

# Od bakterii do kamienia moczowego, czyli o wzroście kryształów pod wpływem bakterii

2020

1920

Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 219, 90-924 Łódź

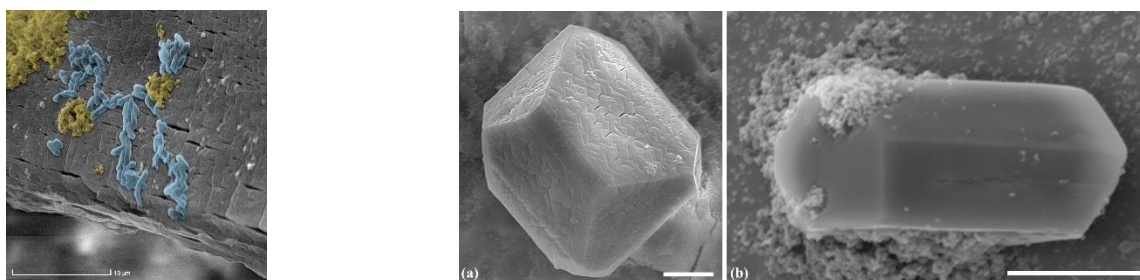
Jolanta Prywer

1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Osobną grupę kamieni moczowych stanowią tzw. kamienie infekcyjne powstające w wyniku zakażenia dróg moczowych odpowiednimi drobnoustrojami. Zwykle są to drobnoustroje z rodzaju *Proteus* produkujące ureazę – enzym bakteryjny, który rozkłada mocznik,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , fizjologicznie obecny w moczu zdrowego człowieka, do końcowych produktów: ditlenku węgla,  $\text{CO}_2$ , i amoniaku,  $\text{NH}_3$ . Indukowany przez bakterie rozkład mocznika zapoczątkowuje całą kaskadę reakcji chemicznych, które w konsekwencji prowadzą do wzrostu pH moczu i krystalizacji struwitu oraz węglanu apatyty (CA) i hydroksyapatytu (HAP). Te fazy stałe agregują ze sobą jak również z bakteriami i ze złuszczyjącymi się komórkami nabłonka dróg moczowych tworząc infekcyjny kamień moczowy. Bakterie, nie tylko zapoczątkowują zarodkowanie poprzez rozkład mocznika, ale również aktywnie uczestniczą w procesach wzrostu tych faz stałych wpływając na strukturę powierzchni ścian krystalicznych oraz na strukturę objętości kryształów powodując ich porowatość (Rys. 1), która jest unikalną cechą krystalizacji w obecności drobnoustrojów. Wytworzona przez bakterie porowatość wzmacnia przyleganie (adhezję) bakterii do kryształów co utrudnia wypłukiwanie bakterii z dróg moczowych i wzmacnia powstawanie kamienia.



Po lewo: kryształ struwitu o porowatej strukturze wywołanej przez bakterie obecne w moczu, w którym kryształ wzrastał; na kryształach widać skupiska CA i HAP (zielony) oraz bakterie (niebieski) [1]. Po prawo: kryształ struwitu rosnący (a) w obecności drobnoustrojów z rodzaju *Proteus* [1]; (b) bez obecności drobnoustrojów [2]. Skala: 10  $\mu\text{m}$ .

Bakterie, w szczególności martwe są aktywnymi centrami heterogenicznego zarodkowania; wpływają również na kształt powstających kryształów. W obecności bakterii kryształy wykazują bardziej regularny pokrój. Poza tym, obecność bakterii w moczu sprzyja agregacji faz stałych. Większość wymienionych powyżej procesów tłumaczy się oddziaływaniami elektrostatycznymi. Wiadomo, że drobnoustroje, a właściwie ich najbardziej zewnętrzne komórki zawierają ujemnie naładowane reszta, głównie lipopolisacharydy. Oznacza to, że lipopolisacharydy są zdolne do oddziaływań elektrostatycznych, w szczególności mogą przyciągać jony dodatnie. W ten sposób drobnoustroje tworzą mikrośrodowisko zróżnicowane pod względem koncentracji jonów  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ , co wpływa na zachodzące w moczu procesy fizykochemiczne. Oznacza to, że drobnoustroje aktywnie pośredniczą w procesach wzrostu kryształów.

## Literatura:

1. J. PRYWER, A. TORZEWSKA, *CRYST. RES. TECHNOL.* 45 (2010) NR 12, 1283–1289.
2. J. PRYWER, A. TORZEWSKA, T. PŁOCIŃSKI, *UROL. RES.*, 40 (2012) NR 6, 699–707.

**Słowa kluczowe:** biokrystalizacja, biomineralizacja, wzrost kryształów, kryształy biogeniczne

