

# Niektoré aspekty použitia kyseliny mliečnej v potravinárstve

A. ŠEPITKA

---

Mnohé potravinárske výrobky, či už potraviny alebo nápoje, si vyžadujú prídavok alebo vznik vhodnej potravinárskej kyseliny buď na nastavenie chuti výrobku, alebo na úpravu pH prostredia, alebo dokonca ako konzervačného činidla. Ako potravinárske kyseliny sa obyčajne uvádzajú: kyselina mliečna, citrónová, vínna, octová, jablčná, fumárová, adipová ako organické kyseliny a z anorganických, kyselina fosforečná. Okrem kyseliny octovej, ktorá je chuťove a vôňou výrazná, ostatné sú kyselinami neprchavými, bez výraznejšej vône a chuti. Kyselina mliečna, citrónová a vínna sú navzájom zámenné, hoci sa predsa len trochu rozlišujú v chuti. Chuť kyseliny mliečnej je obyčajne popisovaná ako jemná, lahodná, nedráždivá, prirodzená, prostá a otáľavá, zatiaľ čo chuť kyseliny citrónovej a vinnej je ostrá, rázna, ovocná.

Pri výrobe nápojov sytených kyslíčnikom uhličitým sa najčastejšie používajú kyselina mliečna a citrónová. Kyselina vínna sa používa menej, nakoľko môže v sirupoch a teda aj v nápojoch vytvárať s draselnými soľami nerozpustné zrazeniny.

Kyslé chuťové pocity vyvolávajú kyseliny. Samotná kyslá chuť je skôr vo vzťahu k celkovej titračnej acidite než k pH, preto slabé kyseliny majú kyslejšiu chuť než by sa očakávalo podľa ich disociačných konštant. Pri dostatočnom zriedení silných kyselín ich chuť závisí od koncentrácie vodíkových iónov (pH) a u slabých kyselín iste aj od nedisociovaných molekúl a aniónov. Kysliaca vlastnosť potravinárskej kyseliny a jej sila preto nie sú navzájom porovnateľné. Koncentračný prah kyslého pocitu v porovnaní so silou kyseliny vyjadrenej hodnotou  $pK$  (záporný logaritmus disociačnej konštanty) a pH roztoku o koncentrácii, ktorá tvorí prah kyslého pocitu, je uvedený pre niektoré potravinárske kyseliny v tabuľke 1 [1].

Ako vidieť z tabuľky 1, na vyvolanie kyslej chuti je potrebné celkom malé množstvo kyseliny. Pri väčších koncentráciách (napr. okolo 1 %) sú vodné roztoky bežnejších organických potravinárskych kyselín chuťove takmer identické.

Porovnanie hodnôt pH vodných roztokov niektorých potravinárskych kyselín v závislosti od ich koncentrácie je uvedené v tabuľke 2. Aj v hodnotách pH medzi uvedenými kyselinami, najmä ak prihliadneme na tlmivé prostredie, v ktorom sa uplatňujú, niet podstatného rozdielu a môžeme ich bez väčšieho rizika prekyslenia alebo nedokyslenia navzájom ekvivalentne zamieňať.

Potravinárske kyseliny používané na okyselo vanie potravinárskych výrobkov sú navzájom zámenné a kyselina na úpravu chuti sa vyberá väčšinou subjektívne podľa dostupnosti tej ktorej kyseliny, pričom sa uplatňuje aj ekonomické hľadisko. Výber kyseliny podľa jej chuťových vlastností, resp. vhodná kombinácia jednotlivých kyselín sa zatiaľ neprávom obchádza. Chuťové skúšky okyselovaných nápojov, ako sú limonády a vína, ukázali na značné prednosti kyseliny mliečnej v porovnaní s kyselinou citrónovou (2).

Tabuľka 1. Koncentračný prah potravinárskych kyselín v porovnaní so silou kyseliny (pK) a koncentráciou vodíkových iónov (pH)

Kyseliny podľa sily	pK, 25 °C	Koncentračný prah	
		g kyseliny na 100 ml roztoku	pH
fosforečná	2,12 pK <sub>1</sub> 7,21 pK <sub>2</sub> 12,67 pK <sub>3</sub>		
vinna	2,98 pK <sub>1</sub> 4,34 pK <sub>2</sub>	0,0060	3,52
fumárová	3,03 pK <sub>1</sub> 4,38 pK <sub>2</sub>		
citrónová	3,08 pK <sub>1</sub> 4,74 pK <sub>2</sub> 5,40 pK <sub>3</sub>	0,0154	3,30
jablčná	3,40 pK <sub>1</sub> 5,11 pK <sub>2</sub>	0,0107	3,40
mliečna	3,86	0,0207	3,40
adipová	4,43 pK <sub>1</sub> 5,52 pK <sub>2</sub>		
octová	4,76	0,0132	3,70

Tabuľka 2. Porovnanie hodnôt pH potravinárskych kyselín pri rovnakých koncentráciách.

Koncentrácia, ‰	pH kyseliny		
	mliečnej	citrónovej	vinnej
0,1	2,97	2,72	2,72
0,2	2,70	2,60	2,47
0,4	2,50	2,42	2,30
0,6	2,47	2,33	2,21
0,8	2,38	2,21	2,13
1,0	2,38	2,24	2,08
1,5	2,22	2,12	2,04
2,0	2,18	2,06	1,96
3,0	2,11	2,01	1,84
4,0	2,06	1,86	1,80
5,0	2,01	1,82	1,72
6,0	1,99	1,72	1,69
7,0	1,97	1,76	1,66
8,0	1,96	1,74	1,63

Pri opONENTSKOM prerokovaní záverečnej zprávy (3) vykonali sme degustačné skúšky limonád, ktoré boli pripravené zo sirupov okyselených jednak kyselinou mliečnou a jednak kyselinou citrónovou. S každou kyselinou boli laboratórne pripravené tri druhy sirupov: višňový, malinový a jahodový podľa bežného spôsobu, aký sa používa vo výrobni. Z jednotlivých sirupov boli pripravené malinovsky v „Cukrárnach a sódozárnach“ mesta Bratislavy.

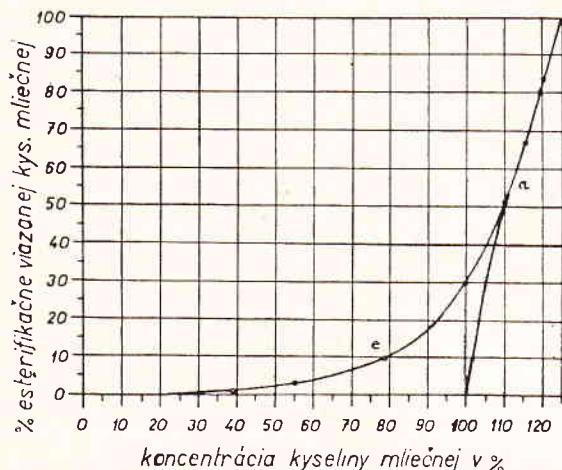
Tabuľka 3. Výsledky degustačných skúšok

Degustátor	Druh sirupu v malinovke	Rozlíšenie kyselín M = kys. mliečna C = kys. citrónová A, B = skupiny kyselidiel	Vyjadrenie chuti: + lahodnejšie — menej lahodné
1	malinový	A — C, C M — M	— +
2	višňový	A — M B — C, M	+ —
3	višňový	A — M B — C, C	+ —
4	jahodový	A — M B — C, C	+ —
5	malinový	A — M B — C, M	+ —
6	jahodový	A — C B — M, M	— +
7	jahodový	A — M B — C, C	+ —
8	malinový	A — C B — M, M	+ —
9	malinový	A — C, C B — M	+ —
10	višňový	A — C, C B — M	+ —
11	jahodový	A — M, M B — C	+ —
12	višňový	A — M, M B — C	+ —
13	malinový	A — C, C B — M	+ —
14	jahodový	A — C B — M	— +

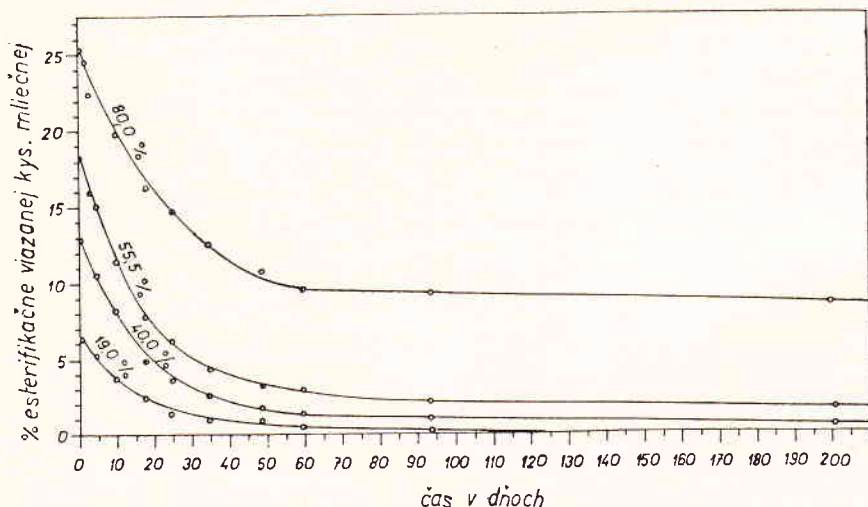
Každý degustátor dostal tri vzorky limonád pripravených z jedného druhu sirupu, pričom dve vzorky boli okyselené kyselinou mliečnou a jedna kyselinou citrónovou alebo naspak. Úlohou degustátora bolo rozlíšiť vzorky podľa kyseliny a označiť, ktorá skupina vzoriek limonád rozdelených podľa kyseliny je pre neho chuťovo príjemnejšia. Výsledok hodnotenia je uvedený v tabuľke 3. Vzorky limonád určené pre degustáciu boli označené napr. symbolom (kódom) 110/1α, čo znamenalo, že ide o limonádu pripravenú z višňového sirupu okyseleného kyselinou mliečnou.

Zo 14 degustátorov správne rozlíšilo obidve kyseliny v limonáde 12 degustátorov, z ktorých 8 sa jednoznačne vyjadrilo pre kyselinu mliečnu ako chuťovo lahodnejšiu. Po vyjadrení v percentách dostaneme tieto hodnoty: 85,7 % degustátorov správne rozlíšilo obidve kyseliny a z nich 66,6 % sa jednoznačne vyjadrilo pre kyselinu mliečnu.

Kyselina mliečna potravinárska použitá pre prípravu sirupov, sa vyrobila laboratórne z melasovej technickej kyseliny mliečnej esterifikáciou metanolom z filmu po hydrolýze esterifikačného produktu a zahustení hydrolyzátu (4).



Obr. 1. Závislosť množstva esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej od jej koncentrácie. a — teoretická časť krivky, e — experimentálna časť krivky

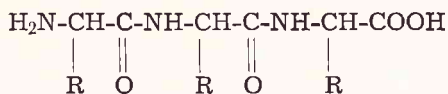


Obr. 2. Priebeh hydrolýzy esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej v závislosti od jej koncentrácie a času za laboratórnej teploty

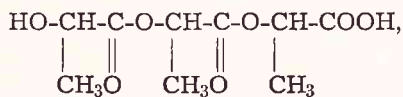
Okrem príjemnejšej chuťovej vlastnosti má kyselina mliečna ešte celý rad predností. Fakt, že kyselina mliečna je roztok, má svoje výhody a nevýhody. Niektoré obavy o kysliacej neúčinnosti esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej (anhydridov), ktoré by kyselinu mliečnu znehodnocovali, sú neopodstatnené. Tak isto aj predpísaný obsah „anhydridov“, ktoré môže 50 % alebo 80 % kyselina mliečna maximálne obsahovať, je tiež neopodstatnený, lebo obsah „anhydridov“ v kyseline mliečnej závisí od jej koncentrácie a dosiahnutia rovnovážneho stavu. Koncentrovaná kyselina mliečna, napr. 80 % roztok, po zriedení vodou na koncentráciu 40—50 %, zhydrolyzuje sa za istý čas takmer na monomér. Závislosť množstva esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej (anhydridy) od koncentrácie je uvedená na obr. 1. Priebeh hydrolyzy esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej v závislosti od koncentrácie kyseliny a času za izbovej teploty je uvedený na obr. 2. Kyseliny príslušných koncentrácií sa pripravili riedením vodou 101 % kyseliny mliečnej (5).

Mliečnan vápenatý je tiež rozpustný, čo má význam pri príprave ovocných rôsolov. Veľký význam má aj tlmivá kyselina mliečna ako zmes: kyselina mliečna — mliečnan sodný, najmä pri výrobe cukroviniek na čiastočnú inverziu sacharózy a pri výrobe ovocného želé.

Pozoruhodný, teraz študovaný, je vplyv derivátov kyseliny mliečnej na proteíny. Polypeptidy sú zložené z niekoľkých aminokyselín, spojených navzájom amidickými väzbami:



Analogické reťazce tvoria aj kyseliny laktylmlečné až polylaktylmlečné:



čím možno vysvetliť plastifikačný účinok kyseliny mliečnej na proteíny. Poznanie tohto plastifikačného účinku je nedávne a jeho rozvinutie pre potravinársku technológiu je tiež v začiatkoch. Známy je účinok kyseliny mliečnej pri príprave chleba, najmä na zlepšenie objemu bochníkov a štruktúry striedky chleba.

Pre zlepšenie kvality chleba a pečiva v poslednom čase sa veľa používa vápenatá soľ stearylpolymlečnej kyseliny a samotná stearylpolymlečná kyselina. Podstatné zlepšenie chleba a pečiva nastáva jednak plastifikačným účinkom stearylpolymlečnej kyseliny a jednak obojstrannými vlastnosťami kyseliny (spojenie hydrofilnej a hydrofóbnej zložky do jednej molekuly).

Je na mieste očakávať a podobne vysvetliť aj priaznivý účinok mliečnanu sodného na pečivo a pudinky, ktorým dáva zlepšenú osnovu a kvalitu. Mliečnan sodný v množstve 0,5—1 % na pôvodnú zmes zmierňuje vysušanie aj sušeného pečiva (sušeniiek). S úspechom sa využíva aj plastifikačný účinok mliečnanu vápenatého na albumíny, kazeín a želatínu pri šľahaní. Každé pridanie 1 % mliečnanu vápenatého spôsobuje vzrast objemu šľahaného materiálu o 1—20 %, čo svedčí op evnej väzbe v priestorovom zošňurovaní proteínu laktátom.



Aj napriek tomu, že v poslednom čase stále viac sa zavádza iontomeničový spôsob na odstraňovanie tvrdosti vody, používanej v potravinárstve, je niekedy vhodné odstraňovať tvrdosť vody pridaním organických potravinárskych kyselín.

Spotreba niektorých potravinárskych kyselín na odstránenie tvrdosti vody je uvedená v tabuľke 4.

Tabuľka 4. Spotreba organických kyselín na neutralizáciu soli tvrdej vody.

Stupne tvrdosti	Množstvo kyseliny potrebnej na neutralizáciu soli tvrdosti vody v 1000 l vody, gramy		
	citrónová	vinna	mliečna
1	22,8	26,7	32,1
4	91,2	106,4	127,7
5	114,0	133,3	160,0
6	136,8	160,0	192,0
7	159,6	187,0	224,0
8	182,4	213,0	256,0
9	205,2	240,0	288,0
10	228,0	267,0	321,0
11	258,0	294,0	353,0
12	273,6	321,0	385,0
13	286,4	348,0	417,0
14	319,2	375,0	450,0
17	387,6	454,0	545,0
20	456,0	535,0	642,0
30	684,0	802,0	936,0
40	912,0	1064,0	1277,0
60	1368,0	1600,0	1922,0

### Súhrn

V článku sa porovnávajú potravinárske kyseliny podľa ich sily, koncentračného prahu, koncentrácie a pH a vyvodzuje sa záver, že potravinárske kyseliny sú podľa kyseliacich vlastností navzájom zámenné. Jednako sú jemné chuťové rozdiely medzi potravinárskymi kyselinami. Pri degustačnom porovnávaní kyseliny mliečnej a citrónovej v limonádach ukázala sa kyselina mliečna omnoho lahodnejšou. Ďalej je uvedená závislosť množstva esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej od jej koncentrácie a priebeh hydrolýzy esterifikačne viazanej kyseliny mliečnej v závislosti od jej koncentrácie a času za laboratórnej teploty. Uvažuje sa o možnostiach využitia plastifikačného účinku kyseliny mliečnej a ústojných vlastností kyseliny mliečnej a jej soli.

### Literatúra

1. Cerevitinov F. V., Chimija i tovarovedenije svežich plodov i ovoščej, tom 1., Moskva 1949;
2. Arnold M. H. M., Food Manuf., 38, 432 (1963);
3. Šepitka A., Gärtner M., Optimálne čistenie vykvasených zápar pri mliečnom kvasení, záverečná zpráva SAV (1961).
4. Šepitka A., Průmysl potravin 15, 462 (1964).
5. Šepitka A., Průmysl potravin 12, 661 (1961).

# Некоторые аспекты применения молочной кислоты в пищевой промышленности

## Резюме

В статье сравниваются пищевые кислоты с точки зрения их силы, концентрационного порога, концентрации и pH, и приводится заключение, что пищевые кислоты можно по кислым свойствам взаимно заменять. Однако бывают тонкие вкусовые различия между пищевыми кислотами. При дегустационном сравнении молочной и лимонной кислот в напитках оказалась молочная кислота приятнейшей. Далее приводится зависимость количества ангидридов молочной кислоты от её концентрации и ход гидролиза ангидридов в зависимости от концентрации кислоты и времени при лабораторной температуре. Разбираются возможности использования пластификационного действия молочной кислоты и буферных свойств молочной кислоты и её солей.

## Einige Aspekte der Anwendung von Milchsäure in der Lebensmittelindustrie

### Zusammenfassung

Im Artikel werden die Lebensmittelsäuren auf Grund ihrer Intensität, der Konzentrationsschwelle, der Konzentration und pH verglichen und es wird eine Schlussfolgerung gemacht, dass die Lebensmittelsäuren gegenseitig untereinander, gemäss der Säuerungseigenschaften, vertauschbar sind. Dennoch sind feine Geschmacksunterschiede zwischen den Lebensmittelsäuren vorhanden. Beim Degustationsvergleich von Milchsäure und Zitronensäure hat sich die Milchsäure viel köstlicher erwiesen. Weiter ist die Abhängigkeit der Menge von durch Esterifikation gebundener Milchsäure und ihrer Konzentration und der Hydrolysenverlauf der durch Esterifikation gebundener Milchsäure in Abhängigkeit von ihrer Konzentration und Zeit bei Labortemperaturen angeführt. Man erwägt die Möglichkeiten der Ausnützung von plastifikanter Wirkung der Milchsäure und der Puffereigenschaften der Milchsäure und ihrer Salze.