

Raport o stanie wiedzy dotyczącej klastrów wody, tworzeniu się klastrów oraz rozpadu (deklasteryzacji)

stan wiedzy na dzień 2014.02.10, opracował: Dr inż. Marek Doskocz – Dział Badawczy- Rozwojowy STOMADENT

Woda stanowi jedną z podstawowych cieczy, w której może istnieć życie i która wchodzi w skład organizmów żywych (ok. 60%). Woda posiada nietypowe własności fizyko-chemiczne. między innymi takie, jak:

- maksimum gęstości w temperaturze 4°C – jest to zarazem jedna z nielicznych substancji, które maksimum gęstości posiadają w stanie ciekłym,
- dużą przenikalność dielektryczną, co sprzyja tendencji do oddziaływania z polem elektrycznym,
- wysoką zdolność do rozpuszczania różnych związków chemicznych. Woda jest niemal idealnym rozpuszczalnikiem, w którym ponadto mogą zachodzić reakcje biochemiczne,
- wodzie występują wiązania wodorowe, których brak spowodowałby obniżenie temperatury wrzenia wody aż do ok -90°C. Wiązania wodorowe stanowią więc jeden z podstawowych elementów struktury wody wodzie determinujących sposób oddziaływań,

Struktura wody

Struktura przestrzenna wody w wyniku wciąż niedoskonałej wiedzy teoretycznej, czasem budzi kontrowersje ale, jak to określa pani prof. Joanna Sadlej z Narodowego Instytutu Leków, „*że to sieć wiązań wodorowych w wodzie jest odpowiedzialna za wiele jej anomalnych cech. Ze wszystkich dotychczasowych badań doświadczalnych wynika, że to jest prawdą. Ale na to trzeba jeszcze mieć dowody, co oznacza –*

trzeba poznać dynamikę układu i jego strukturę w skali femtosekundowej.” (Przegląd Medyczny... 2011)[[i\]](#) Okazuje się m.in., że w roztworze wodnym cząsteczka wody nie zachowuje się tak samo jak w heksagonalnej strukturze lodu (oddziaływania z 4 cząsteczkami poprzez 4 silne wiązania wodorowe), ale oddziałuje poprzez tworzenie dwóch silnych wiązań wodorowych, co stwarza możliwość budowania struktur łańcuchów bądź pierścieni (Science 2004)[[ii](#)], kolejna praca (ChemPhysLetter 2008)[[iii](#)] pokazuje, że w roztworze wodnym występują obszary cząsteczek tworzących konfigurację tetraedryczną o niższej gęstości oraz obszary o większej gęstości zawierający odkształcone (zdeformowane) cząsteczki wody. Woda jest w istocie strukturą trudną do badania ze względu na nieliniowe właściwości oraz z uwagi na fakt, że jest układem dynamicznym. Science (2005) podaje, że jednym z ważnych problemów chemii jest dalsze poznawanie struktury wody.[[iv](#)]

Klastery Wody

Cząsteczki wody oddziałują ze sobą tworząc różne układy nazywane klasterami. Najmniejszy klaster wody składa się z dwóch cząsteczek ale może rozciągać się w przestrzeni na większe układy. Znane i badane są układy do ok 280 cząsteczek wody. Mogą to być układy symetryczne, lub nie, mogą być zbudowane z jednej warstwy bądź kilku (kolejne warstwy stabilizują klaster (ChemPhysLett 2010),[[v](#)] mogą tworzyć się także układy łańcuchowe bądź cykliczne. Dzięki występowaniu oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i ich zdolności do

tworzenia struktur, a nie tylko układów izotropowych możliwe jest wyjaśnianie poszczególnych anomalnych właściwości wody, a także natury rozpuszczalności (Angewandte 2001).[vi] Oddziaływanie cząsteczek wody między sobą umożliwia wyodrębnienie układów, w których oddziaływania są silne prowadzące do tworzenia się struktur – klastrów. Struktury mogą być z samej wody, mogą też gromadzić się wokół jonu (otoczka solwatacyjna), wokół cząsteczki obojętnej (Przykładowo struktura klatratu metanu stanowi jeden z przykładów jak silne mogą być wiązania wodorowe w wodzie. Woda otacza cząsteczki metanu i zamyka je tworząc białą palną substancję- klatrat metanu)[vii] W każdym razie fakt tworzenia różnych układów przez wodę (inne nazwy klastrów, klatrat, układ, system, gigaklastr) jest niezaprzeczalny.

Ze względu na charakter wody badania tych zjawisk są trudne nie mniej jednak rozwój badań przyczynia się do coraz bliższego poznania układów. Badania podejmuje się poprzez:

- **badania teoretyczne-** stanowią największą liczbą badań polegających na symulacjach komputerowych na poziomie mechaniki, dynamiki molekularnej, metod ab initio, DFT, czy zaawansowanych metod tzw. klastrów sprzężonych (CC). Metody teoretycznie nie tylko dają wyobrażenie jak wyglądają klastry, ale w dużej mierze tłumaczą właściwości fizyczne i wyniki eksperymentów.[viii]
- **badania spektroskopowe-**w badaniach tych analizuje się otrzymane eksperymentalnie widma, na którym wyraźnie widać charakterystyczne sygnały odpowiadające występowaniu w wodzie klastrów, struktur. Stosowane techniki to np.:
-spektroskopia w podczerwieni –

protonowane klastry $H^+(H_2O)_n$.[ix] [x]

-X-ray, [xi]

-X-ray emission spectroscopy (XES),[xii]

-spektroskopia fotoemisyjna (PES, photoemission spectroscopy),[xiii]

-vacuum ultrafiolet photoionization (VUV),[xiv]

-femtosekundowa jonizacja,[xv]

-spektroskopia mas, także w wydaniu Triple Quadrupole Mass Spectrometry. [xvi]

- **adania biologiczne** – tworzenie klastrów wpływa na właściwości wody, a co za tym idzie na rozpuszczalność,[xvii] równowagi jonowe, stałą dielektryczną,[xviii] oddziaływanie z białkami i z makrocząsteczkami.[xix],[xx] Układy klastrów ze względu na wielkość nie są transportowane przez błony oraz kanały, przed ich transportem następuje dysocjacja –rozpad.

Proces tworzenia oraz rozpad ew. redukcja wielkości klastrów

W roztworach obserwuje się występowanie struktur o charakterze klastrowym, więc w sposób naturalny muszą zachodzić równowagi tworzenia i rozpadu tych struktur. Procesy te nie są do końca poznane. W publikacjach wymienionych w niniejszym opracowaniu można się doszukać także tych najaktualniejszych. Tworzenie struktur podczas skraplania czy parowania wody wydaje się być procesem samoistnym. Można się spodziewać, że także w roztworze musi zaistnieć mechanizm formujący oddziaływania. Roztwór wodny zwykłej wody zawiera struktury przestrzenne wody. Rozpad natomiast tych struktur następuje po dostarczeniu energii, (naświetlaniu). Jeżeli dostarczona energia będzie za duża lub np.: na niewłaściwej długości fali ($E=h\nu$, E - energia. h - stała Plancka. ν -

częstotliwość fali), wówczas energia wydzieli się jedynie w postaci ciepła i roztwór podgrzeje się – tak jak to ma miejsce, jeśli energię dostarczamy za pomocą klasycznego promiennika podczerwieni lub nagrzewając wodę w mikrofalówce.

Obecne rozwiązanie Stomadentu działa na takiej zasadzie, że energię potrzebną do rozbicia klastrów (i uzyskania wybranych oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody) dostarczana jest do układu na zasadzie zdalnego pobudzenia rezonansowego zaś źródło tej energii rezonansowej stanowi niskoczęstotliwościowy generator plazmy niskotemperaturowej, który wytwarza w plazmie odpowiednie częstotliwości oscylacji w zależności od gęstości prądu plazmy. Charakterystyczne jest, że nawet przy długotrwałej ekspozycji wody wystawionej na działanie generatora plazmy nie prowadzi do istotnego wzrostu temperatury. Natomiast w trakcie tego procesu, gdy odległość do plazmy jest mniejsza od 10 cm, wyraźnie widać, że w obrabianej wodzie lub roztworze wodnym pojawia się lekka poświata lub świecenie.

Lata pracy badawczej Stomadentu doprowadziło do znalezienia optymalnych warunków niszczenia rozbudowanych klastrów lub redukcji ich rozmiarów, co pozwala uczynić z wody ciecz o polepszonej jednorodności i powtarzalnej zdeklastrowanej, a właściwie „zmikroklastrowanej” strukturze.

Funkcjonalność urządzenia opracowanego przez Stomadent

Proces naświetlania wody prowadzony przy użyciu urządzenia firmy Stomadent przebiega z udziałem niskoczęstotliwościowej plazmy niskotemperaturowej o odpowiednich dobranych parametrach. Czasem w nazwie *niskoczęstotliwość* jest pomijana, ze względu na

uproszenie nazwy oraz z uwagi na fakt, że i tak plazma ma częstotliwość odpowiednio dobraną do wody. Woda podczas tego procesu wykazuje lekką poświatę, co jest faktem o tyle znamionym, co niespotykanym. Efektem takiego naświetlania jest uzyskanie deklastryzacji – zerwania rozległych wiązań wodorowych pozostawiając, jedynie mniejsze rozmiarami mikroukłady dzięki czemu niektóre właściwości wody zmieniają się (np.: zdolności rozpuszczania soli, stała dielektryczna, etc...).

Funkcjonalność urządzenia została potwierdzona przyznaniem ochrony patentowej (Numer zgłoszenia 389626, numer prawa wyłącznego 216025), oraz znalazła swoje potwierdzenie w pozytywnych wynikach badań wody pobranej do analizy po procesie obróbki. Ukazały się także publikacje po pierwszym zgłoszeniu patentowym (np.: [\[xxi\]](#)) oraz po kolejnych zgłoszeniach do ochrony patentowej. Warty podkreślenia jest fakt, że rezonansowe oddziaływania plazmy niskotemperaturowej z materiałem, które na pierwszy rzut oka łatwo jest, acz mylnie, zakwalifikować do bardzo słabych, może po odpowiednim doborze parametrów działać także na stopy metali modyfikując ich parametry. Przykładowo, poprzez napromieniowanie plazmą udaje się podnieść wytrzymałość mechaniczną stopów o 30% w stosunku do stanu przed obróbką.

Właściwości "wody zdeklastrowanej"

Wodą zdeklasteryzowaną w firmie Stomadent nazywamy wodę po obróbce w plazmie niskotemperaturowej. Taka woda nabiera odpowiednich właściwości chemiczno-fizycznych dookreślonych poprzez inną stosowaną dla niej nazwę: nanowoda, czyli woda pozbawiona struktur. Jednak koronnym parametrem fizycznym, który jest mierzony przed i po obróbce jest stała dielektryczna nazywana względną

przenikalnością elektryczną, która w niektórych przypadkach zmienia się ponad 4-krotnie. Odpowiadający temu parametrowi współczynnik załamania maleje po obróbce ok. dwukrotnie, co wydaje się niesamowite. Ponadto odnotowuje się zwiększenie rozpuszczalności substancji stałych jak i gazowych, zmiany właściwości biologicznych itp.

Ze względu na procedury patentowania wspomniane nowe właściwości wody nie były przedstawiane publicznie szeroko, nie mniej jednak przygotowywane są zarówno publikacje, jak i dalsze zgłoszenia patentowe (dotychczas zgłoszone numer zgłoszeń: 403021, 403021, 389626). Zespół osób pracujących w Stomadencie nad technologią obróbki i zastosowania nanowody ma kilkudziesięcioletnie doświadczenie w kraju i zagranicą, np.: znane są liczne opracowania dr Igora Elkina.

Badania nad właściwościami wody po procesie deklasteryzacji w urządzeniach Stomadentu były przeprowadzone także poza firmą Stomadent. Badania były weryfikowane w wybranych ośrodkach naukowych z całej Polski, gdzie w doniesieniach naukowych w postaci raportów stwierdzono:

- **Stomadent**– Badanie kontrolne wody przed, w trakcie i po obróbce plazmą wykazało: silną zmianę przenikalności elektrycznej i siły jonowej-pH, zauważalną zmianę koloru i gęstości oraz współczynnika załamania, zwiększoną zdolność do tworzenia emulsji i zawiesin. Fakt, że przenikalność elektryczna mierzona względem wody przed obróbką jest różna, siła jonowa wraz z iloczynem jonowym zmienia się – powoduje to że stężenie jonów H^+ i OH^- jest inne niż 10^{-7} . Wynika to z natury stałej dysocjacji (K_w) wody zależnej od siły jonowej (I), a zatem

wzrasta rozpuszczalność zarówno substancji stałych gazów i cieczy.

- **Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej oraz Zakład Genetyki Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie**, (mgr Anna Och, mgr Marek Och, dr Anna Bogucka-Kocka, dr hab. n. med. Janusz Kocki), Badania na temat wpływu zdeklastrowanego medium hodowlanego RPMI na żywotność i zdolność proliferacji komórek nowotworowych układu hematopoetycznego człowieka. Wnioski: W hodowli komórek na podłożu poddanym działaniu niskotemperaturowej plazmy obserwowano spadek gęstości hodowli w funkcji czasu. Badania te będą rozwijana w kierunku aplikacyjnym leczenia białaczek oraz innych nowotworów.
- **Zakład Histologii i Embriologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, Katedra Biostruktury Komórki**. (dr hab. n. med. Beata Szynaka) Badania komórek linii komórek linii MOLT-4 traktowanych i nietraktowanych wodą zdeklasteryzowaną. Jedną z obserwacji to zahamowanie podziałów komórkowych po traktowaniu wodą zdeklasteryzowaną, oraz wpływ tej wody na apoptozę komórek. Obserwacja faktu jest nowa, nie opisywana jak dotąd w literaturze.
- **Zakład Farmakologii Doświadczalnej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku** (dr hab. n. med. Halina Car) Badania na linii U207, Wniosek: sól fizjologiczna poddana działaniu plazmy eliminuje komórki z uszkodzonym DNA, co pozwala na wyselekcjonowanie

komórek zawierających jednolite i prawidłowe DNA, a tym samym poprawę funkcji tkanek i narządów.

- **Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie** (dr inż. Joanna Dziamba, Prof. dr hab. Szymon Dziamba) Badanie plonów fasoli oraz żyta ozimego. Obserwacja wzrost plonu o ponad 50% w stosunku do kontroli po użyciu wody zdeklasteryzowanej.
- **Pracowniana Fizykochemii Dielektryków i Magnetyków Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego** (dr Jadwiga Szydłowska, prof. dr hab. Wojciech Gadomski). Stwierdzono brak niebezpiecznych rodników w nanowodzie.
- **Politechnika Wroclawska , Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska** (dr hab. Teodora M. Traczewska – prof. Pwr, dr inż. Magdalena Sitarska), Badanie toksyczności wody wodociągowej poddanej działaniu plazmy niskotemperaturowej – badania z wykorzystaniem Ames 98/100 (test mutagenności), Microtox (test genotoksyczności/toksyczności), Algaltokit FTM (test toksyczności), PhytotestkitTM (test fitotoksyczności), RapidtoxkitTM (test toksyczności) – wnioski brak negatywnych właściwości nonowody, brak toksyczności.
- **Politechnika Wroclawska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska** (dr inż. Magdalena Sitarska) Ocena przydatności wody poddanej plazmie w hodowli roślin – wniosek woda po obróbce plazmą wpływa znacząco i pozytywnie na wzrost roślin.

- **Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie** (dr M. Murawski, dr T. Schwarz, J. Szymanowicz, Dr. K. Patkowski) - Zastosowanie wody w stanie nadkrytycznym jako potencjalnego czynnika poprawy wyników konserwacji i przechowywania gamet – wniosek oraz zgłoszenie patentowe: zastosowanie wody po obróbce plazmą poprawia żywotność przechowywanego nasienia o ponad 30% w stosunku do dotychczasowych rozwiązań.

Podsumowanie

Z wyżej przedstawionych wyników, oraz ze stanu literatury, ochrony patentowej, wynika, że urządzenie Stomadentu do niskotemperaturowej obróbki plazmy działa zgodnie z zamierzeniem dając wodę o specyficznych właściwościach biologicznych, która nie jest toksyczna, nie zawiera wolnych rodników, natomiast wpływa pozytywnie na rozwój roślin, oraz na ich komórki. Badania naukowe oraz rozwój produktów oferowanych przez Stomadent zostały docenione poprzez przyznanie licznych nagród i wyróżnień w oficjalnych konkursach. Nawet jeśli model teoretyczny oparty na interpretacjach z użyciem pojęć takich, jak klaster, mikroklaster, czy nanowoda byłby dyskutowany czy wręcz podważany, to nigdy nie zmieni to faktu, że woda przepuszczona przez urządzenie plazmowe firmy Stomadent – ma właściwości zgoła inne niż ta nieprzepuszczona. Faktem jest również to, że urządzenie działa w sposób w pełni zamierzony, a parametry otrzymywanego produktu dają się w pełni kontrolować, co pozwala na otrzymywanie tego produktu w sposób przemysłowy z pełną kontrolą jakości. Podjęte próby tłumaczenia zaobserwowanych zjawisk na drodze tworzenia

się struktur klastrowych i ich niszczenie wskutek promieniowania elektromagnetycznego wciąż wydaje się najlepszym modelem popartym studiami literatury oraz ewidencją badań własnych. Oczywiście w literaturze znajdą się także przykłady prac o klastrach wody, w których badania nie zostały przeprowadzone skrupulatnie, ale prace te szybko są negatywnie weryfikowane przez innych.[xxii] Można oto spotkać niejedno pseudo-naukowe doniesienie dotyczące oferowanych domowych urządzeń do domowej modyfikacji wody wraz z naiwnymi opisami jak te urządzenia np.: tworzą klastry(sic). Opisuje się też proste aktywatory wody na zasadzie butelek, pałeczek etc... - te rozwiązania z gruntu wydają się być jedynie chwytami marketingowymi i oczywiście nie są poparte żadnymi poważniejszymi badaniami. Prace, które były wymienione w niniejszym raporcie bazowały na publikacjach opublikowanych w tzw. renomowanych czasopismach (średni IF powyżej 15).

Rozwiązanie prezentowane przez firmę Stomadent – jest poparte latami dość żmudnej pracy wzbogaconej współpracą z ośrodkami naukowymi, publikacjami, patentami, wiedza czerpaną z publikacji o najwyższym poziomie, jak choćby publikacje z grupy Science, ACS, Angewandte etc. Badania oraz wyciągnięte wnioski tworzą jasny ciąg logiczny, który daje się zweryfikować, lub powtórzyć. Ze względu na aplikacyjny charakter badań (przygotowywanie patentów) oraz na innowacyjność badań, wyniki nie były do tej pory ujawniane w tak szeroki sposób jak nastąpiło w tym opracowaniu.

Podsumowanie w punktach:

- klastry wody istnieją, dowiedziono to eksperymentalnie i teoretycznie,
- oddziaływanie pomiędzy cząsteczkami wody w klastrze i między klastrami

wpływa na właściwości wody, które także zależą od wielkości klastrow

- procesy dynamicznego tworzenia oraz rozpadu klastrow także są faktem – wynika to samego z faktu istnienia klastrow i ich oddziaływań z siłami pól zewnętrznymi.
- działanie urządzenia plazmowego firmy Stomadent powoduje, że woda przepuszczona przez to urządzenie ma zasadniczo i istotnie inne właściwości fizyczne i biologiczne
- mechanizm działania urządzenia firmy Stomadent polega na niszczeniu struktury wielkich klastrow wody, co prowadzi do powstawania mikroklasterow zawierających minimalne ilości cząsteczek
- własności wody obrobionej przez urządzenie firmy Stomadent są inne, zarówno biologiczne jak i fizycznie, w stosunku do wody nieobrobionej. Zmienione własności obserwowane są także w trakcie obróbki np. obserwuje się poświatę oraz inne anomalie.

Literatura

- [i] Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie Rzeszów 2011, 2, 254–258 - http://fwww.pmurz.rzeszow.pl/PDF/2011/2/12_zeszyt2_2011.pdf
- [ii] Science 2004;304: 995 DOI: 10.1126/science.1096205, Werner PH, Nordlund D, Bergmann U, Cavallieri M, Odelius M, Ogasawara H, Naslund LA, Hirsch TK, Ojamae L, Glatzel P, Petterssen LGM, Nilsson A. The structure of the first coordination shell in liquid water, <http://www.sciencemag.org/content/304/5673/>

[995.full](#)

[iii] Chemical Physics Letters 2008;460:387.

Tokushima T, Harada Y, Takahashi O, Senda Y, Ohashi H, Petterssen LM, Nilsson A, Shin S. High resolution X-ray emission spectroscopy of liquid water: the observation of two structural motifs.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009261408005745>

[iv] Science 309 (5731): 78–102. July 2005 "So much more to know"

[v] Chemical Physics Letters, Volume 484, Issues 4–6, 7 January 2010, 144–147, Theoretical study on icosahedral water clusters, Oleksandr Loboda, Vladyslav Goncharuk

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009261409014493>

[vi] Angew. Chem. Int. Ed., 40: 1808–1827. doi: 10.1002/1521-

3773(20010518)40:10<1808::AID-ANIE1808>3.0.CO;2-1, Ludwig, R. (2001), Water: From Clusters to the Bulk.

[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1521-](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1521-3773%2820010518%2940:10%3C1808::AID-ANIE1808%3E3.0.CO;2-1/abstract)

[3773%2820010518%2940:10%3C1808::AID-ANIE1808%3E3.0.CO;2-1/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1521-3773%2820010518%2940:10%3C1808::AID-ANIE1808%3E3.0.CO;2-1/abstract)

[vii] Science 27 September 1996: Vol. 273 no. 5283 pp. 1843-1848, DOI:

10.1126/science.273.5283.1843. Peculiarities of Methane Clathrate Hydrate Formation and Solid-State Deformation, Including Possible Superheating of Water Ice, Laura A. Stern, Stephen H. Kirby, William B. Durham,

<http://www.sciencemag.org/content/273/5283/1843.abstract?sid=5982abf9-9184-4852-bd31-081d03c96a0d>

[viii] Prace teoretyczne łatwo znaleźć w PubMedie wpisując „water cluster”

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=water+cluster)

[term=water+cluster](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=water+cluster), ze względu na ich liczbę nie będą tutaj wszystkie wymienione, niektóre z nich zostały już uwzględnione w tym spisie literaturowym, inne np.:

Theoretical study on icosahedral water clusters Chemical Physics Letters, Volume 484, Issues 4–6, 7 January 2010, Pages 144-147, Oleksandr Loboda, Vladyslav Goncharuk Electrical field effects on dipole moment, structure and energetic of (H₂O)_n (2 ≤ n ≤ 15) cluster

Journal of Molecular Structure: THEOCHEM, Volume 915, Issues 1–3, 15 December 2009, Pages 170-177 Evelyn J.L. Toledo, Rogério Custodio, Teodorico C. Ramalho, Maria Eugênia Garcia Porto, Zuy M. Magriotis

[ix] Nature Chemistry, 5, 29–35, (2013) doi:10.1038/nchem.1503 A ‘clusters-in-liquid’ method for calculating infrared spectra identifies the proton-transfer mode in acidic aqueous solutions Waldemar Kulig, Noam Agmon,

<http://www.nature.com/nchem/journal/v5/n1/full/nchem.1503.html>

[x] Angewandte Chemie International Edition Volume 49, Issue 52, pages 10119–10122, December 27, 2010 Infrared Spectra and Hydrogen-Bonded Network Structures of Large Protonated Water Clusters H⁺(H₂O)_n (n=20–200) Kenta Mizuse, Naohiko Mikami, Asuka Fujii,

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.201003662/abstract>

[xi] Physical Sciences – Chemistry: Teresa Head-Gordon and Margaret E. Johnson, Tetrahedral structure or chains for liquid water PNAS 2006 103 (21) 7973-7977; published ahead of print May 12, 2006,

doi:10.1073/pnas.0510593103

<http://www.pnas.org/citmgr?gca=pnas;103/21/7973>

[xii] High resolution X-ray emission spectroscopy of water and its assignment based on two structural motifs Takashi Tokushimaa, Yoshihisa Haradaa, b, Yuka Horikawa, Osamu Takahashi, Yasunori Senba, Haruhiko Ohashi, Lars G.M. Pettersson, Anders Nilsson,

Shik Shin, Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, Volume 177, Issues 2–3, March 2010, Pages 192–205

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0368204810000198>

[xiii] Electronic structure effects in liquid water studied by photoelectron spectroscopy and density functional theory Chemical Physics Letters, D. Nordlund, M. Odelius, H. Bluhm, H. Ogasawara, L.G.M. Pettersson, A. Nilsson Volume 460, Issues 1–3, 20 July 2008, Pages 86–92,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009261408005897>

[xiv] Vacuum Ultraviolet (VUV) Photoionization of Small Water Clusters, Leonid Belau , Kevin R. Wilson , Stephen R. Leone , Musahid Ahmed, J. Phys. Chem. A, 2007, 111 (40), pp 10075–10083,
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp075263v>

[xv] Femtosecond photoionization of (H₂O)_n and (D₂O)_n clusters Radi, P. P.; Beaud, P.; Franzke, D.; Frey, H.-M.; Gerber, T.; Mischler, B.; Tzannis, A.-P. Journal of Chemical Physics, Volume 111, Issue 2, pp. 512-518 (1999).
<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jcp/111/2/10.1063/1.479330>

[xvi] Formation and decomposition of water clusters as observed in a triple quadrupole mass spectrometer, Simone Königa, Henry M Falesa, Journal of the American Society for Mass Spectrometry Volume 9, Issue 8, August 1998, Pages 814–822,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044030598000440>

[xvii] The European Physical Journal D - Atomic, Molecular, Optical and Plasma Physics October 2001, Volume 16, Issue 1, pp 95-97 Solvation and chemical reaction of sodium in water clusters, C. Bobbert, C.P. Schulz
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs100530170068>

[xviii] Kinetics and Mechanism of Water Cluster Equilibria, F. Weinhold, J. Phys. Chem. B, Article ASAP, DOI: 10.1021/jp411475s Publication Date (Web): January 17, 2014,
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp411475s>

[xix] Dielectric Studies of Water Clusters in Cyclodextrins: Relevance to the Transition between Slow and Fast Forms of Thrombin, Stephen Bone, J. Phys. Chem. B, 2006, 110 (41), pp 20609–20614
DOI:10.1021/jp063811j,
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp063811j>

[xx] Small-molecule Binding to the DNA Minor Groove Is Mediated by a Conserved Water Cluster, J. Am. Chem. Soc., 2013, 135 (4), pp 1369–1377 ,
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja308952y>

[xxi] J Nanopart Res (2014) 16:2176, DOI 10.1007/s11051-013-2176-2, Non-thermal plasma-driven synthesis of Eu³⁺:Y₂O₃ nanosized phosphors Piotr Psuja Wieslaw Strek Ihar Yelkin
<http://link.springer.com/article/10.1007/s11051-013-2176-2>

[xxii] Phys Lett A 377 , 2013, 2826-2827
Comment on: “Evidence for the existence of stable-water-clusters at room temperature and normal pressure” [Phys. Lett. A 373 (2009) 3872],
<http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/comment-on-evidence-for-the-existence-of-stablewater-clusters-at-room-6u3lYxiFtz>