotwinka

water), statistically significant changes in the content of the tested ions were demonstrated in relation to the control sample which were mineralizates obtained from catontrol (the filter subject to the 4-time distilled water aerosol). The highest content of divalent and trivalent ions was found in the mineralizate obtained from Zabłocka Mgiełka Solankowa, while the highest content of monovalent cations was found in Franciszek and Helena water. In all samples, the ion content obtained indicates the possibility of using the tested water in aerosol therapy. The obtained results show that the Minitężnia-2018 device can be used to study aerosols.

Keywords: aerosol, mineral water, atomic absorption spectrometry, bioelements, Mini-Graduation Tower 2018.

© Farm Pol, 2023, 79(2): 67-72

Wstęp

Wśród wód butelkowych na rynku dostępne są wody lecznicze, które są wodami podziemnymi niezanieczyszczonymi chemicznie i mikrobiologicznie. Cechują się one naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych, o zawartości pierwiastków powyżej 1000 ppm [1]. Ponadto, można wyróżnić wody mineralne (słabo, średnio i wysoce zmineralizowane, o stężeniu jonów od 500 do 1000 ppm), wody źródłane (o zawartości składników mineralnych do 500 ppm) i wody stołowe, które otrzymuje się poprzez dodanie do powyżej opisanych rodzajów wód soli mineralnych [2-6]. Kryterium różnicującym podział wód butelkowych jest również zawartość dwutlenku węgla. Ze względu na jego zawartość wyróżnia się wody mineralne niskonasycone (do 1500 mg CO₂/L), średnionasycone (1500-4000 mg CO₂/L) i wysokonasycone (> 4000 mg CO₂/L) [4]. Wody o dużej zawartości składników mineralnych znalazły zastosowanie w medycynie, a dokładnie w balneoterapii lub talasoterapii. Metody te opierają się na zastosowaniu naturalnych wód leczniczych w celu leczenia, rehabilitacji i prewencji chorób [7-10]. Do najważniejszych zabiegów balneologicznych można zaliczyć m.in. kąpiele lecznicze, inhalacje (aerzoloterapia, nebulizacja) i irygacje oraz kurację pitną - krenoterapię [11-13]. Warto nadmienić, że mimo bezspornego pozytywnego wpływu krenoterapii, choćby w terapii chorób układu pokarmowego lub, jak podają niektóre źródła, nawet w rehabilitacji oddechowej po przebytej infekcji Covid-19, występują istotne ograniczenia tej metody. Ograniczenia dotyczą zbyt wysokiej podaży składników mineralnych (m.in jonów baru, chlorkowych, siarczanowych) i ich szkodliwego działania na organizm człowieka [9, 14, 15]. Niewiele natomiast

wiadomo na temat ograniczeń metod zewnętrznych stosowanych w balneoterapii, a w szczególności tak popularnej w ostatnim czasie aerzolo-terapii. Popularność tej metody leczniczej wynika z faktu, że może ona zostać zastosowana w każdej grupie wiekowej pacjentów i, w przeciwieństwie do podania doustnego, cechuje się szybszym początkiem działania i dużo większym profilem bezpieczeństwa terapii. Warto zwrócić uwagę, że nie wszyscy producenci wód leczniczych podają pełny skład mineralny produktu, jak również nie deklarują, czy dana woda mineralna może być stosowana u dzieci [16]. Stąd niezwykle istotnym aspektem, w szczególności w odniesieniu do najmłodszych pacjentów, jest określenie składu ilościowego nie tylko samej wody, ale również powstałego z niej aerzolu.

Cel pracy

Głównym celem badawczym niniejszej pracy była ocena możliwości zastosowania nowo skonstruowanego urządzenia wytwarzającego aerzol (urządzenie prototypowe Minitężnia-2018) oraz oznaczenie w aerzolah wybranych wód mineralnych mikro- i makroelementów, mających istotny wpływ na bezpieczeństwo terapii (sodu, potasu, magnezu, żelaza), których zawartość jest deklarowana przez producentów, oraz pierwiastków nie wymienionych w składzie wód mineralnych (cynku i miedzi). Ze względu na istotne biologicznie działanie cynku i miedzi, postanowiono sprawdzić, czy pomimo braku deklaracji o ich zawartości, są one obecne w badanych wodach.

Material i metody

Zbadano 7 ogólnodostępnych wód mineralnych oraz leczniczych: Stefan oraz Helena (Przedsiębiorstwo Uzdrowisko Szczawnica S.A.), Zuber oraz Słotwinka (Uzdrowisko Krynica-Żegiestów S.A.), Mgiełka Solankowa (Kopalnia i Warzelnia Solanek Dr Zabłocka Sp. z o.o.), Franciszek i Henryk (Uzdrowisko Wysowa S.A.). Deklarowaną zawartość badanych jonów w tych wodach przedstawiono w tabeli 1. We wnętrzu komory (50 × 50 × 30 cm) Minitężni-2018, wzdłuż krótszej ściany umieszczono szklany zbiornik (9 × 9 × 37 cm), do którego wiano 1,5 L wody i umieszczono w nim 2 pompy (JK Animals, każda o wydajności przepływu 1200 L/h). Wyloty wężyków pomp o średnicy 4 mm i długości 52 cm skierowano na ustawioną skośnie pod kątem 80° szklaną płytę o wysokości 38 cm i szerokości 26 cm, uzyskując obieg wody w cyklu zamkniętym. Następnie sączi bibułowe (Chemland,

Tabela 1. Deklarowana przez producentów zawartość biopierwiastków w badanych wodach.

Table 1. The bioelements content in water declared by the manufacturers.

Nazwa wody	Na	K	Fe	Zn	Mg	Cu	Suma składników mineralnych (kationów i anionów)
Franciszek	4390,0	110,2	-	-	24,6	-	16030,0
Helena	251,3	9,63	Fe ²⁺ 2	-	18,30	-	1481,7
Henryk	1272,0	29,6	-	-	34,0	-	5025,3
Słotwinka	267,40	10,31	Fe ²⁺ 0,11	-	211,20	-	3243,6
Stefan	763,6	20,0	1,3	-	72,8	-	4013,2
Zabłocka Mgjełka Solankowa	NaCl 3%	obecne	obecne	-	> 400	-	

Zawartości biopierwiastków w tabeli podano w mg/L.

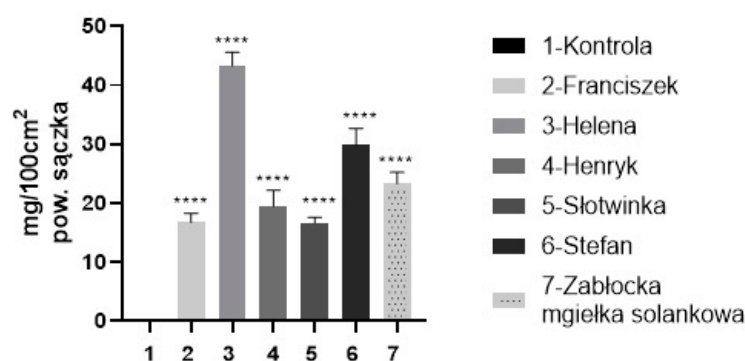
Polska) o średnicy 90 mm i gramaturze 80 g/m² umieszczano pojedynczo w 6 wybranych miejscach komory Minitężni-2018, po przeciwległej stronie zbiornika (2 rzędy po 3 sączki; na wysokości od dna naczynia 10 cm i 37,5 cm). Szczelnie zamkniętą komorę urządzenia wysycono aerozolem badanej wody i po osiągnięciu wilgotności 80% (cyfrowy termo-higrometr Comfort Index) sączki poddano działaniu aerozolu przez 120 minut. Temperatura we wnętrzu urządzenia wynosiła 25°C. Wyjęte z Minitężni-2018 sączki mineralizowano mikrofalowo (mineralizator mikrofalowy Magnum II ERTEC-Poland) „na mokro” przez 30 minut w warunkach – temperatura 295–300°C, ciśnienie 42–45 bar, moc mikrofal 100% w mieszaninie nadtlenu wodoru –1,5 mL 30% H₂O₂ (Suprapure®, Merck Darmstadt, Niemcy) i roztworu kwasu azotowego (V) – 3 mL 65% HNO₃ (Suprapure®, Merck Darmstadt, Niemcy). Otrzymano bezbarwne i klarowne roztwory. Po odparowaniu rozpuszczalników do stanu „almost dry” (płyta grzewcza MAG HP7 IKA Niemcy), pozostałość rozpuszczono w wodzie poczwórnie destylowanej o przewodnictwie mniejszym niż 1 μS/cm (aparat destylacyjny S2-97A2 Chemland, Stargard Szczeciński, Polska), przeniesiono ilościowo do kolb jednomiarowych i uzupełniono wodą poczwórnie destylowaną do objętości 25 mL. Zawartość Na, K, Fe, Zn, Mg i Cu w otrzymanych próbkach oznaczono techniką atomowej spektrometrii absorpcyjnej, z wykorzystaniem spektrofotometru iCE 3500 Thermo Scientific, Cambridge, Wielka Brytania. Analizy przeprowadzono w płomieniu powietrzno-acetylenowym, wykonując trzy powtórzenia z czasem zasysania próbki 3 s, czasem pomiaru 3 s oraz zoptymalizowanymi parametrami spektrometru takimi jak przepływ acetyleny, wysokość palnika, szerokość szczeliny oraz stosując analityczne długości fal odpowiednie dla poszczególnych pierwiastków. Wzorce zawartości metali dla Na, K, Mg, Fe, Zn i Cu o stężeniu 1 g/L zakupiono w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi (Polska).

Analiza Statystyczna

Przedstawione w artykule wyniki są wartościami średnimi, uzyskanymi z co najmniej 3 niezależnych powtórzeń wraz z wartościami odchylenia standardowego (± SD). Do analizy statystycznej wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji (One Way ANOVA). Statystycznie istotne zmiany między próbą kontrolną (1) a badanymi grupami (2–8) określono za pomocą testu *post hoc* Dunnetta. Różnice między grupami uznano za istotne przy $p < 0,05$. Analizę danych przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania GraphPad Prism (wersja 8.0, USA).

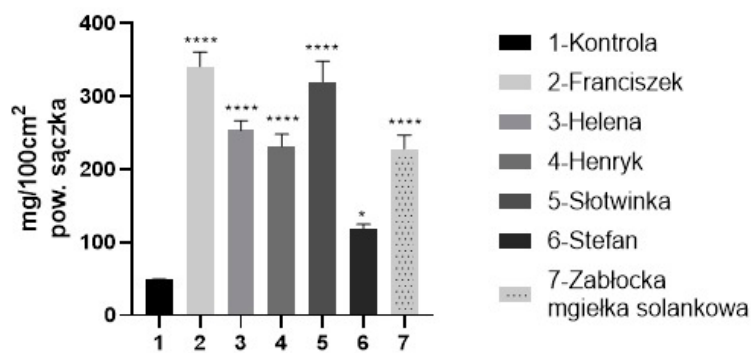
Wyniki i Dyskusja

Wyniki z badania zawartości biopierwiastków z wykorzystaniem urządzenia Minitężnia-2018 zestawiono na **rycinach 1–5**. W większości badanych wód (oprócz zawartości cynku w wodzie Słotwinka i miedzi, której zawartość znajdowała



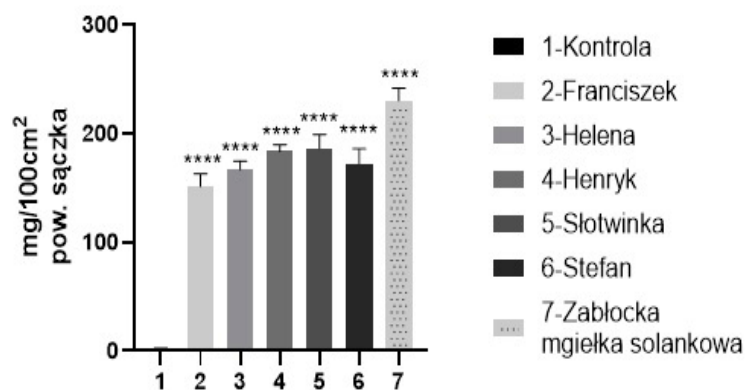
Rycina 1. Zawartość potasu w badanych wodach. Jednoczynnikowa ANOVA (One-way ANOVA) z testem *post hoc* Dunnetta; **** $p < 0.01$ vs kontrola.

Figure 1. Potassium content in the examine water. One-way ANOVA (one-way ANOVA) with Dunnett's *post hoc* test; **** $p < 0.01$ vs control.



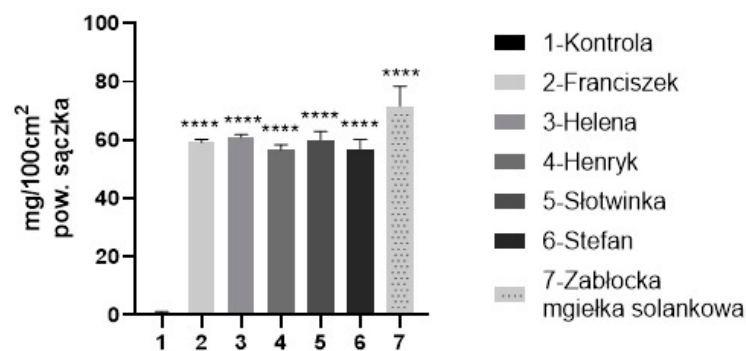
Rycina 2. Zawartość sodu w badanych wodach. Jednoczynnikowa ANOVA (One-way ANOVA) z testem post hoc Dunnetta; **** $p < 0.01$ vs kontrola.

Figure 2. Sodium content in the examine water. One-way ANOVA with Dunnett's post hoc test; **** $p < 0.01$ vs control.



Rycina 3. Zawartość żelaza w badanych wodach. Jednoczynnikowa ANOVA (One-way ANOVA) z testem post hoc Dunnetta **** $p < 0,0001$ vs kontrola.

Figure 3. Iron content in the examine water. One-way ANOVA with Dunnett's post hoc test **** $p < 0.0001$ vs control.



Rycina 4. Zawartość magnezu w badanych wodach. Jednoczynnikowa ANOVA (One-way ANOVA) z testem post hoc Dunnetta; **** $p < 0,0001$ vs kontrola.

Figure 4. Magnesium content in the examine water. One-way ANOVA with Dunnett's post hoc test; **** $p < 0.0001$ vs control.

się poza limitem detekcji metody badawczej, wykazano statystycznie istotne zmiany w zawartości badanych jonów w odniesieniu do próby kontrolnej, którą stanowiły mineralizaty uzyskane z sączków poddanych działaniu aerozolu z wody czterokrotnie destylowanej. Największą zawartość jonów dwu- i trójwartościowych stwierdzono w mineralizacie otrzymanym z Zabłockiej Mgiełki Solankowej. Przy czym warto nadmienić, że dla wszystkich wód zawartość magnezu utrzymywała się na zbliżonym poziomie (56,76–71,62 mg/100 cm² powierzchni sączka). Największą zawartością metali jedno- i dwuwartościowych odznaczały się wody Franciszek i Helena. Bezpośrednia analiza porównawcza pomiędzy uzyskanymi a deklarowanymi zawartościami badanych jonów jest bardzo trudna, gdyż w urzędzeniu Minitężnia-2018 stężenia jonów wyrażano na powierzchnię sączka. Natomiast producenci wód określili zawartość jonów w wodach w ppm (mg/L). We wszystkich próbkach uzyskane zawartości jonów wskazują na możliwość wykorzystania badanych wód w aerozoloterapii. Niemniej należy podkreślić, że nie wszyscy producenci podają dokładną zawartość jonów, a jedynie deklarują ich obecność. Fakt ten odnosi się m.in. do jonów cynku i żelaza. Ponadto, m.in. wody Franciszek i Henryk zostały poddane procesowi odżelaziania. Jeżeli podana jest zawartość żelaza, to jest przedstawiana dla jonów Fe²⁺, a nie Fe³⁺.

Z roku na rok obserwuje się zwiększoną zapadalność na choroby układu oddechowego, zarówno o charakterze infekcyjnym, jak i przewlekłym (POCHP) [17]. Nie bez znaczenia jest rosnące zanieczyszczenie powietrza i związana z nim wzrastająca zapadalność na choroby układu oddechowego [18]. Jedną z najczęściej stosowanych metod w terapii chorób dróg oddechowych zarówno u dzieci, jak i dorosłych jest nebulizacja [19, 20]. Coraz więcej uwagi w terapii chorób układu oddechowego, a w szczególności nieżyty górnych dróg oddechowych i alergicznego nieżyty nosa (Wytyczne EPOS 2022, Polskie Towarzystwo Alergologiczne) poświęca się wykorzystaniu inhalacji z chlorku sodu (sól izotoniczna 0,9%, jak i hipertoniczna 3–5%), która zmniejsza objawy zapalenia błony śluzowej nosa i zatok przynosowych, a irygacje z izotoniczną solą chlorku sodu polepszają rekonwalescencję po zabiegach chirurgicznych w obrębie nosa i zatok przynosowych [15, 21–24]. Większość badanych wód odznacza się wysoką zawartością sodu, w niektórych z nich (m.in. Zabłocka Mgiełka Solankowa) ilość tego biopierwiastka przekracza nawet 3 g/L, a więc jest wyższa niż w hipertonicznych roztworach chlorku sodu, które

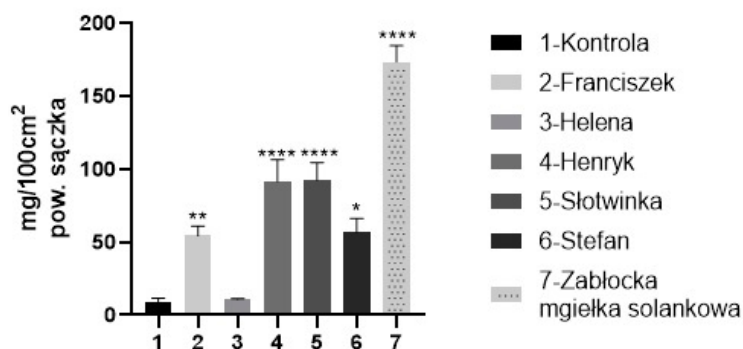
poddane nebulizacji wykazują działanie mukooktywne w związku ze zwiększeniem zawartości wody w wydzielinach oskrzelowych. W ostatnich latach pojawiły się doniesienia o obecności mikroplastiku w wodach butelkowanych [25, 26]. Warto nadmienić, że w trakcie metabolizmu plastiku uwalnia się do krwiobiegu Bisfenol A (BPA), który wywiera wpływ na szlak estrogenowy, a więc wykazuje aktywność hormonalną, a tym samym jest bardzo szkodliwy dla zdrowia [27–30]. Dlatego niezwykle istotne wydają się aspekty dotyczące bezpieczeństwa stosowania wód mineralnych w aerzoloterapii – na ten temat brak jest jakichkolwiek informacji na opakowaniach badanych produktów, co budzi zasadne pytania dotyczące możliwości stosowania danej wody mineralnej w inhalacjach, np. u dzieci, a w szczególności w odniesieniu do ich wieku, lub pacjentów z różnymi schorzeniami.

Wnioski

Terapia z wykorzystaniem aerzoloterapii z wód mineralnych wydaje się bardzo ciekawą opcją terapeutyczną, która może przyczynić się do poprawy wyników leczenia. Jednak, aby możliwe było zastosowanie danej wody w terapii chorób układu oddechowego, niezbędne jest podanie pełnej zawartości wszystkich jonów, przeprowadzanie badań dotyczących bezpieczeństwa i określenie granicy wieku, od jakiej dany produkt może zostać użyty. Uzyskane wyniki potwierdzają potencjalne zastosowanie urządzenia Minitężnia-2018 w ocenie aerzoli leczniczych. Urządzenie to jest w trakcie badań i będzie przedmiotem zgłoszenia wzoru użytkowego.

Piśmiennictwo

- Dz.U. 2011 nr 163 poz. 981, Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze, 2011; (163): 1–108.
- Rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych. 2008; (217): 12074–12075.
- Mirek J. Systemy klasyfikacji wód mineralnych w Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie* 2005; (659): 103–115.
- Jędrzejczyk H, Hoffmann M. Rola wody w przetwórstwie żywności, żywieniu i zdrowiu człowieka. *Inżynieria Przetwórstwa Żywności – Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2004; (1): 1–17.
- Salomon A, Reguśka-Hłow B. Polskie butelkowane wody mineralne i lecznicze – charakterystyka i zastosowanie. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 2013; 46(1): 53–65.
- Opoka W, Szlósarczyk M, Maślanka A, et al. Some micro- and trace elements in selected bottled natural waters from the Polish market evaluated by electrochemical methods. *Journal of Elementology* 2017; 22(2): 463–474. doi:10.5601/jelem.2016.21.4.1164.
- Michalski R, Kończyk J, Muntean E, et al. Inorganic Ions in Bottled Waters from Several Polish and Romanian Mineral Waters. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Food Science and*



Rycina 5. Zawartość cynku w badanych wodach. Jednoczynnikowa ANOVA (One-way ANOVA) z testem post hoc Dunnetta; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, **** $p < 0,0001$ vs kontrola.

Figure 5. Zinc content in the examine waters. One-way ANOVA with Dunnett's post hoc test; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, **** $p < 0,0001$ vs control.

Technology 2019; 76(1): 70–75. doi:10.15835/buasvmcn-fst:2019.0005.

- Zajac D. Inhalations with thermal waters in respiratory diseases. *Journal of Ethnopharmacology* 2021; 281(1): 114505–114515. doi:10.1016/j.jep.2021.114505.
- Vani H, Chalageri, Shobha Bhushan, S. Saraswathi, et al. Impact of Steam Inhalation, Saline Gargling, and Povidone-Iodine Gargling on Clinical Outcome of COVID-19 Patients in Bengaluru, Karnataka: A Randomized Control Trial. *Indian Journal of Community Medicine* 2017; 42(1): 147–150. doi:10.4103/ijcm.IJCM.
- De Andrade SC, De Carvalho RFPP, Soares AS, et al. Thalassotherapy for fibromyalgia: A randomized controlled trial comparing aquatic exercises in sea water and water pool. *Rheumatology International* 2008; 29(2): 147–152. doi:10.1007/s00296-008-0644-2.
- Lubińska-Żądło B, Kowalczyk B, Talaga S. Application of balneotherapy in the treatment of pre-school children. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 2016; 22(1): 27–32. doi:10.5604/20834543.1198720.
- Garbos S, Swiecicka D. Determination of barium in natural curative waters by ICP-OES technique. Part I. Waters taken on the area of health resorts in Poland. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 2011; 62(1): 27–32.
- Carbajo JM, Maraver F. Sulphurous mineral waters: New applications for health. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* 2017. doi:10.1155/2017/8034084.
- Maccarone MC, Masiero S. Spa therapy interventions for post respiratory rehabilitation in COVID-19 subjects: does the review of recent evidence suggest a role? *Environmental Science and Pollution Research* 2021; 28(33): 46063–46066. doi:10.1007/s11356-021-15443-8.
- Le T, Van Nguyen P, Wilkinson D. Nebulized saline produced by ultrasonic humidifiers should be considered as an option for COVID-19. *Immunome Research* 2021; 17(1): 1–3.
- Wojtaszek T. Profilaktyczno-zdrowotne działanie wód mineralnych. *Journal of Elementology* 2006; 11(1): 119–126.
- Śliwiński P, Antczak A, Barczyk A, et al. Stanowisko ekspertów Polskiego Towarzystwa Alergologicznego i Polskiego Towarzystwa Chorób Płuc w sprawie nowych złożonych leków wziewnych w leczeniu astmy. *Pneumonologia Polska* 2021; 2(3–4): 120–125.
- Wong TY. Smog induces oxidative stress and microbiota disruption. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2017; 25(2): 235–244. doi:10.1016/j.jfda.2017.02.003.
- Łączkowska-Przybylska J, Szmaja Z. Zastosowanie aerzoloterapii w leczeniu schorzeń otolaryngologicznych. *Otolaryngologia Polska* 2008; 62(5): 598–600. doi:10.1016/s0030-6657(08)70322-6.
- Dolovich MB, Dhand R. Aerosol drug delivery: Developments in device design and clinical use. *The Lancet* 2011; 377(9770): 1032–1045. doi:10.1016/S0140-6736(10)60926-9.
- Emeryk A, Emeryk-Maksymiuk J, Janeczek K, et al. Hipertoniczne roztwory soli w terapii chorób dróg oddechowych. *Alergoprofil* 2020; 16(3): 10–17. doi:10.24292/01.ap.163160920.
- Skarzynska M, Czajka L. Pharmaceutical Care for pediatric and adult patients in acute or chronic rhinosinusitis according to the

- EPOS 2020 guidelines. *Farmacja Polska* 2021; 76(12): 692–710. doi:10.32383/farmpol/132330.
23. Kowalski ML, Bartuzi Z, Bręborowicz A, et al. Position statement of expert panel of the Polish Allergology Society on the management of patients with bronchial asthma and allergic diseases during SARS-Cov-2 pandemics. *Alergia Astma Immunologia* 2020; 25(1): 2–7. Dostępny w internecie: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083592992&partnerID=40&md5=3b14c35b12819e81f6ee2f0e994af6d9>.
24. Anuradha KWDA, Gunathilaka PKG, Wickramasinghe VP. Effectiveness of hypertonic saline nebulization in airway clearance in children with non-cystic fibrosis bronchiectasis: A randomized control trial. *Pediatric Pulmonology*. 2021; 56(2): 509–515. doi:10.1002/ppul.25206.
25. Makhdoumi P, Amin AA, Karimi H, et al. Occurrence of microplastic particles in the most popular Iranian bottled mineral water brands and an assessment of human exposure. *Journal of Water Process Engineering*. 2021; 39(3): 101708–101715. doi:10.1016/j.jwpe.2020.101708.
26. Schymanski D, Goldbeck C, Humpf HU, et al. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research*. 2018; 129: 154–162. doi:10.1016/j.watres.2017.11.011.
27. Konieczna A, Aleksandra A, Rachoń D. Health risk of exposure to Bisphenol A (BPA). *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 2015; 66(1): 5–11.
28. Hoa H. Le, Emily M. Carlson, Jason P. Chua, et al. Bisphenol A is released from polycarbonate drinking bottles and mimics the neurotoxic actions of estrogen in developing cerebellar neurons. *Bone* 2008; 23(1): 1–7.
29. Pashaei R, Dzingelevičienė R, Bradauskaitė A, et al. Pharmaceutical and Microplastic Pollution before and during the COVID-19 Pandemic in Surface Water, Wastewater, and Groundwater. *Water (Switzerland)*. 2022; 14(19): 3082–3890. doi:10.3390/w14193082.
30. Peng CY, Tsai EM, Kao TH, et al. Canned food intake and urinary bisphenol a concentrations: a randomized crossover intervention study. *Environmental Science and Pollution Research* 2019; 26(27): 27999–28009. doi:10.1007/s11356-019-05534-y.