



Zastosowanie ozonu w kosmetologii i medycynie estetycznej

Ozone application in cosmetology and aesthetic medicine

Wstęp

Właściwości lecznicze ozonu znane są od wielu lat. Dużym zainteresowaniem cieszy się wykorzystanie ozonowanych olejów roślinnych w różnych dziedzinach medycyny, farmacji i kosmetologii. Charakteryzują się one właściwościami antybakteryjnymi i przeciwgrzybiczymi oraz bezpieczeństwem stosowania. Z biochemicznego punktu widzenia najważniejszymi związkami ozonu są jego połączenia z organicznymi związkami nienasyconymi, czyli ozonki. Ozonoterapia,

czyli zespół metod leczniczych, w których stosowany jest ozon, znacznie różni się od tlenoterapii [1]. Ozonoterapia po raz pierwszy została zastosowana w 1873 roku. Przez 130 lat ugruntowała swoją pozycję w medycynie. Stosowana jest między innymi w leczeniu trudno gojących się ran, w stopie cukrzycowej, przy owrzodzeniu kończyn oraz w zakażeniach bakteryjnych. Ze względu na działanie bakteriobójcze oraz natleniające i rewitalizujące ozonoterapia z powodzeniem stosowana jest w kosmetologii.



Kosmetologia / nauka

—> 170

Streszczenie

Ozonoterapia znajduje szerokie zastosowanie w medycynie estetycznej – usuwa defekty skóry, normalizuje jej naturalne funkcje i stymuluje do odbudowy.

Najkorzystniejszą terapeutycznie, bezpieczną, a zarazem najtrwalszą formą nośników ozonu są ozonki – 1,2,4-trioksany – utrzymywane w olejach i kremach. Struktura ozonków umożliwia ich przenikanie do najgłębszych partii skóry i pozytywne oddziaływanie na jej komórki.

W zależności od problemów skóry rekomenduje się podawanie ozonu podskórnie, w postaci ozonowanej oliwy do pielęgnacji miejscowej i masażu ciała, autohemotransfuzje, ozonowanie płynami infuzyjnymi, podawanie do jam ciała lub ozonowanie kończyn w rękawie. Wybór metody jest ściśle uzależniony od indywidualnych potrzeb pacjenta.

W zastosowaniach medycznych stosowana jest mieszanina tlenowo-ozonowa o stężeniach:

- 20–30 mg/ml – działanie immunostymulacyjne,
- 40–45 mg/ml – poprawia utlenowanie tkanek,
- 60–75 mg/ml – działanie bakteriobójcze.

Słowa kluczowe: ozonok, ozonoterapia, leczenie ran, stopa cukrzycowa, zakażenia bakteryjne

Abstract

Ozonotherapy finds wide application in aesthetic medicine – masks skin defects, normalizes its functions and stimulates epidermal reconstruction.

The most effective, safe and stable form of ozone carriers are ozonides incorporated in oils and emulsions. Ozonides structure enables penetration of the deepest skin layers and have positive influence on skin cells.

Depending on skin problems, different methods of application are recommended, among others: local subcutaneous ozone injection, ozonized oil for local skin care or massage, autohemotransfusion, ozonized infusion fluids, administration of ozone into body cavities or limb ozonization.

In medical applications, the following oxygen-ozone mixture concentrations are used:

- 20–30 mg/ml – immunostimulatory effect,
- 40–45 mg/ml – tissue oxygenation improvement,
- 60–75 mg/ml – bactericidal effect.

Key words: ozonide, ozonotherapy, wound healing, diabetic foot, bacterial infections

Justyna Sadowska-Pietrzak

Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Politechniki Poznańskiej
Piotrowo 2, 60–965 Poznań
Metrum Cryoflex, ul. Kolejowa 16A
05–092 Lomianki k. Warszawy
tel. +48 22 331 37 68
e-mail: justyna.sadowska@metrum.com.pl

otrzymano / received:

05.03.2013

poprawiono / corrected:

07.05.2013

zaakceptowano / accepted:

10.06.2013



Fizyczne i chemiczne właściwości ozonu

W atmosferze ziemskiej warstwa ozonu znajduje się na wysokości 17–35 km. W stratosferze w wyniku oddziaływania promieniowania słonecznego w paśmie ultrafioletu – fali o długości 280–320 nm, cząsteczka tlenu O_2 zostaje rozbita na dwa atomy tlenu O. Tlen atomowy O jest bardzo aktywny chemicznie i reaguje z tlenem cząsteczkowym O_2 , tworząc ozon O_3 . W postaci gazowej ozon jest bezbarwny, a w stanie ciekłym jest prawie nieprzezroczysty, o zabarwieniu intensywnie ciemnoniebieskim. W stanie stałym jest prawie czarny. Temperatura topnienia wynosi 80,5 K, a temperatura wrzenia 161,66 K [2]. Ozon jest gazem cięższym od powietrza, nietrwałym i łatwo ulega rozkładowi. W wodzie ozon rozkłada się szybciej niż w powietrzu (tabela 1 i 2). Na szybkość rozkładu ma wpływ odczyn i rodzaj zanieczyszczeń.

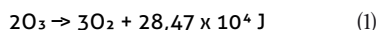
Tabela 1 Czas połowicznego rozpadu ozonu w powietrzu w zależności od temperatury

Temperatura (°C)	Okres półtrwania (powietrze)*
-50	3 miesiące
-35	18 dni
-25	8 dni
20	3 dni
120	1.5 godziny
250	1.5 sekundy

Tabela 2 Czas połowicznego rozpadu ozonu w wodzie w zależności od temperatury

Temperatura (°C)	Okres półtrwania (woda)*
15	30 minut
20	20 minut
25	15 minut
30	12 minut
35	8 minut

Ciekły ozon łatwo rozkłada się na tlen (reakcja wybuchowa). Z dwóch objętości ozonu powstają trzy objętości tlenu i wyzwala się duża ilość energii:

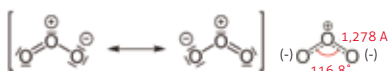


Ozon jest bardzo silnym związkem utleniającym, znacznie silniejszym od tlenu. To sprawia, że jest gazem bakterioobójczym, grzybobójczym i wirusobójczym. Jego właściwości utleniające są związane z następującą reakcją:



Ozon rozpada się na cząsteczkę tlenu i tlen atomowy, który jest bardzo aktywny.

Budowę cząsteczkową ozonu przedstawia się za pomocą klasycznego wzoru kątownego. Długość wiązania pomiędzy centralnym atomem tlenu a atomami skrajnymi jest jednakowa – wynosi 0,126 nm, kąt między wiązaniami wynosi 117°.



Rys. 1 Struktura cząsteczki ozonu [2]

Produkcja ozonu oparta jest na zasadzie cichego, elektrycznego wyładowania w zmiennym polu wysokiego napięcia, które oddziałuje na strumień czystego tlenu lub powietrza z otoczenia [2]. Do celów kosmetycznych i medycznych stosuje się generatory ozonu.

Przykład działania ozonatora - modelu ATO₃, firmy Metrum Cryoflex

Gaz wytwarzany jest poprzez przepływające powietrze przy stałym objętościowym współczynniku przepływu 27 [l/h] przez ozonator. Mieszanina ozon/powietrze wprowadzana jest do reakcyjnego zbiornika, w którym ozon reaguje z olejem z oliwek. Wydzielony gaz zawierający nieprzereagowany ozon wprowadzany jest do zbiornika absorpcyjnego zawierającego 200 ml wody, kwas siarkowy i jodek potasowy. Ilość zaabsorbowanego ozonu w zbiorniku absorpcyjnym oznacza się metodą miareczkowania jodometrycznego [24].

Działanie bakterio-, grzybo- i wirusobójcze ozonu

Zastosowanie ozonu w kosmetologii, dermatologii i medycynie jest możliwe dzięki jego silnym właściwościom utleniającym. Ponadto nie odnotowano odporności drobnoustrojów na oddziaływanie ozonu, co dodatkowo kwalifikuje terapię do aplikacji medycznych i kosmetycznych.

Ozon jako silny utleniacz łączy się z biomolekułami zawierającymi cysterynę, cysteinę, metioninę i histydynę, które tworzą między innymi błony komórek bakteryjnych. Głównym miejscem jego oddziaływania są grupy tiolowe aminokwasu cysteiny. Badania wykazały, że już kilkusekundowe działanie ozonu prowadzi do zniszczenia funkcji życiowych bakterii; roztwory oleiste ozonu osiągają ten efekt po kilku godzinach. Bakterie Gram (+) są bardziej wrażliwe na oddziaływanie ozonu niż bakterie Gram (-). Na ozon reagują również bakterie beztlenowe. Bakteriami najbardziej wrażliwymi są: *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Staphylococcus ureus*, *Albus*, *Haemolyticus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*. Ozon łatwo oddziałuje na znajdujące się w otoczkach wirusów wielonienasycone kwasy tłuszczowe, dezaktywując wirusy [1, 4].

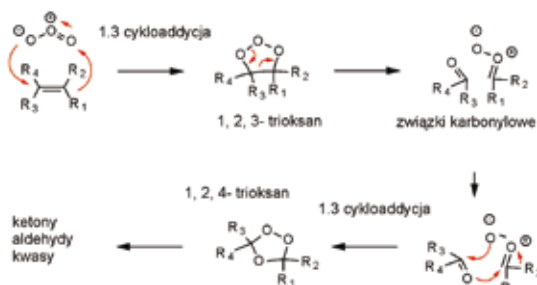
Ozonowane oleje

W medycynie wykorzystuje się mieszaninę ozonu i tlenu. W zależności od wyboru metody stosowania stężenie ozonu może się wahać w granicach pomiędzy 1 a 100 µg/ml (0,05–5% O_3). Ozon stosowany w medycynie cechuje się własnościami silnie bakterioobójczymi, grzybobójczymi oraz wirusobójczymi. W przypadku zastosowania terapii ozonem o niskim stężeniu pobudzone zostają naturalne zdolności odpornościowe organizmu – ozon aktywuje system immunologiczny, co jest wykorzystywane w leczeniu owrzodzeń, ran otwartych, ran pooperacyjnych, opryszczki i innych zakażeń skórnych. Innym przykładem zastosowania jest wykorzystanie wody ozonowanej w stomatologii lub oliwy ozonowanej w przypadku egzem skórnych, trądziku, odleżyn, grzybic i liszajów [5, 6]. Ponadto ozon:

- poprawia metabolizm zapalnie zmienionych tkanek poprzez zwiększenie ich natlenienia,
- aktywuje systemy odpowiedzi immunologicznej – w wysokich stężeniach wywołuje efekt immunodepresyjny, w niskich – immunostymulujący,
- wpływa na stan równowagi oksydacyjnej organizmu [7].

Ozon wykazuje powinowactwo chemiczne do tłuszczu, tworząc substancje, które pod wpływem wody uwalniają wolny tlen. W tym przypadku najczęściej stosowany jest olej z oliwek, który ma właściwości dobroczynne dla skóry i stanowi składnik wielu leków i kosmetyków. W kontakcie oliwy z obecnym zawsze na powierzchni skóry potem uwalniają się substancje czynne biologicznie, które działają ochronnie, natleniająco i rewitalizująco [8]. Jednocześnie antybakteryjne właściwości ozonu powodują, że ozonowana oliwa może być stosowana zarówno do poprawiania wyglądu zdrowej skóry, jak i do leczenia oraz łagodzenia różnych zmian chorobowych [9].

Ozonowanie nienasyconych trójglicerydów jest przedmiotem wielu badań. Autorzy prac [10–13] potwierdzili antybakteryjne i antygrzybiczne właściwości ozonowanych olejów (głównie oliwy z oliwek i oleju słonecznikowego), które znajdują zastosowanie szczególnie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. W reakcji ozonu z olejami powstają związki chemiczne, m.in.: wodoronadtlenki, ozonki, aldehydy, nadtlenki i polinadtlenki [14, 15, 16–18]. Reakcję ozonu z nienasyconymi estrami kwasów tłuszczowych w trójglicerydach dobrze opisuje mechanizm Criege'a przedstawiony na rysunku 2 [19, 20].



Rys. 2 Mechanizm Criege'a

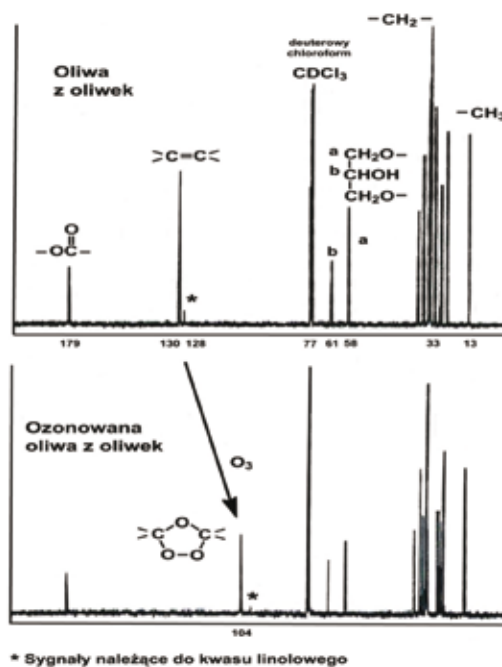
Ozonowanie olejów roślinnych jest przedmiotem wielu prac naukowych [3, 21–25]. Większość z nich jest ukierunkowana na ocenę chemiczną lub biologiczną produktów, natomiast nie porusza bardzo ważnego aspektu – dokładnego określenia stężenia ozonu w ozonowanych preparatach. Przy zbyt krótkim czasie ozonowania mogą tworzyć się niebezpieczne dla zdrowia aldehydy.

Ozonki

Do identyfikacji zmiany składu olejów podczas kolejnych etapów ozonowania posłużono się metodą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego NMR (*Nuclear Magnetic Resonance*). Zastosowano spektrometr Bruker Avance Ultra Shield⁷ pracujący dla widm ¹H przy częstotliwości 600 MHz. Rejestrowano widma wodoru ¹H i węgla ¹³C. Jako rozpuszczalnik zastosowano etanol.

Zmiana budowy łańcuchów kwasów tłuszczowych w ozonowanych olejach wskazuje na stopniowy spadek liczby podwójnych wiązań wraz ze wzrostem czasu ozonowania. Jest to spowodowane pojawieniem się 1,2,4-trioksanu (ozonku) jako głównego związku odpowiedzialnego za antybakteryjne właściwości olejów (Rys.3, sygnał 104 ppm wskazuje związek 1,2,4-trioksan).

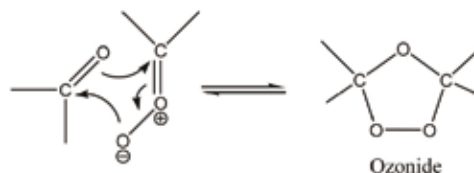
Na podstawie badań spektrometrycznych stwierdzono, że po 7 godzinach ozonowania uzyskuje się olej o największej zawartości 1,2,4-trioksanu (a więc najlepszy z punktu widzenia właściwości antybakteryjnych i antygrzybiczych).



* Sygnały należące do kwasu linolowego
Rys. 3 Część widma NMR dla oliwy z oliwek i ozonowanej oliwy z oliwek [26]

Ozonki są całkowicie nieszkodliwe, stabilne i nie podlegają procesowi utleniania. Ich struktura umożliwia przenikanie do najgłębszych partii skóry i pozytywne oddziaływanie na komórki. Poza tym ozonki:

- pozwalają na utlenianie kwasu mlekowego poprzez przetwarzanie go na cukry, a tym samym dostarczają energii zamiast toksycznych produktów ubocznych,
- wchodzą w reakcje z innymi naturalnymi składnikami odżywczymi, zwiększając pozytywne efekty ich działania oraz ułatwiając ich wchłanianie,
- powodują zwiększone dotlenienie komórek [7].



Rys. 4 Struktura ozonku [27]

Ozon w kosmetyce

Ozonoterapia jest obecnie uznaną na świecie metodą wspomagającą ogólnie przyjęte leczenie rutynowe, szczególnie w przypadkach gdy nie przynosi ono spodziewanych wyników [28]. Ozonoterapia normalizuje naturalne funkcje skóry i stymuluje ją do odbudowy. Najkorzystniejszą terapeutycznie, bezpieczną, a zarazem najtrwalszą formą nośników ozonu są ozonki utrzymywane w tłuszczach.

Ozonowane oleje, maści, kremy i żele na bazie tych olejów stosowane są w wielu zabiegach kosmetycznych, a także służą do utrzymania efektów innych zabiegów, na przykład:

- manicure, pedicure,
- redukcja cellulitu i rozstępów,
- leczenie trądziku,
- po depilacji,
- po laseroterapii,
- po oczyszczaniu twarzy,
- po mikrodermabrazji,
- po peelingu chemicznym, mechanicznym i ultradźwiękowym. ☞



Literatura

1. Z. Antoszewski, P. Madej: *Ozonoterapia i jej zastosowanie w medycynie*. Medica Press, Bielsko Biala 1997.
2. E. Sroka: *Ozon i jego wpływ na życie człowieka*, www.ozonowanie.com.
3. J. Sadowska, et al.: *Characterization of ozonated vegetable oils by spectroscopic and chromatographic methods*, Chem Phys Lipids, 151, 2008, 85-91.
4. L.A. Sechi, et al.: *Antibacterial activity of ozonated sunflower oil (Oleozon)*, J. Appl. Microbiol, 90, 2001, 279-284.
5. A.V. Bocci: *Scientific and medical aspects of ozone therapy*, State of the art. Arch. Med. Res., 37, 2006, 425-435.
6. H. Ruiz, et al.: *Acute ulceronecrotizing gingivitis (aung). An alternative of treatment with ozonized oil*, Pharmacology online vol. 3, 2006, 772-777.
7. V. Bocci: *Ozone: A New Medical Drug*, Springer, 2011.
8. M.G. Mustafa: *Biochemical basis of ozone toxicity*, Free Radical Biol. Med., 9, 1990, 245-265.
9. M.A. Mehlman, C. Borek: *Toxicity and biochemical mechanisms of ozone*. Environm. Research, 42, 1987, 36-53.
10. N.S.I. Geweely: *Antifungal activity of ozonized olive oil (Oleozone)*, Int. J. Agr. Biol. 8, 2006, 670-675.
11. Z.B.Z. Rodríguez et al.: *Antioxidant mechanism is involved in gastro-protective effects of ozonized sunflower oil in ethanol-induced ulcers in rats*, Mediators Inflamm., 2007.
12. M.F. Díaz, et al.: *Comparative study of olive oil and ozonized sunflower oil*, J. Braz. Chem. Soc. 17(2), 2006, 403-407.
13. M.F. Díaz, et al., *Study of ozonated sunflower oil using 1H NMR and microbiological analysis*, Ozone Sci. Eng. 28, 2006, 59-63.
14. Z.B. Guzel-Seydim, A.K. Greene, A.C. Seydim: *Use of ozone in food industry*. Lebensmittelwiss. U. Technol., 37, 2004, 453-460.
15. G. Valacchi, V. Fortino, V. Bocci: *The dual action of ozone on the skin*, Br J Dermatol 153, 2005, 1096-1100.
16. P.S. Bailey: *Ozonation in Organic Chemistry*, Academic Press, New York, 1, 1978, 25-37.
17. R. Criegee: *Mechanismus der Ozonolyse*. Angew. Chem., 87, 1975, 763-771.
18. J. John, M. Bhattacharya, P. Raynor: *Emulsions containing vegetable oils for cutting fluid application*, Colloids Surf. A, 237, 2004, 141-150.
19. N.U. Jr. Soriano, V. Migo: *Crystallization behavior of neat biodiesel and biodiesel treated with ozonized vegetable oil*, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 107, 2005, 689-696.
20. N.U. Jr. Soriano, V. Migo: *Ozonized vegetable oil as a pour point depressant for neat biodiesel*, Fuel, 85, 2006, 25-31.
21. M.F. Díaz, et al.: *Spectroscopic characterization of ozonated sunflower oil*, Ozone Sci. Eng., 27, 2005, 247-253.
22. N.U. Jr. Soriano, V.P. Migo, M. Matsumura: *Ozonation of sunflower oil: spectroscopic monitoring of the degree of unsaturation*. J. Am. Oil Chem. Soc., 80, 2003, 997-1001.
23. G.M.F. Diaz, et al.: *Chemical analysis of ozonized theobroma fat*. J. Am. Oil Chem. Soc., 83, 2006, 943-946.
24. M. Diaz, et al.: *Spectroscopic characterization of ozonides with biological activity*. Ozone Sci. Eng., 23, 2001, 35-40.
25. I. Zanardi, et al.: *Physico-chemical characterization of sesame oil derivatives*. Lipids, 43, 2008, 877-886.
26. <http://www.ozonterapiaklinigi.com/upload/dokumanlar/ozon%20oil%20structure.pdf>
27. http://chemwiki.ucdavis.edu/@api/deki/files/1449/=Ozonolysis_Mechanism_Step_2.jpg
28. J.M. Mirabal: *Method for obtaining ozonized oils and vegetable fats and use of said products for pharmaceutical and cosmetic purposes*, W/O 03/085072 A1.

NATURALNA SIŁA OZONU ZAMKNIĘTA W PREPARATACH OZONOSEPT

Maść i Oliwa OZONOSEPT zawierają ozonki jako substancję czynną. W kontakcie z tkankami ulegają rozpadowi wydzielając tlen atomowy, wykazujący silne działanie antyseptyczne.

Produkty OZONOSEPT z uwagi na ich działanie antibakteryjne, przeciwgrzybicze i przeciwzapalne, można stosować w profilaktyce i wspomaganie leczenia odleżyn oraz wszelkich uszkodzeń skórnych. Brak powstawania odporności na ozon jest wskazaniem do terapii Ozonoseptem w zakażeniach lekoopornych.

Wskazania

- odleżyny,
- odparzenia,
- uszkodzenia skóry,
- urazy,
- rany powierzchniowe,
- owrzodzenia żyłne,
- stopa cukrzycowa,
- grzybice stóp.

Zastosowanie

Rany głębokie lub sączące leczy się początkowo Maścią Ozonosept, aż do oczyszczenia rany. Oliwa Ozonosept powinna być stosowana w końcowym okresie gojenia.



Producent Aparatury Medycznej
posiadamy system zarządzania jakością
wytrobów medycznych ISO13485:2003

Metrum CryoFlex

Więcej informacji na stronie: www.ozonosept.com.pl

Kosmetyki serii OZONOSEPT zostały przebadane dermatologicznie. Numer w rejestrze RK: maść: RK/261259/2009; oliwa: RK/261260/2009

ul. Kolejowa 16A
05-092 Łomianki
tel. 022 33 13 750; fax 022 33 13 766
e-mail: biuro@metrum.com.pl