

KRYSTALIZACJA MIODU – CO WIDZI KONSUMENT, A CO MÓWI NAUKA?

Dlaczego miód płynny z czasem gęstnieje i pokrywa się kryształkami? Dla jednych to znak „zepsucia”, dla innych dowód naturalności. Tymczasem krystalizacja to zupełnie normalny proces, który nie obniża wartości odżywczych ani jakości miodu – wręcz przeciwnie, świadczy o jego autentyczności. Krystalizacja miodu to zjawisko fascynujące dla pszczelarzy, naukowców i konsumentów. Co naprawdę oznacza? I dlaczego powinna być dla nas dobrą wiadomością?

Wprowadzenie

Zgodnie z definicją podaną w Dyrektywie Rady 2001/110/WE i polskich przepisach (m.in. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu), miód to naturalna słodka substancja wytwarzana przez pszczoły miodne (*Apis mellifera*) z nektaru roślin lub wydzielin żywych części roślin lub wydzielin owadów wysysających żywe części roślin, zbieranych przez pszczoły, przerabianych przez łączenie z własnymi specyficznymi substancjami, składowanych, odparowywanych i pozostawionych w plastrach do dojrzewania. Miód jest mieszaniną głównie cukrów prostych (glukozy i fruktozy), zawiera również enzymy, kwasy organiczne, związki fenolowe i inne substancje nadające mu charakterystyczny smak, zapach, barwę i właściwości biologiczne.

Naturalny proces czy wada produktu?

Krystalizacja miodu to jeden z najbardziej charakterystycznych i naturalnych procesów, który wpływa na wygląd, konsystencję i akceptację produktu przez konsumentów. Miód, który zbierany jest jako płynny, wkrótce staje się gęsty i nieprzejrzysty – nie świadczy to jednak o pogorszeniu wartości odżywczych, lecz o jego właściwościach fizykochemicznych. Miód jest w dużym uproszczeniu roztworem przesyconym cukrów, a każda substancja rozpuszczona w rozpuszczalniku powyżej jego nasycenia krystalizuje. Poznanie mechanizmu i czynników wpływających na krystalizację jest kluczowe dla pszczelarzy, przetwórców i technologów żywności, którzy dążą do kontrolowania tej cechy w procesach produkcyjnych i przechowalniczych, ale ważne jest też, żeby konsumenci rozumieli naturalność procesów zachodzących w miodzie w trakcie ich przechowywania.



Miód przed i po krystalizacji

Dlaczego jedne miody krystalizują szybciej a inne wolniej?

Proces, w którym z fazy ciekłej powstaje struktura sieci krystalicznej, czyli krystalizacja, składa się co do zasady z czterech etapów, które obejmują:

- generację stanu przesyconego,
- zarodkowanie – formowanie struktury sieci krystalicznej,
- wzrost – zwiększanie rozmiaru zarodków aż do osiągnięcia objętości fazy równowagowej,
- rekrytalizację – reorganizację struktury krystalicznej w celu utrzymania równowagi.

Gołym okiem widać jednak różnicę pomiędzy wyglądem miodów różnego pochodzenia botanicznego, zarówno przed jak i po krystalizacji. Obserwujemy tutaj nie tylko różnice w tempie powstawania kryształów, ale także w ich rozmiarze i strukturze. Wynika to z faktu, że nektar zbierany przez pszczoły, zależnie od rodzaju rośliny ma inny skład chemiczny. Skład ten jest podstawową determinantą procesu krystalizacji miodu, przy czym w szczególności kluczowa jest propor-

cja cukrów prostych (fruktozy i glukozy), ale ważna jest także zawartość wody, czy obecność ciał stałych (w tym pyłków).

Rzepakowy, akacjowy, lipowy, gryczany – różne miody, różna krystalizacja

W Polsce możemy spotkać wiele odmian miódów nektarowych i choć najpopularniejszym jest złocisty miód wielokwiatowy, to jest to miód powstały z mieszanki nektarów różnych rodzajów kwiatów, a więc tempo i sposób krystalizacji, tak samo jak i smak czy wygląd mogą być bardzo zróżnicowane. Spośród miódów tzw. odmianowych najbardziej charakterystyczny dla regionu Polski jest miód rzepakowy, który przy zbiorze ma postać płynną, ale bardzo szybko całkowicie krystalizuje, zmieniając kolor z jasno-żółtej do białej lub kremowej. Powstałe kryształy są drobne, dzięki czemu całkowicie skryształizowany miód rzepakowy przeważnie jest gładki, a kryształy są niemal niewyczuwalne na języku.

Przeciwieństwem miodu rzepakowego pod tym względem jest miód akacjowy, którego tempo krystalizacji jest bardzo powolne, a miód ten w postaci płynnej może utrzymywać się przez lata. Tempo krystalizacji bardziej intensywnych miódów, lipowych czy gryczanych, określa się jako powolne, ponieważ proces ten trwa kilka miesięcy. Wytwarzane kryształy są nieregularne, podłużne oraz większych rozmiarów. Strukturę tych miódów tworzą duże, płaskie i stosunkowo „gładkie” kryształy o jednakowej grubości. Kształt kryształów tych miódów jest regularny, a linia „brzegowa” ma długie odcinki prostoliniowe, przez co struktura krupca jest wyczuwalna na języku i może być opisywana jako drapiąca czy ostra.

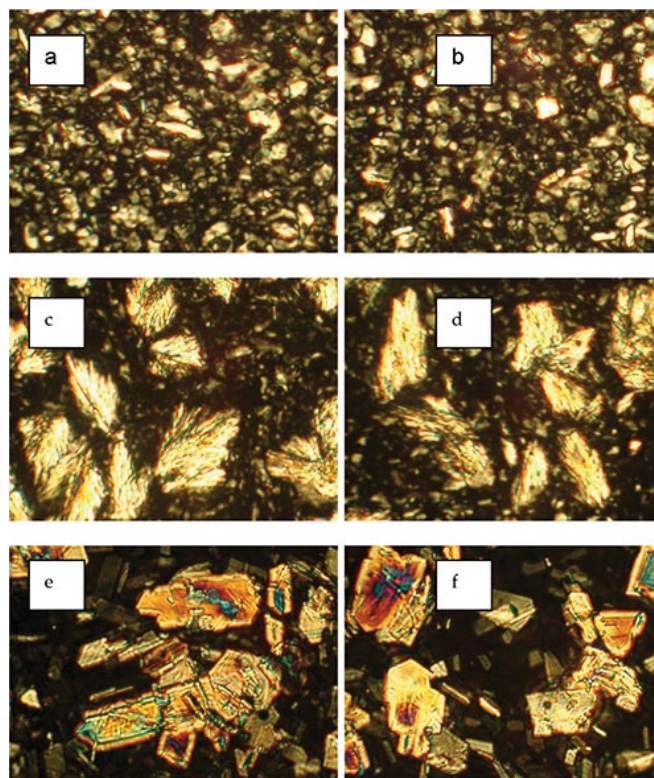
Bardzo ceniony, chociaż rzadko występujący w Polsce, jest miód wrzosowy – jeden z bardziej charakterystycznych miódów pod względem struktury. Początkowo, ze względu na zawartość pektyn w nektarze wrzosów, ma on galaretowatą postać, co stosunkowo szybko się zmienia. Powstające kryształy tworzą aglomeraty wielu warstw przylegających do siebie płaskich kryształów. Są one twarde i tworzą ostre krawędzie, które w trakcie konsumpcji sprawiają wrażenie kaleczenia języka. Miód wrzosowy jest też jedynym miodem, w którym kryształy po utworzeniu nie opadają na dno, a pozostają zawieszane w galaretowatej masie.

Czynniki wpływające na tempo i charakter krystalizacji

Wiele czynników kontroluje szybkość, sposób i teksturę krystalizacji miodu. W warunkach naturalnych trzy główne czynniki powodujące krystalizację miodu to skład cukru, zawartość wody i temperatura.

Chemia miodu w praktyce – proporcje cukrów i zawartość wody

Jeśli chodzi o skład cukru, miód o wysokiej zawartości glukozy zazwyczaj krystalizuje łatwo. W warunkach natu-



Ilustracje przedstawiające morfologię struktury krystalicznej próbek miódów: (a) i (b) miód rzepakowy, (c) i (d) miód wielokwiatowy, (e) i (f) miód gryczany. (Źródło: Bakier S. (2017), *Rheological Properties of Honey in a Liquid and Crystallized State*. W V. d. A. Arnaut de Toledo (Red.), *Honey Analysis*, 115–137).

ralnych, stosunek fruktozy do glukozy (F/G) i glukozy do wody (G/W) są uznawane jako dobre predyktory krystalizacji miodu. Gdy stosunek F/G < 1,11, krystalizacja jest szybka i spowalnia wraz ze wzrostem tego stosunku. Stosunek F/G powyżej 1,33 wskazuje, że tempo krystalizacji będzie powolne lub bardzo powolne. Dobrym przykładem miodu o niskiej zawartości glukozy w stosunku do fruktozy jest miód rzepakowy, który krystalizuje bardzo szybko. Natomiast przykładem miodu o niskiej zawartości glukozy i szybkiej krystalizacji jest miód akacjowy. Jeśli chodzi o zawartość wody, zbyt duża jej zawartość zwiększa ilość rozpuszczonej glukozy i zmniejsza szybkość krystalizacji. Im wyższa zawartość glukozy i niższa zawartość wody w miodzie tym szybsza krystalizacja. Krystalizacja miodu jest powolna lub zerowa, gdy stosunek G/W jest mniejszy niż 1,7, a jest pełna i szybka, gdy stosunek ten jest większy niż 2. Stosunek wyższy niż 2 czyni je bardziej wrażliwymi na krystalizację, ponieważ zawartość wody jest niska, a cząsteczki glukozy mają tendencję do szybkiego grupowania się w kryształy.

Temperatura ma znaczenie – kiedy krystalizacja przebiega najszybciej?

Temperatura wpływa na krystalizację miodu poprzez wpływ na rozpuszczalność glukozy. Zbyt wysoka temperatu-

ra zwiększa rozpuszczalność glukozy i hamuje krystalizację miodu; niemniej jednak może zmniejszyć lepkość miodu, sprzyjać ruchowi zarodków krystalicznych i krystalizacji miodu. Badania wykazują, że optymalna temperatura krystalizacji miodu czyli taka, w której miód krystalizuje się najszybciej to temperatura od 13 do 15,5 °C. Ponadto miód przechowywany w temperaturze 10°C ma mniej piaszczysty wygląd niż miód przechowywany w temperaturze pokojowej.

Pyłek i inne „zarodki krystalizacji” – niewidzialni sprawcy zmian

Obecność pęcherzyków powietrza czy zanieczyszczeń w miodzie, takich jak części roślin lub owadów mogą również działać jako „zarodki krystalizacji”, wpływając na przyspieszenie tworzenia kryształów w miodzie. Na krystalizację wpływa nie tylko obecność, ale i liczba centrów krystalizacji, głównie ziaren pyłku, dlatego też miód filtrowany ma znacznie mniejszą tendencję do krystalizacji.



Miód częściowo skrysztalizowany

Czy można „cofnąć czas”? O rozpuszczaniu kryształów i dekrystalizacji

Powszechnie uważa się, że postać płynna miodu jest dla konsumentów bardziej atrakcyjna, toteż ważne jest, że proces krystalizacji miodu jest odwracalny. Postać płynną można uzyskać poprzez kontrolowane ogrzewanie miodu w temperaturze powyżej 30°C. Aby dekrystalizacja była skuteczna, oprócz temperatury, ważny jest też czas ogrzewania, ponieważ jeżeli czas ten jest zbyt krótki, niewidoczne gołym okiem kryształy mogą działać jak zarodki krystalizacji, w szybki sposób doprowadzając miód do ponownego przybrania postaci krupca.

Jak konsumenci postrzegają miód skrysztalizowany?

Ze względu na preferencje konsumenckie komercyjne przetwórstwo dąży do jak najdłuższego utrzymania miodu w stanie płynnym. Jak wspomniano wcześniej, krystalizacja miodu wynika z jego naturalnych właściwości, więc rozpuszczenie kryształów nie sprawi, że proces krystalizacji zostanie całkowicie zahamowany, lecz że będzie on opóźniony. Jego spowolnienie sprzyja powstawaniu kryształów grubych i o niskim zagęszczeniu, które pod wpływem ciężaru opadają na dno i rozrastają się. Skutkiem jest rozdzielenie faz, uznawane za cechę niskiej jakości miodu.

Literatura

1. Krishnan R., Mohammed T., Kumar G. S., Arunima SH (2021). Honey crystallization: Mechanism, evaluation and application, The Pharma Innovation Journal 2021, SP-10(5): 222-231
2. Hartel R. W. (2013). Advances in Food Crystallization, Annual Review of Food Science and Technology, 4(1), 277–292.
3. Bakier S., (2007). Charakterystyka struktury krystalicznej wybranych gatunków miodów polskich, Inżynieria Rolnicza, 5(93), 13-21.
4. Hamdan K. (2010) Crystallization of Honey, Bee World, 87:4, 71-74,
5. El Sohaimy S. A., Masry S. H. D., & Shehata M. G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins, Annals of Agricultural Sciences, 60(2), 279–287.
6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. z dn. 24.10.2003 r., Nr 181, poz. 1773, ze zm.)
7. Council Directive 2001/110/EC
8. Ji P., Liu X., Yang C., Wu F., Sun J., Cao W., Zhao H. (2023), Natural crystallization properties of honey and seed crystals-induced crystallization process for honey performance enhancing, Food Chemistry, 405(Pt B):134972.
9. Rana C. S., Kumar A., Rai R. K., Raturi P. P., (2023). Honey Crystallization, Myth and Microscopical Characterization, Journal of Mountain Research 18(2), 51-62
10. Dobre I., Georgescu L. A., Alexe P., Escuredo O., & Seijo, M. C. (2012), Rheological behavior of different honey types from Romania, Food Research International, 49(1), 126–132.
11. Ma Y., Zhang B., Li H., Li Y., Hu J., Li J., Wang H., Deng Z. (2016), Chemical and molecular dynamics analysis of crystallization properties of honey. International Journal of Food Properties, 20(4), 725–733.
12. Tappi S., Glicerina V., Ragni L., Dettori A., Romani S., Rocculi P. (2021), Physical and structural properties of honey crystallized by static and dynamic processes, Journal of Food Engineering, 292, 110316
13. Costa, L. C. V., Kaspchak, E., Queiroz, M. B., Almeida, M. M. de, Quast, E., & Quast, L. B. (2015), Influence of temperature and homogenization on honey crystallization, Brazilian Journal of Food Technology, 18(2), 155–161.
14. Bakier S. (2017), Rheological Properties of Honey in a Liquid and Crystallized State. W V. d. A. Arnaut de Toledo (Red.), Honey Analysis, 115–137.