

Czy wiesz co to są dwuskładnikowe układy wodne? Nie zdziwi się jeśli powiesz, że znany Ci drink biało-czerwony, czy w ciekły pies to właśnie taki układ, ale byłby w błędzie. Wspomniane drinki tak samo jak dwuskładnikowe układy wodne (w skrócie ABS od angielskiego Aqueous Biphasic Systems) składają się głównie z wody. Jeśli jednak nimi zamieszcimy drink nie rozdzieli się ponownie na dwie cieczki, dlatego należy uważać nie dolewać soku, a w wypadku ABS nawet po wymieszaniu w szklance pojawi się dwie fazy podobnie jak w przypadku znanego wszystkim z kuchni układu oliwa z wodą. Klasyczne układy dwufazowe są znane od starożytności i stosowane są prawie we wszystkich gałęziach działalności ludzkiej od smacznej kuchni poprzez upiększające kremy kosmetyczne na syntezie leków. Układy takie składają się zazwyczaj z wody i rozpuszczalnika organicznego nie mieszają się z wodą (np. benzyna, olej). Charakterystycznym cechem takich mieszanin, aczkolwiek rzadko obserwowanym w życiu codziennym, są krytyczne temperatury mieszania (CST ang. critical solution temperature), czyli temperatury, w których mieszanina staje się homogenna (obserwujemy zanik dwóch cieczy i powstanie jednej), zachowanie takie jest odwracalne. Człowiek w układzie nie da się zaobserwować CST ze względu na niskie temperatury wrzenia jednego ze składników. Znany przykładem układu w którym możemy zaobserwować CST jest oliwa, woda i alkohol.

Mieszaniny takie wykorzystuje się do ekstrakcji, czyli wyodrębniania jednego ze składników mieszaniny do cieczy, w której ten składnik lepiej się rozpuszcza. Zazwyczaj stosuje się rozpuszczalniki organiczne i wodę. Aczkolwiek w myśl zasad zielonej chemii należy ograniczać używanie lotnych rozpuszczalników organicznych ze względu na możliwość zanieczyszczenia środowiska, a także ich toksyczność. Dodatkowo tam gdzie jest to możliwe należy stosować wodę, gdy jest ona najbezpieczniejszym rozpuszczalnikiem. Aby sprostać wyzwaniom stawianym przez Zieloną Chemię najlepiej byłoby aby obydwie cieczki podczas ekstrakcji były roztworami wodnymi, ale takie mieszaniny zazwyczaj są homogenne (występuje tylko jedna ciećka). I właśnie nie tutaj na scenę wchodzi wodne układy dwufazowe. W znanych mieszaninach wody, polimerów i soli obserwujemy podział cieczy na dwie niemieszające się ze sobą cieczki głównie składające się z wody. Jedną ciećka złożoną z wody i soli, oraz drugą z wody i polimeru. Układy takie wykazują różnic sił jonowych (ilość jonów w poszczególnych cieczkach), która umożliwia prowadzenie procesów ekstrakcyjnych. Rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie cieczy jonowych zamiast polimerów.

Cieczki jonowe to bardzo interesująca klasa substancji chemicznych. Jak wskazuje na to nazwa są to związki ciekłe o budowie jonowej, tak jak na przykład stopiona sól kuchenna, lecz w odróżnieniu od soli występujące jako cieczki już w temperaturze zbliżonej do temperatury pokojowej. Jest to grupa substancji obejmująca związki o bardzo różnorodnych właściwościach. Główną zaletą jest ich nielotność (nie da się ich odparować) wynikająca z budowy jonowej. Jony przeciwnych znaków przyciągają się umożliwiając odparowanie. Czyli są to związki spełniające wymienione zasady Zielonej Chemii, więc naturalnym wydaje się ich poćczenie.

W proponowanym projekcie chciałbym skupić się właśnie na wodnych układach dwufazowych wykorzystujących cieczki jonowe. A w szczególności na takich układach w których możemy zaobserwować krytyczne temperatury mieszania w temperaturach zbliżonych do pokojowej. Układy takie usprawniłyby nie tylko procesy ekstrakcji lecz także na przykład reakcje enzymatyczne (reakcje biegnące dzięki enzymom, substancjom wydzielanym z żywych organizmów) niwelując jedną z większych wad jak jest konieczność stosowania wody jako rozpuszczalnika, gdy utrudnia to wprowadzanie związki niemieszających się z wodą właśnie we wspomniane reakcje enzymatyczne.

Badania jakie pragnę podjąć to otrzymanie nowych nigdy wcześniej nie opisanych i scharakteryzowanych cieczy jonowych, a także takich które nie zostały wcześniej w pełni opisane. Niewątpliwie dużym wyzwaniem będzie synteza cieczy jonowych, które będą umiarkowanie hydrofilowe (umiarkowanie lubią oddziaływać z wodą) dzięki czemu będą wykazywały krytyczne temperatury mieszania w układach z wodą. Biorąc pod uwagę, iż cieczki jonowe mają budowę jonową: związki o porządkanych właściwościach mogą otrzymać odpowiednio dobierając jony tworzące ciećka jonową. Oba jony mogą wykazywać umiarkowaną hydrofilowość lub oba mogą wykazywać przeciwnie właściwości jeden hydrofobowy (nie lubi oddziaływać z wodą), a drugi hydrofilowy, lecz dobrane w odpowiedni sposób pozwolą otrzymać związki o umiarkowanej hydrofilowości. Następnie aby opisać utworzone cieczki jonowe wykonam serie pomiarów w roztworach wodnych, która umożliwi mi opisanie oddziaływań jakie występują w tych układach, a tym samym ułatwi przyszłym naukowcom projektowanie związki o zadanej hydrofilowości.

Przebadam także wodne układy dwufazowe wybranych cieczy jonowych aby pokazać, że możliwe jest otrzymanie takich układów z krytycznymi temperaturami mieszania zbliżonymi do temperatury pokojowej. Na koniec chciałbym pokazać, że układy takie są praktyczne i dla wybranych mieszanin przeprowadzi badania ekstrakcji modelowych związki takich jak aminokwasy, barwniki czy leki.

Mam nadzieję, że udało mi się przekonać Cię, iż podejmowany problem badawczy w proponowanym projekcie jest interesujący nie tylko z punktu widzenia chemicznego, ale także i praktycznego.