

Związek między rozpuszczalnością a biodostępnością w procesie tworzenia skorupki jaj

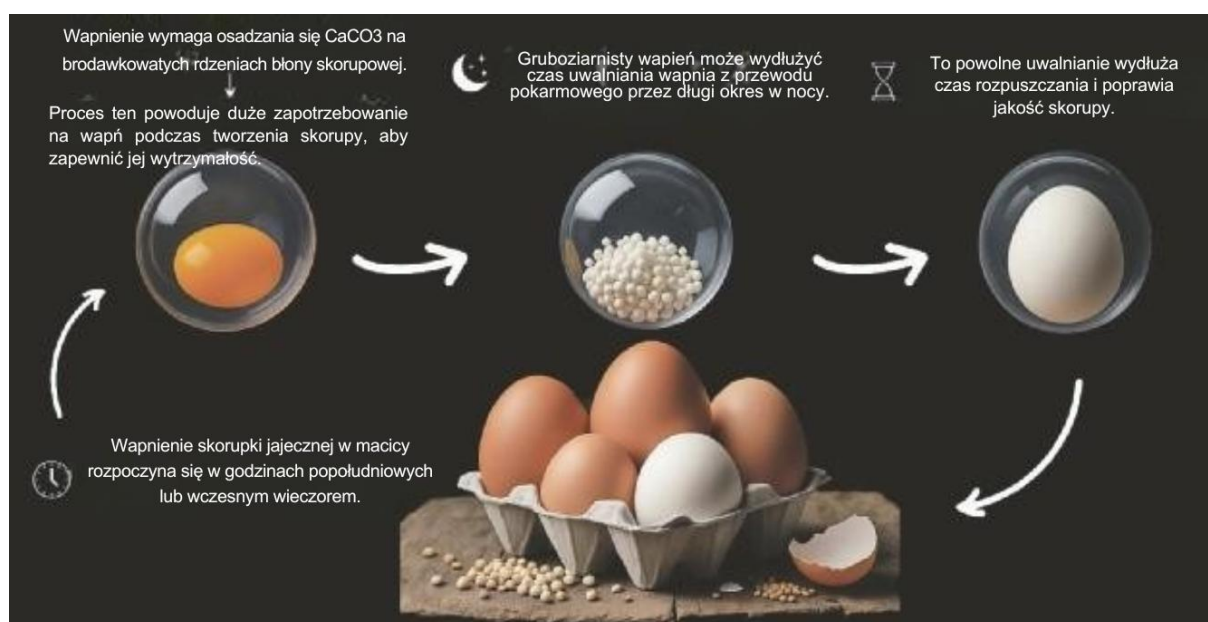
W niniejszym artykule przeanalizowano, w jaki sposób rozpuszczalność tych minerałów może wpływać na jakość skorupki jaj, która jest kluczowym czynnikiem zarówno dla bezpieczeństwa jaj, jak i ich wartości ekonomicznej.

AUTORZY: DOUG KORVER, DR, KONSULTANT ALPINE POULTRY NUTRITION, INC. ORAZ ALESSANDRA RIGO MONTEIRO, DYREKTOR DS. BADAŃ I ROZWOJU W FIRMIE ANIMINE

Tworzenie się kompletnego jaja trwa około 24 godzin od owulacji do złożenia jaja. Na początku tego procesu tworzy się błona skorupki. Wśród innych składników trzy minerały, wapń, cynk i mangan, odgrywają kluczową rolę w tym procesie. W jaki sposób rozpuszczalność tych minerałów może wpływać na jakość skorupki jaj?

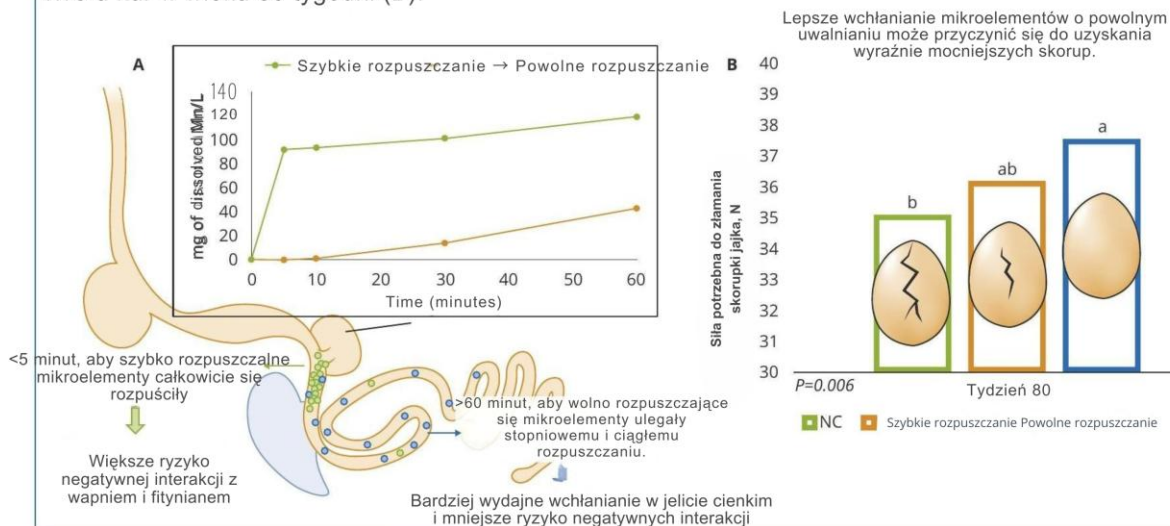
Rozpuszczalność i biodostępność: jaki jest między nimi związek?

Sole mineralne o wysokiej rozpuszczalności od dawna uważane są za wysoce biodostępne, w związku z czym siarczany (np. $ZnSO_4$, $CuSO_4$) są rutynowo stosowane jako standardy referencyjne przy określaniu względnej wartości biologicznej alternatywnych źródeł mikroelementów. Najnowsze dane pokazują jednak, że tempo i zakres rozpuszczania minerałów w pożywieniu nie są wiarygodnymi wskaźnikami ich wchłaniania i wykorzystania w jelitach. Jeśli weźmiemy za przykład wapń (rysunek 1), zwapnienie skorupki jaja w macicy rozpoczyna się od połowy popołudnia do wczesnego wieczora. Krystaliczny $CaCO_3$ osadza się na brodawkach błony skorupowej i tworzy wysoce zorganizowane kolumny warstwy palisadowej, która nadaje skorupce jej wytrzymałość. Powoduje to duże zapotrzebowanie na Ca podczas tworzenia skorupki. Drobne cząsteczki wapienia są szybko rozpuszczalnym źródłem Ca. Jednak dietetycy stosują strategię, które wydłużają czas uwalniania wapnia z przewodu pokarmowego w nocy, takie jak karmienie dużymi cząstkami wapnia, aby zmniejszyć mobilizację wapnia w kościach i poprawić jakość skorupki.



Rysunek 1 – Dynamika wapnia w procesie tworzenia skorupki jaj

Rysunek 2 – Kinetyka rozpuszczania manganu in vitro przy pH 3 (A); Siła pęknięcia skorupki jaj in vivo u kur w wieku 80 tygodni (B).



Związek między rozpuszczalnością a jakością skorupki jaj

Chociaż wapń stanowi główny składnik skorupki jaj (95% matrycy składa się z CaCO_3), do określonego procesu potrzebne są mikroelementy. Tradycyjnie mikroelementy w diecie kur niosek szybko rozpuszczają się w górnym odcinku przewodu pokarmowego, gdzie mogą wchodzić w niekorzystne interakcje z wapniem lub fitynianami. Natomiast źródła minerałów o powolnym uwalnianiu mogą ominąć te interakcje i być skuteczniej wchłaniane w jelicie cienkim. Ta poprawiona biodostępność może prowadzić do lepszej jakości skorupki, nawet przy niższych dawkach, w porównaniu z konwencjonalnymi źródłami.

Kinetyka rozpuszczania manganu in vitro

Aby wykazać, że rozpuszczalność niekoniecznie jest powiązana z biodostępnością źródeł mikroelementów, w laboratorium badawczym przeprowadzono badanie in vitro. W badaniu porównano szybkość rozpuszczania różnych źródeł mikroelementów w żołądku drobiu o pH 3,0. Jak pokazano na rysunku 2A dla manganu, konwencjonalna forma siarczanowa rozpuszczała się niemal natychmiast, podczas gdy źródło o powolnym rozpuszczaniu (od Animine, Francja) uwalniało mangan stopniowo i nadal rozpuszczało się nawet po upływie godziny.

Siła pęknięcia skorupki jaj kurzych in vivo

Aby ustalić, czy wolniejsze tempo rozpuszczalności wpływa na tworzenie się skorupki jaj, przeprowadzono 20-tygodniowe badania niosek w ośrodku badawczym we Francji. W badaniu wzięło udział 936 kur rasy White Leghorn (w wieku 60 tygodni), podzielonych na 12 powtórzeń po 26 ptaków każda, w ramach 3 schematów żywieniowych:

- Kontrola negatywna (NC): dieta podstawowa dostarczająca tylko 43 ppm Zn i 36 ppm Mn.
- Szybko rozpuszczalne mikroelementy: dieta zawierająca 85 ppm Zn i 95 ppm Mn w postaci siarczanów (odpowiednio ZnSO_4 i MnSO_4).
- Wolno rozpuszczalne mikroelementy: te same 85 ppm Zn i 95 ppm Mn dostarczane w postaci produktów Animine o powolnym uwalnianiu (odpowiednio HiZox® i ManGrin®).

Badania pęknięć skorupki jaj wykazały wyraźną przewagę (rysunek 2B) powolnego uwalniania Animine w porównaniu z kontrolą negatywną, przy czym grupa siarczanowa uzyskała wyniki pośrednie. Wyniki te sugerują, że mikroelementy uwalniane stopniowo w górnym odcinku przewodu pokarmowego nie są mniej biodostępne niż te szybko rozpuszczalne, a nawet mogą przyczyniać się do uzyskania mierzalnie mocniejszych skorupki u komercyjnych niosek.

Możliwości w zakresie żywienia kur niosek

Podsumowując, sama rozpuszczalność nie jest wystarczającą miarą wartości odżywczej mikroelementów dla ptaków. To biodostępność, wynikająca z profilu uwalniania minerałów i ich wchłaniania w jelicie, ostatecznie decyduje o ich skuteczności we wspieraniu ważnych funkcji biologicznych. Minerały, które pozostają związane w jelicie cienkim przed uwolnieniem do wchłaniania, wykazują zalety, umożliwiając bardziej efektywne wchłanianie i wykorzystanie, jednocześnie minimalizując zakłócenia ze strony innych składników diety. Wykorzystanie źródeł mikroelementów o powolnym uwalnianiu, takich jak cynk i mangan, jest potencjalnym rozwiązaniem dla przemysłu drobiarskiego, pozwalającym uzyskać lepszą jakość skorupki i zdrowie ptaków, przy niższych dawkach w diecie, co przynosi korzyści zarówno ekonomiczne, jak i związane z dobrostanem zwierząt.

Referencje dostępne na żądanie



The relationship between solubility and bioavailability for eggshell formation

This article examines how the solubility of these minerals can affect eggshell quality, a key factor in both egg safety and economic value.

BY DOUG KORVER, PH. D., CONSULTANT ALPINE POULTRY NUTRITION, INC. & ALESSANDRA RIGO MONTEIRO, R&D DIRECTOR AT ANIMINE

The formation of a complete egg takes approximately 24 hours from ovulation to oviposition. Early in this process, the shell membrane is formed. Among other components, three minerals, calcium, zinc and manganese, play a crucial role in this process. How can the solubility of these minerals affect eggshell quality?

Solubility and bioavailability: what is the connection?

Highly soluble mineral salts have long been regarded as highly bioavailable; consequently, sulfates (e.g., ZnSO_4 , CuSO_4) are routinely employed as reference standards when determining the relative biological value of alternative trace-mineral sources. Recent data, however, demonstrate that the rate and extent of dietary mineral dissolution are not reliable proxies for intestinal uptake and utilisation. If we take calcium as an example (Figure 1), eggshell calcification in the uterus begins from the mid-afternoon to early evening. Crystalline CaCO_3 is deposited on mammillary cores of the shell membrane and is built up into the highly organised columns of the palisade layer, which gives the shell its strength. This creates a high demand for Ca during shell formation. Fine limestone particles are a fast-dissolving source of Ca. However, nutritionists use strategies that extend the time of release of Ca from the digestive tract for a longer period during the night, such as feeding large-particle Ca, to reduce bone Ca mobilisation and increase shell quality.

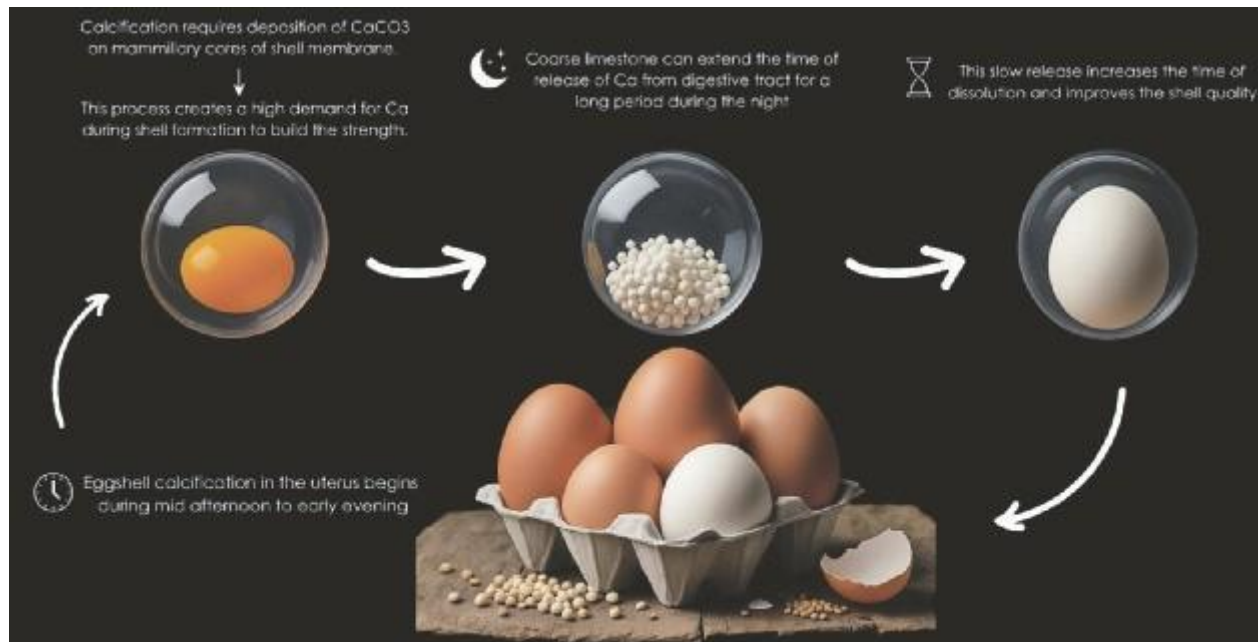
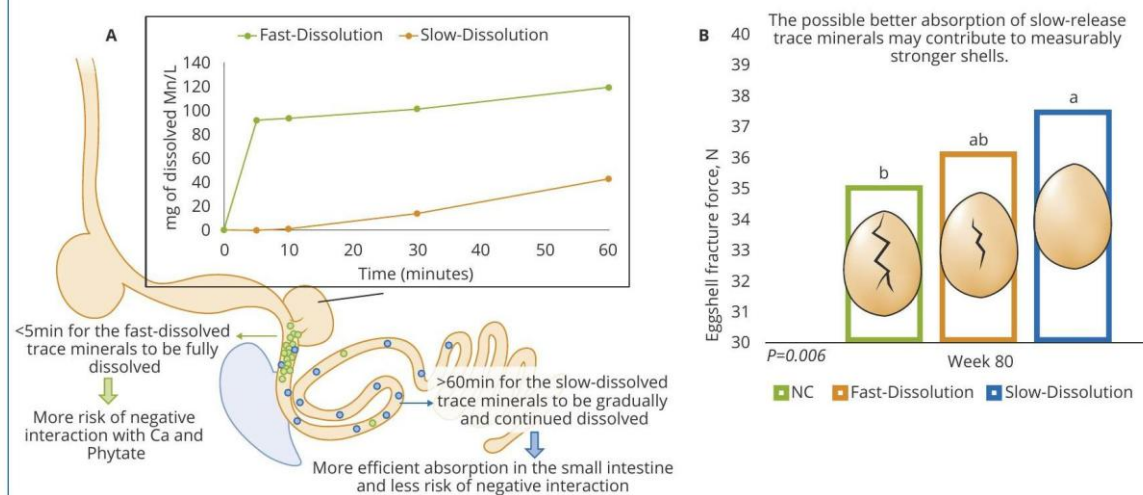


Figure 1 - Calcium dynamics in eggshell formation

Figure 2 – *In vitro* manganese dissolution kinetics at pH 3 (A); *In vivo* eggshell fracture force of hens at 80 weeks of age (B).



The relationship between solubility and eggshell quality

While Ca represents the main constituent of eggshells (95% of the matrix is composed of CaCO_3), trace minerals are required for a specific process. Traditionally, trace minerals in layer hens' diets dissolve quickly in the upper digestive tract, where they may interact unfavorably with calcium or phytate. In contrast, slow-release mineral sources can bypass these interactions and be absorbed more efficiently in the small intestine. This improved bioavailability can lead to better shell quality, even at lower inclusion rates, compared to conventional sources.

In vitro manganese dissolution kinetics

To demonstrate that solubility is not necessarily linked to the bioavailability of trace mineral sources, an *in vitro* study was conducted at a research laboratory. The study compared how quickly different trace mineral sources dissolved at the bird's gizzard pH of 3.0. As shown in Figure 2A for manganese, the conventional sulfate form dissolved almost immediately, whereas the slow-dissolution source (from Animine, France) released manganese gradually and continued dissolving even after one hour.

In vivo eggshell fracture force of hens

To determine whether a slower rate of solubility would affect eggshell formation, a 20-week laying trial was carried out at a research facility in France. The study involved 936 White Leghorn hens (60 weeks of age), allocated into 12 replicates of 26 birds each, across 3 dietary treatments:

- Negative Control (NC): Basal diet supplying only 43 ppm Zn and 36 ppm Mn.
- Fast-dissolving trace minerals: Diet containing 85 ppm Zn and 95 ppm Mn as sulfates (ZnSO_4 and MnSO_4 , respectively).
- Slow-dissolving trace minerals: The same 85 ppm Zn and 95 ppm Mn provided as slow-release Animine products (HiZox® and ManGrin®, respectively).

Eggshell fracture testing revealed a clear advantage (Figure 2B) for the slow-release Animine treatment compared to the negative control, with the sulphate group yielding intermediate results. These findings suggest that trace minerals released more gradually in the upper gut are not less bioavailable than fast-dissolving ones, and may even contribute to measurably stronger shells in commercial layers.

Opportunities for laying hen nutrition

In summary, solubility alone is an inadequate measure of a trace mineral's nutritional value for the bird. It is the bioavailability, driven by the mineral's release profile and its absorption in the gut, that ultimately determines its efficacy in supporting vital biological functions. Minerals that remain bound in the small intestine before release for absorption demonstrate advantages, enabling more efficient absorption and utilisation while minimising interference from other dietary components. Embracing slow-release sources of trace minerals such as zinc and manganese is a potential approach for the poultry industry to achieve superior shell quality and bird health, potentially with lower dietary inclusion rates, thus delivering both economic and animal welfare benefits.

References available on request

