СЛАДОЛЕДЪТ

Лятото дойде, а с него и едно вкусно изкушение - сладоледът. **Захари Винаров** изследва какви са тайните на тази вкусна смес от капки, кристали и мехурчета...

Палми, пясък, шумът на морските вълни и... сладолед. Много хора биха описали по подобен начин идеалната си почивка през лятото. Поради голямото разнообразие от вкусове и достъпната си цена, сладоледът остава едно от предпочитаните средства за разхлаждане през топлите летни дни. Малцина обаче подозират, че даже обикновеният сметанов сладолед всъщност е изграден от невидими за окото кристалчета лед, маслени капки и въздушни мехурчета, свързани в една обща маса от концентриран захарен разтвор.

Тази сложна структура се образува в процеса на получаване на сладоледа. Източникът на маслени капки е същевременно и основната суровина при производството – прясното мляко или сметаната. Обикновено те се хомогенизират допълнително, за да станат маслените капки още по-малки. След това към млякото се добавят останалите съставки на сладоледа: захар, аромати, оцветители и др. В последния етап на производството се използват различни видове технологични обработки, които имат за цел включването на въздух и изстудяване до около -6° C. Въздухът може да достигне до 50 % от обема на сладоледа, което го прави много по-мек и вкусен. Това води и до появата на мехурчета въздух и кристалчета лед, които заедно с маслените капки оформят крайния продукт, който така добре познаваме.

Добър вкус на сладоледа може да се постигне единствено при оптимален размер на мехурчетата, капките и ледените кристалчета в него

Ледена изненада

Сладоледът обаче ни поднася още една изненада: неговите вкусови качества зависят не само от вида и количеството на използваните при производството продукти, а и от размера на частиците в него (капки, кристали и мехурчета). Оказва се, че ако те са прекалено малки или много големи, това води до неприятно усещане по време на ядене. С други думи, добър вкус на сладоледа може да се постигне единствено при оптимален размер на мехурчетата, капките и ледените кристалчета в него.

Това е едно съществено предизвикателство за производителите на сладолед, но не е непреодолимо: науката и технологиите в днешно време позволяват фино контролиране на производствените

процеси и улесняват получаването на съответните размери частици в крайния продукт. Запазването на тези размери по време на съхранение със седмици и месеци се оказва много по-сериозен проблем. Въпреки че сладоледът се държи при температури около -20 °C, в него тече процес, който трудно може да бъде спрян: Оствалдовото зреене. Това означава, че с времето малките мехурчета, кристали и капки намаляват своя размер за сметка на нарастването на големите: казано по друг начин, малките биват „изядени“ от големите. Ето защо се образуват много големи частици, а малките изчезват, което влошава вкуса на сладоледа.

Не е само в сладоледа...

Важно е да се отбележи, че Оствалдово зреене се наблюдава винаги, когато ▷

ОСТВАЛДОВО ЗРЕЕНЕ

През 1896 г. Вилхелм Оствалд за пръв път описва намаляването на размера на малките кристали за сметка на нарастването на големите. Впоследствие се оказва, че става въпрос за едно по-общо явление, при което малките частици стават все по-малки, докато не изчезнат напълно, а големите нарастват: така нареченото Оствалдово зреене. Частиците могат да бъдат както кристали, така и капки или мехурчета.

Каква е движещата сила обаче? За да разберем това, трябва обърнем внимание на свойствата на атомите и молекулите. За тях е характерно, че винаги се стремят да притежават минимална енергия. Оказва се, че молекули от един и същ вид, изграждащи различен по размер частици, имат различна средна енергия на молекула: молекулите в малките частици се характеризират с по-висока енергия от тези в големите.

Тази разлика в енергията предизвиква появата на поток на молекули от малките към големите частици и обяснява наблюдаваното от Вилхелм Оствалд „изяждане“ на малките кристали от големите.

Освен при сладоледа, където с времето

нараства размерът на кристалите лед и мехурчетата въздух, друг интересен пример за Оствалдово зреене са мастиката и узото: при разреждането им с вода те се превръщат от безцветна напитка в млечнобяла течност – емулсия на маслени капки във вода. Под действие на Оствалдовото зреене средният размер на тези маслени капки постепенно става все по-голям.

ФОТОГРАФИИ: ЗАХАРИ ВИНАРОВ – ЛИЧЕН АРХИВ, WIKIMEDIA, INTERNET

ефектът от тези добавки все още е много по-малък от нужния, за да бъде спряно напълно Оствалдовото зреене. Поради тази причина изследванията в тази област продължават с пълна сила и до днес, като учените се надяват да достигнат разбиране на процесите на молекулно ниво. Това би позволило цялостно контролиране на Оствалдовото зреене и би довело до подобряване на редица продукти от всекидневието, като освен сладоледа това са и душ геловете, шампоаните, пените за бръснене и други.

Захари Винаров завършва специалност „Фармация“ в Медицинския университет – София, докторант е в катедрата по Инженерна химия във Факултета по химия и фармация към СУ „Св. Климент Охридски“. Това му позволява да съчетае наученото за живите организми с характерния за физикохимията подход, целящ разбиране на механизмите на процесите на молекулно и феноменологично ниво. В последните години той участва в проучванията на катедрата в областта на биофизиката на храносмилането и усвояването на мазнини, като публикува три научни статии в реномирани чуждестранни списания.

Оствалдово зреене има още при мастиката и узото: при разреждането им с вода се появяват маслени капки, които постепенно променят своя размер

▷ има мехурчета или капки: например в пяната, образувана от душ-гел/шампоан, както и в пяната за бръснене. На практика промяната в размерите на мехурчетата може да бъде толкова бърза, че пяната за бръснене би се разрушила за секунди или минути, ако нямаше съставки, които да забавят този процес.

Основните стратегии за забавяне на преноса на въздух между различните по размер мехурчета са две: намаляване на разтворимостта на въздуха в разтвора, разделящ мехурчетата (например чрез повишаване концентрацията на захар, което се използва при сладоледите), и образуване на непропусклив слой по повърхността на самите мехурчета. Най-добре е да се комбинират и двата подхода, но тази задача не е никак тривиална. Оказва се, че български учени също работят активно по нейното решение...

Българският принос

Групата от Софийския университет проучва по-специално възможността за използването на различни продукти от биологичен произход, които да намалят тази пропускливост до стойности, близки до нула. Една от последните публикации на екипа разглежда Оствалдовото зреене при системи, близки до душ-геловете, и показва, че наситените мастни киселини успяват да забавят значително този процес. Източник на мастни киселини са растителните и животинските мазнини, което ги прави евтин и екологичен ресурс.

„Нашата хипотеза е, че наситените мастни киселини образуват плътен и добре подреден слой на повърхността на мехурчетата, който забавя преминаването на молекулите газ през повърхността на мехурчетата. Това води до многократно понижаване на скоростта на пренос на въздух от малките към големите мехурчета и обяснява механизма на забавяне на Оствалдовото зреене“, разяснява получените резултати доц. Славка Чолакова, ръководител на изследването.

Макар и обнадеждаващ обаче,

Българският екип от катедрата по Инженерна химия във Факултета по химия и фармация към Софийски университет проучва процесите при Оствалдовото зреене

ОТ КАКВО ЗАВИСИ КАЧЕСТВОТО НА СЛАДОЛЕДА?

Или как промяната в надморската височина може да доведе до бракуване на цели камиони сладолед

Представете си, че имате фабрика за сладолед. В нея вие използвате най-качествените продукти, най-модерните машини за производство и правите най-вкусния сладолед на света. Какво бихте си помислили, ако изведнъж магазините от съседния град започнат масово да връщат вашия продукт, обвинявайки ви, че сладоледът е негоден за продажба? Не бързайте със заключението, че е саботаж от конкуренцията: ако вашият завод и въпросният град са разделени от висока планина, обяснението най-вероятно се крие в сложната структура на сладоледа!

Един от процесите по време на получаването на сладолед е включването на въздух в него, под формата на мехурчета. Да кажем, че той е произведен на морското равнище, а за да достигне съседния град трябва да мине през планински проход на височина 1500 м (например Петроханския проход). На такава височина атмосферното налягане е с 5000 Pa по-ниско от това на морското равнище. Човек обикновено не усеща тази разлика. Не така стоят нещата обаче при мехурчетата въздух: при намаляване на външното налягане те спонтанно ще увеличат обема си, защото газът в мехурчетата е под определено налягане, което е в равновесие с външното; казано по друг начин, газовите молекули в мехурчето упражняват натиск върху стените му, който се уравновесява от натиска на атмосферното налягане. Ако то се понижи, балансът на силите се нарушава и обемът на мехурчето започва да се увеличава, докато налягането вътре не се изравни с външното.

Представете си сега, че сладоледът, който превозваме, е обвит с шоколадова глазура. Той е произведен на морското равнище и мехурчетата въздух в него са заели определен обем. Преминаването през високопланинския проход води до нарастване обема на мехурчетата. Вследствие на това се увеличава и обемът на целия сладолед. Шоколадовата глазура обаче е твърда и не може да се разшири – затова тя се напуква и пада. Резултатът – тонове бракуван сладолед. Всъщност това е реална история, която в началото е била като мистерия. След като научните екипи обаче разбират каква е причината, е намерен и сравнително лесен начин за преодоляването на проблема: използването на камиони със системи за поддържане на постоянно налягане.