

Povrchově aktivní látky v potravinářské technologii

DiS. Holářová Bohdana

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bohdana HOLÁŇOVÁ, DiS.**

Osobní číslo: **T10021**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Povrchově aktivní látky v potravinářské technologii**

Zásady pro vypracování:

1. **Rozeberte povrchově aktivní látky (tenzidy, surfaktanty) obecně, jejich vlastnosti, typy, atd.**
2. **Popište tyto chemikálie, které jsou používány hlavně v potravinách. Proč se používají, atd.**
3. **Rozeberte vliv těchto látek v "požívatinách" na lidský organismus**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Holmberg, K., Jönsson, B., Kronberg, B., Lindman, B.: **Surfactants and Polymers in Aqueous Solution**, John Wiley&Sons, Ltd., Chichester, England (2003), ISBN: 0-471-49883-1.
2. Whitehurst, R. J.: **Emulsifiers in Food Technology**, ed., Blackwel Publishing, 2004
3. S. E., Larsson, K. : **Food Emulsions**, ed.Friberg, M. Dekker 2004
4. **Food emulsions, Principles, Practices and Techniques**, Mc Clements, ed., CRC Press 2005

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Aleš Mráček, Ph.D.

Ústav fyziky a mater. inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Haláňová' Bohdana

Obor: CHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 11.5.2013

Haláňová' Bohdana

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce je charakteristika základních typů povrchově aktivních látek. Popisy jejich vlastností a struktury. Jejich využití v potravinářské technologii. V poslední části práce je rozebrán vliv těchto látek na lidský organismus.

Klíčová slova: povrchově aktivní látky, emulgátory, přídatné látky

ABSTRACT

The aim of this thesis is the characterization of the basic types of surfactants. Descriptions of their properties and structures. Their use in food technology. The last part is analyzed the effect of these substances on the human body.

Keywords: surfactants, emulsifiers, additives

Poděkování

Za odbornou pomoc, konzultaci a vedení děkuji vedoucímu své bakalářské práce Mgr. Aleši Mráčkovi, Ph.D.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
1 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY	11
1.1 POVRCHOVÉ NAPĚTÍ	12
1.2 VLASTNOSTI POVRCHOVĚ AKTIVNÍCH LÁTEK	14
1.2.1 Tvorba micel	14
1.2.2 Rozpustnost ve vodě.....	16
1.2.3 Rozpustnost v organických rozpouštědlech	16
1.2.4 Solubilizace	17
1.2.5 Detergence.....	17
1.2.6 Pěnivost	17
1.2.7 Emulgace.....	18
1.3 CHEMICKÁ STRUKTURA.....	19
1.4 ROZDĚLENÍ TENZIDŮ Z CHEMICKÉHO HLEDISKA.....	20
1.4.1 Anionaktivní tenzidy	20
1.4.2 Kationaktivní tenzidy	21
1.4.3 Neionogenní tenzidy	22
1.4.4 Amfolytické tenzidy	22
1.5 ROZDĚLENÍ TENZIDŮ PODLE BIOLOGICKÉ ODBOURATELNOSTI	23
1.6 ROZDĚLENÍ TENZIDŮ PODLE TVARU	23
1.7 ROZDĚLENÍ TENZIDŮ PODLE HODNOTY HLB.....	24
2 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ....	25
2.1 PROTEINY.....	26
2.2 ROSTLINNÉ GUMY A SLIZY	26
2.2.1 E406 Agarová guma.....	26
2.2.2 E 412 Guma Guar (Guarová moučka).....	27
2.2.3 E 414 Arabská guma (Akáciová guma)	27
2.3 E 322 LECITIN	27
2.4 SORBITANY A POLYSORBITANY	28
E 432 Polysorbát 20 (polyoxyethylensorbitanmonolaurát, Tween 20).....	29
2.4.1 E 433 Polysorbát 80 (polyoxyethylensorbitanmonooleát, Tween 80).....	29
2.4.2 E 434 Polysorbát 40 (polyoxyethylensorbitanmonopalmitát, Tween 40).....	29
2.4.3 E435 Polysorbát 60 (Polyoxyethylensorbitanmonostearát, Tween 60)	30
2.5 DERIVÁTY CELULÓZY.....	30
2.5.1 E 461 methylcelulóza (ethylether celulózy).....	30
2.5.2 E 463 hydroxypropylcelulóza (hydroxypropylether celulóza).....	30
2.5.3 E 466 karboxymethylcelulóza (celulózová guma).....	30
2.6 E 471 MONO- A DIGLYCERIDY MASTNÝCH KYSELIN (MAG, DAG)	31
2.7 DERIVÁTY MONO- A DIGLYCERIDŮ.....	32
2.7.1 E 472 a) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou octovou (ACETEM).....	32
2.7.2 E 472 b) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou mléčnou (LACTEM).....	32

2.7.3	E 472 c) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou citrónovou (CITREM).....	32
2.7.4	E 472 e) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou mono- a diacetylvinnou (DATEM).....	33
2.7.5	E 472 f) Směšné estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou octovou a vinnou (MATEM).....	33
2.8	E 473 ESTERY SACHARÓZY S MASTNÝMI KYSELINAMI (CUKROESTERY).....	33
2.9	E 475 ESTERY POLYGLYCEROLU S MASTNÝMI KYSELINAMI.....	33
2.10	E 491 SORBITANMONOSTEARÁT (SPON 60), E 492 SORBITANTRISTEARÁT (SPON 65).....	34
3	VLIV POVRCHOVĚAKTIVNÍCH LÁTEK NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	35
	ZÁVĚR.....	37
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	38
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	41
	SEZNAM TABULEK.....	42

ÚVOD

Povrchově aktivní látky jsou chemické sloučeniny, které zvyšují nebo snižují povrchové napětí. V potravinářské technologii se uplatňují především jako stabilizátory, emulgátory a solubilizační činidla. Stabilizátory udržují fyzikálně-chemické vlastnosti potravin. Emulgátory umožňují tvorbu stejnorodé směsi dvou nebo více nemísitelných fází. Některé emulgátory mají schopnost stabilizovat pěny, proto se přidávají do různých sypkých směsí na výrobu dezertů nebo šlehaných krémů. U pekařských výrobků mohou emulgátory usnadnit výrobu a zlepšit jejich kvalitu.

Povrchově aktivní látky plní v potravině i jiné funkce. Působením na tuky mění jejich krystalickou strukturu, čímž snižují jejich viskozitu. Pekařskou kvalitu mouky zlepšují tím, že působí na lepek. Jednotlivé emulgátory a stabilizátory mají rozdílné molekulární struktury, a proto jsou vhodné jen pro určité druhy potravin.

1 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY

Povrchově aktivní látky tvoří širokou skupinu různorodých látek, jejichž společnou vlastností je schopnost snížení nebo zvýšení povrchové energie na fázovém rozhraní vlivem jejich adsorpce v této části soustavy.[1]

Surfaktanty neboli tenzidy patří mezi povrchově aktivní látky. Zmenšují povrchové napětí kapaliny. Přidáním tenzidů do kapaliny se usnadňuje smáčení a rozptýlení takových látek v kapalině, které se s ní jinak nemísí.[3]

Povrchově aktivní látky stabilizují disperzní systémy, v případě potřeby je ruší. Dále snižují tření, urychlují technologické procesy, ovlivňují fyzikálně chemické procesy materiálů, aktivně se podílí na biochemických procesech v živých organismech.[3]

Fosfolipidy jsou důležitou složkou biomembrán. Mají funkci stavební, tak i transportní, neboť svým uspořádáním ovlivňují transportní děje mezi buňkou a okolím. Proteiny jako enzymy a bílkovinné hormony ovlivňují a řídí metabolické děje.[27]

Po přidání do kapaliny se rozpouštějí a hromadí se především v její povrchové vrstvě. Tím zmenšují povrchové napětí kapaliny, tj. sílu působící na povrchu kapaliny na jednotku délky. Podstatou povrchové aktivity je molekulární struktura tenzidů, složená z polárně rozdílných částí.[1]

Hydrofilní polární skupina je orientována směrem k molekule vody, druhá nepolární část struktury tenzidů směrem k nepolární části smáčeného povrchu.[11]

Synteticky připravené tenzidy se nazývají saponáty. Termínem detergenty se označují čisticí a prací prostředky, které kromě tenzidů obsahují ještě další přísady (aktivní plnidla, barviva a parfémy). Saponiny jsou glykosidické tenzidy obsažené v rostlinách.[11]

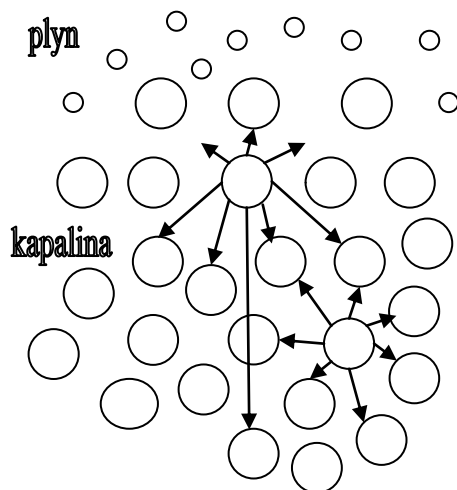
Vlastností těchto látek se využívá při výrobě pracích a čisticích prostředků, v textilním průmyslu, strojírenství, rudném průmyslu, chemickém průmyslu, při výrobě nejrůznějších emulzí nebo suspenzních přípravků.[13]

K potravinářským emulgátorům patří estery mastných kyselin a glycerolu, sorbitanu, sacharosy, hydroxykyselin, dále některé přírodní emulgátory jako jsou fosfolipidy a bílkoviny. Mezi nejznámější fosfolipidy patří lecitiny. Mléčný kasein a bílkovina sericin mají účinky emulgátoru a zároveň i stabilizátoru emulzí.[1][3][11]

1.1 Povrchové napětí

K důležitým vlastnostem kapalin patří vlastnosti jejich povrchu. Na molekulu uvnitř kapaliny působí přitažlivé síly okolních molekul ze všech stran stejně, a proto se navzájem vyrušují.

U povrchu však převažují síly působící dovnitř kapaliny nad silami mezi molekulami v kapalině a molekulami ve druhé, v tomto případě plynné fázi. Tím jsou molekuly z povrchu vtahovány do kapaliny a povrch má snahu nabýt co nejmenší hodnoty.[13]



Obr. č. 1: Schematické znázornění sil působících na molekulu kapaliny a na jejím povrchu.[13]

Povrchové napětí kapaliny σ je síla, která působí na povrchu kapaliny kolmo na jednotku délky okraje povrchu kapaliny. Jednotkou je $1 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Hodnoty povrchového napětí se vztahují k fázovému systému kapalina – vzduch.[7]

Vyskytují se i heterogenní fázové systémy typu kapalina - kapalina nebo kapalina – tuhá látka. Velikost povrchového napětí závisí na druhu kapaliny. S rostoucí teplotou klesá i povrchové napětí.[10][13]

Tabulka č. 1: *Příklady rozhraní obsahující kapalné skupenství.*[2]

Rozhraní	Typ systému	Výrobek
Pevná látka- kapalina	suspenze	Barvivo v rozpouštědle
Kapalina - kapalina	emulze	Mléko, smetana
Kapalina- plyn	pěna	Pěna na holení

Tabulka č. 1 znázorňuje, co mohou účinné surfaktanty udělat v souvislosti se snížením povrchového napětí a napětí na rozhraní. Uvedených hodnot lze obvykle dosáhnout pomocí běžných čisticích prostředků.

U zvláštních složení je možno dosáhnout takzvaných ultra nízkých napětí na rozhraní, tj. hodnoty v rozsahu 10^{-3} mN/m nebo nižších. Příkladem systému s ultra nízkým napětím na rozhraní je systém tří složek, složený z mikroemulze v rovnováze s nadbytkem vodní a olejové složky.[2]

Tabulka č. 2: *Typické hodnoty povrchového napětí a napětí na rozhraní (mN/m).*[2]

Vzduch - voda	72-73
Vzduch – 10% vodní roztok NaOH	78
Vzduch – vodní roztok surfaktantu	40-50
Alifatický uhlovodík - voda	28-30
Aromatický uhlovodík- voda	20-30

1.2 Vlastnosti povrchově aktivních látek

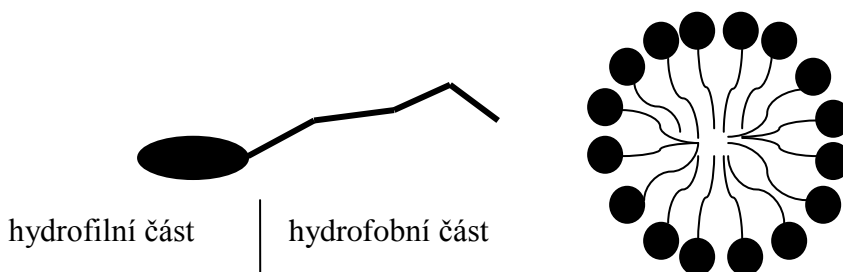
Vlastnosti tenzidů jsou důsledkem struktury jejich molekul. Jejich molekuly obsahují silně hydrofobní skupinu a ta vyvolává jejich adsorpci. Současně mají hydrofilní skupinu, která při adsorpci má tendenci co největšího styku s vodnou fází. Zpravidla to bývá ionizovaná nebo silně polární skupina. Takové látky nazýváme *amfifilní* nebo *amfipatické*. [3]

Výsledkem těchto dvou protichůdných interakcí pak je, že hydrofilní skupina je uvnitř kapalně fáze a hydrofobní skupina je orientována z povrchu ven. Silné snižování povrchového napětí kapalin surfaktanty vede k vytvoření pěny, což je soustava plynná fáze – kapalina se značně rozvinutým fázovým rozhraním. [3][11]

Účinek mýdla například spočívá v tom, že následkem hydrofobní interakce uvolňují molekuly surfaktantů adsorbované molekuly nečistot (což jsou různé molekuly s nepolárními alkylovými řetězci) z povrchu pevné fáze a převádějí je do pěny, kde se opět adsorbují. Surfaktanty se v systémech voda - olejová fáze a voda – pevná fáze uplatňují zvláště jako emulgátory (zmenšením povrchového napětí obou fází umožňují vytvoření emulzí), solubilizátory a smáčedla. [3][11]

1.2.1 Tvorba micel

Při vyšších koncentracích v roztoku vytvářejí některé amfifilní sloučeniny tzv. micely. Jsou to kulovité útvary, které uvnitř vyplňují koncentricky orientované hydrofobní skupiny. Na jejich povrchu jsou hydrofilní – polární nebo ionizované skupiny. [2]



Obř. ř. 2: Schéma molekuly surfaktantu a uspořádaní micely v polárním prostředí. [2]

Schopnost vytvářet micely mají jen některé povrchově aktivní látky, které mají vhodně vyvážené vlastnosti mezi hydrofobní a hydrofilní částí molekuly. Jedná se o povrchově aktivní látky s čistícími účinky, např. soli mastných kyselin C_{12} až C_{20} , alkylsulfáty, alkylbenzensulfonáty, kvarterní amoniové soli.[2][17]

Vznik micel, jejich tvar a výsledné uspořádání do kapalných krystalů závisí zejména na koncentraci tenzidů. Při velmi nízké koncentraci je tenzid v roztoku přítomen ve formě volně rozpuštěných molekul, z nichž některé difundují na povrch rozpouštědla. Tam se adsorbují na fázovém rozhraní mezi roztokem a vzduchem, rovnoměrně pokrývají povrch a vytvářejí tzv. monomolekulární vrstvu povrchového filmu.[2][10]

Micely vznikají v roztoku povrchově aktivní látky jen od určité koncentrace – *kritické micelární koncentrace* (CMC). Vznik micel je doprovázen změnou některých vlastností systému – např. povrchového napětí, vodivosti (u ionických tenzidů), viskozity, rozptylu světla.[10][17]

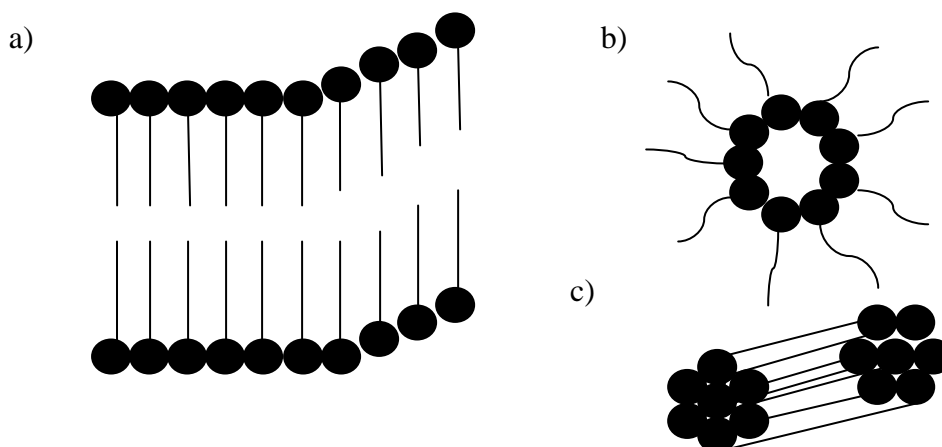
Povrchové napětí vodních roztoků povrchově aktivních látek se s rostoucí koncentrací prudce zmenšuje až do CMC, a pak se již skoro nemění. Polární vodivost nejprve mírně klesá a při dosažení CMC dochází k prudkému poklesu.[10][17]

Při vyšší koncentraci, když množství rozpouštědla mezi micelami ubývá, dochází ke shlukování micel a vzniku válcovitých útvarů. V současné době známe velké množství tvarů micel. [1]

Základní uspořádání je kulovité, válcovité a laminární. Laminární micely se skládají střídavě z vrstvy rozpouštědla a dvojitého řada dipolárních molekul tenzidů. Hydrofobní části molekuly tenzidu jsou paralelně uloženy uvnitř řady v důsledku hydrofobních interakcí.[10][17]

Jedná se o kapalně krystalky s laminární strukturou, která má význam zejména v biologických systémech. Příkladem této struktury je membrána živé buňky.

Laminární micely se vyskytují v koncentrovanějších roztocích tenzidů. Válcovité nebo tyčinkovité micely jsou v podstatě na sebe poskládané vrstvy do kruhu uspořádaných tenzidů.[1][10][17]



Obr. č. 3 : Základní tvary micel: a) laminární, b) kulovitá, c) válcovitá.[1]

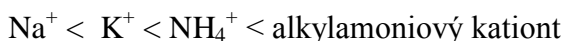
1.2.2 Rozpustnost ve vodě

Při rozpouštění tenzidů ve vodě se hydrofilní skupina hydratuje a lipofilní část molekuly vytlačuje kohézní síly vody z roztoku. Rozpustnost tenzidů závisí na jeho chemické struktuře. Lipofilní část tenzidů ovlivňuje rozpustnost svoji délkou, tvarem a výskytem dvojných vazeb.[2]

Na rozpustnost má také vliv velikost, tvar a druh hydrofilní skupiny. Dalším faktorem, který ovlivňuje rozpustnost tenzidů ve vodě, je teplota. S rostoucí teplotou se rozpustnost zvětšuje.[1]

1.2.3 Rozpustnost v organických rozpouštědlech

Díky amfifilní struktuře se tenzidy mohou rozpouštět v rozpouštědlech s různou polaritou. Rozpustnost iontových tenzidů v organických rozpouštědlech ovlivňuje protiont. Rozpustnost aniontových tenzidů v organických rozpouštědlech s nízkou polaritou, např. v benzenu, se zvětšuje podle pořadí:



Tenzidy, které jsou vyrobené z fluorovaných uhlovodíků, se rozpouštějí v organických rozpouštědlech, kde snižují povrchové napětí.[1][2]

1.2.4 Solubilizace

Uhlovodíkové části molekul tenzidů v jádru micely vytváří prostředí obdobné kapalnému uhlovodíku. To znamená, že mají schopnost v sobě rozpouštět látky nerozpustné ve vodě. Na solubilizaci je založen i prací efekt. Nerozpustné nečistoty solubilizují ve vodě v micelách a ze systému jsou odnášeny společně s pracím roztokem.

Solubilizace se využívá např. při výrobě herbicidů, insekticidů, fungicidů, v kosmetickém i farmaceutickém průmyslu.[4]

1.2.5 Detergence

Účinky tenzidů, které mají schopnost odstraňovat z povrchu pevných látek různé nečistoty, se označují jako detergenční. Směsi tenzidů a doplňujících látek se nazývají detergenty. Kromě praní se používají při mytí a čištění nejrůznějších předmětů např. skla, podlah, nábytku.[1]

U pracích prostředků se kromě dobré prací schopnosti vyžaduje také nedráždivost pokožky a uspokojivá biologická odbouratelnost použitých tenzidů v odpadních vodách.

Tenzidy samy o sobě nejsou toxické látky, procesem praní však nemění své složení, a proto působí v řekách i nadále.[4]

1.2.6 Pěnivost

Pěny se vytváří zavedením nebo našleháním plynu nebo vzduchu pod hladinou roztoku nebo uvolňováním plynu v kapalině. Pěnivost je schopnost roztoku povrchově aktivní látky vytvořit pěnu. Charakteristickými vlastnostmi pěn je velikost bublin, hustota, objem, stálost a rychlost jejich tvorby.[4]

Nízké povrchové napětí a nízká tenze par povrchově aktivní látky produkuje příznivé podmínky v procesu pění. Účinnost pěnotvorné látky charakterizuje její povrchová aktivita, stupeň disperze, rozpustnost a viskozita.[1][4]

V potravinářství se této schopnosti využívá při výrobě různých druhů šlehaných krémů a šlehaček.[4]

1.2.7 Emulgace

Emulgace je příprava emulze mechanickým rozptýlením dvou vzájemně nemísitelných kapalin. Povrchově aktivní látky se používají v potravinářství jako emulgátory. Účinek jejich hydrofilních a hydrofobních skupin umožňuje emulgaci.[13]

Emulgátor snižuje povrchové napětí na styčné ploše olej – voda, které zabraňuje postupnému dělení kapiček oleje a jejich rozptýlení v kapalině. Adsorpcí emulgátoru na jejich povrchu se utvoří blanka, která zabraňuje zpětnému spojování kuliček ve větší celky.[1][13][17]

Molekula emulgátoru tvoří mezi mastnou a vodní fází tenkou vrstvu, kde je k vodě obrácena a přitahována hydrofilní skupina emulgátoru a k tuku hydrofobní skupina emulgátoru. Tak emulgátor vytvoří spojovací vrstvičku mezi vodní a tukovou fází.[8]

Látky, které nemají emulgační schopnosti, ale jen emulze stabilizují, se jmenují stabilizátory. Stabilizátory se v potravinářství používají například v mražených krémech anebo při výrobě různých druhů dezertů.[4]

Velikost mezifázového napětí rozhoduje, jaký typ emulze se vytvoří. Pokud je mezifázové napětí mezi emulgátorem a vodou větší než mezi emulgátorem a olejem, vytvoří se emulze typu voda v oleji (označována V/O). Vodní fáze má snahu zaujmout co nejmenší povrch a vytvoří kapičku v oleji.[1][8]

Je-li naopak mezipovrchové napětí mezi emulgátorem a olejem větší, vytvoří se emulze typu olej ve vodě (označována O/V), a potom jsou ve vodě rozptýleny kapénky oleje. Například při výrobě emulgovaných tuků je to emulze voda v oleji (V/O). Mezi emulze O/V patří například mléko a mezi V/O řadíme máslo.[11][17]

Emulgační účinek iontových a neiontových povrchově aktivních látek je tím větší, čím lépe jsou vyváženy jejich polární a nepolární části.

Vyváženost amfipatické molekuly emulgátoru je dána délkou uhlovodíkového řetězce a afinitou iontové nebo polární skupiny k vodě.[1][17]

1.3 Chemická struktura

Chemická struktura těchto látek je jedním z kritérií pro posouzení aplikačních možností tensidů jako pomocného přípravku ve funkci emulgátoru, dispergátoru, smáčedla, pracího a čisticího prostředku nebo solubizátoru.[1]

Molekuly tensidů jsou amfipatické a mají asymetrický, dipolární charakter. Tenzidy mají jednu nebo dvě funkční polární skupiny. Mohou to být také polyfunkční polymerní sloučeniny, které mají charakter polyelektrolytů.[1][3]

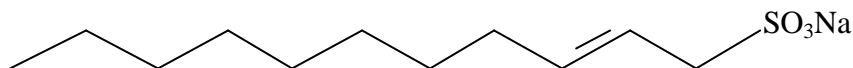
Hydrofobní složku tensidů vytvářejí zpravidla uhlovodíkové zbytky alifatických řetězců alkanů a alkenů nebo zbytky aromatických sloučenin (benzenu, fenolu, naftalenu), přednostně alkylovaných aromatických sloučenin (alkylbenzenu, alkylfenolu a alkylnaftalenu).[2]

Hydrofilní složka tensidů je polární skupina schopná disociace, např. $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$ nebo polární nedisociovatelná funkční skupina např. $-\text{O}-$, $-\text{COO}-$, $-\text{SO}_2\text{NH}-$, $-\text{CONH}-$ atd.

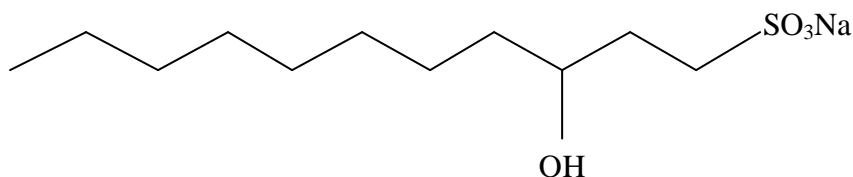
Z chemického hlediska se prakticky užívané tensidy dělí na anionaktivní (mýdla, alkylsulfáty a alkylsulfonáty, saponiny), kationaktivní (tetraalkylaminiové kationty), amfoterní (fosfolipidy, bílkoviny) a nenabitě látky (jako estery a etheroestery mastných kyselin). [1][3]

Mezi poslední patří významné skupiny surfaktantů zvané SPAN (parciální estery vyšších mastných kyselin a alkoholu sorbitanu) a TWEEN (SPAN vázaný na polyethylenglykolový řetězec).[1][3]

a)



b)

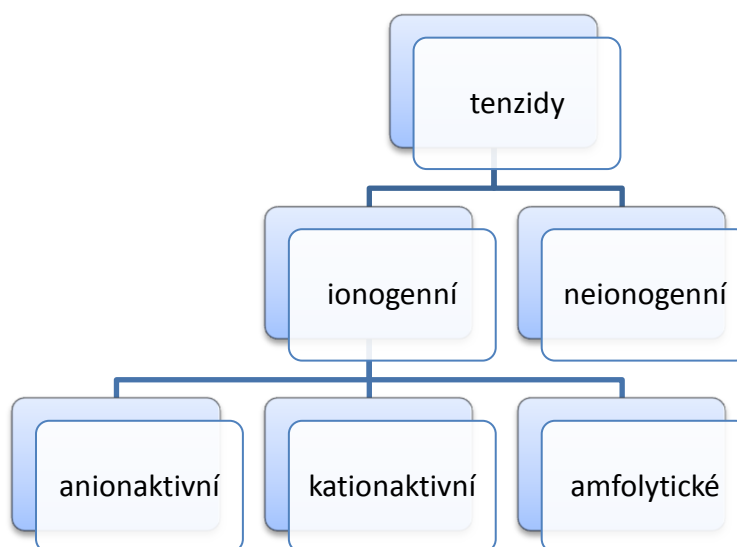


Obr. č. 4 : Anionaktivní tensidy: a) alkensulfonát, b) hydroxyalkansulfonát [8]

1.4 Rozdělení tenzidů z chemického hlediska

Podle polární skupiny se tenzidy dělí na dvě základní skupiny: ionogenní a neionogenní. Ionogenní tenzidy obsahují funkční skupiny, které ve vodném roztoku disociují, a tím vznikají záporně nebo kladně nabitě ionty. Jejich náboj závisí na pH prostředí. [4]

Neionogenní tenzidy jsou látky, které ve vodném roztoku nedisociují. Jejich rozpustnost ve vodě umožňuje přítomnost polárních funkčních skupin v molekule, které mají silnou afinitu k vodě.[1]



Obr. č. 5: Základní rozdělení tenzidů.[1]

1.4.1 Anionaktivní tenzidy

Anionaktivní tenzidy jsou povrchově aktivní sloučeniny s jednou nebo více funkčními skupinami. Ty jim umožňují se disociovat ve vodném prostředí na záporně nabitě organické ionty (nositele povrchové aktivity) a povrchově neaktivní kationty.[1]

Funkční hydrofilní skupinu nejčastěji tvoří:

- a) karboxylová skupina (-COONa)
- b) sulfátová skupina (-OSO₃Na)
- c) sulfonanová skupina (-SO₃Na)
 - alkylsulfonany
 - alkylarylsulfonany[1]

Tenzidy s funkční karboxylovou skupinou mají mírnější účinek na pokožku, dobrou stabilitu pěny a velmi dobrou práci schopnost. Jejich nevýhodou je nestálost k iontům, které způsobují tvrdost vody, lehkou hydrolyzu už ve slabě kyselém prostředí, špatnou emulgaci tuků a horší oplachovatelnost.[1][4]

Tenzidy s funkční sulfátovou skupinou mají tyto dobré vlastnosti: stálost v tvrdé vodě, pěnivost, smáčecí schopnost a účinnost v širokém rozmezí pH. Jejich nevýhodou však je slabá práci schopnost.[1][4]

Tenzidy s funkční sulfonanovou skupinou jsou vysoce stálé vůči iontům, které způsobují tvrdost vody. Vyznačují se dobrou rozpustností ve vodě, dobrou smáčecí a emulgační schopností. Jejich nevýhodou je vysoká afinita k pokožce a slabá práci schopnost.[1]

Tenzidy s mezivazbovou etylenoxidovou skupinou mají velmi dobrou smáčecí schopnost, dobrou emulgační schopnost pro tuky, částečně sníženou pěnivost a dobrou dispergenční schopnost pro vápenatá mýdla. Jejich nevýhodou je snížená biologická odbouratelnost.[4]

Mezi nejstarší a nejdéle používané anionaktivní tenzidy patří mýdlo, sodná sůl vyšších karboxylových kyselin (C_{10} - C_{22}).[1][6]

Nejrozšířenějším anionaktivním tenzidem je poměrně dobře biologicky rozložitelný lineární natrium-sek-alkylbenzensulfonát. Jako další anionické tenzidy se využívají α -olefin-sulfonáty, parafinsulfonáty, sulfosukcináty, isothionáty a další.[1][6]

1.4.2 Kationaktivní tenzidy

Kationaktivní tenzidy se přidávají do avivážních prostředků, mají mikrobicidní účinek. Dále se využívají do kondicionálních přípravků pro vlasovou kosmetiku. Jejich biologická rozložitelnost je proti jiným tenzidům horší.[6]

Obsahují jednu nebo více funkčních skupin, které jim umožňují disociovat ve vodném prostředí na kladně nabitě organické ionty a povrchově neaktivní ionty. Kladný náboj je vázaný na dusík, případně na síru nebo fosfor. Jsou to kvartérní amoniové soli, a to chloridy nebo methosulfáty. Anionaktivní tenzidy nelze kombinovat v recepturách s kationaktivním, neboť se vzájemně srážejí na nerozpustný aglomerát.[6]

Lze kombinovat jen ty typy, které mají v molekule kromě ionické části i neionickou část. Tím lze pak zajistit rozpustnost vzniklého aglomerátu ve vodě.[6][4][8]

1.4.3 Neionogenní tenzidy

Neionogenní tenzidy obsahují jako polární skupiny aminoskupiny, etherické a hydroxylové skupiny spojené s polyglykoethery, které tvoří s molekulami vody vodíkové můstky, což umožňuje rozpustnost těchto látek ve vodě.[1]

Mezi neionové tenzidy patří například oxyethylenáty mastných alkoholů. Používají se jako emulgátory v kosmetice a dalších odvětvích.[6]

Vedle oxyethylenátů se řadí mezi neionické tenzidy polyhydroxysloučeniny, jejichž hydrofobní a hydrofilní část je na bázi obnovitelných zdrojů.

Neionogenní tenzidy na bázi glykosidů, alkylpolyglykosidy, jsou v současné době nejperspektivnějšími tenzidy. Hydrofobní i hydrofilní část molekuly pochází z obnovitelných rostlinných surovin. Jsou rychle a dokonale biologicky rozložitelné.[6]

Používají se v mycích a čisticích prostředcích, dále v kosmetických emulzních a čisticích prostředcích jako emulgátory. Hydrofobní část molekuly tvoří mastný alkohol, který se vyrábí z rostlinných tuků a hydrofilní část molekuly pochází ze škrobu (kukuřičný, bramborový, pšeničný). Lze použít i dextrozu nebo čistou glukosu.[6][8]

Mezi glykosidické tenzidy patří acylsorbitany a jejich oxyethylenáty. Využívají se v kosmetice a řadě dalších odvětví. Acylderiváty sacharosy se používají jako přísady v kosmetických mycích prostředcích nebo jako aditiva zlepšující texturu potravin.[6][8]

1.4.4 Amfolytické tenzidy

Amfolytické tenzidy jsou sloučeniny se dvěma nebo více zásaditými a kyselými funkčními skupinami. Tyto látky jsou schopné v závislosti od podmínek prostředí (pH) disociovat ve vodném roztoku a dát tak povrchově aktivní látce aniontový nebo kationtový charakter.

Mezi hlavní amfolytické tenzidy patří alkylbetainy, sulfobetainy a aminokarboxylové kyseliny. Lze je v recepturách kombinovat s kationaktivními i anionaktivními tenzidy.[6][8]

1.5 Rozdělení tenzidů podle biologické odbouratelnosti

a) Snadno biologicky rozložitelné, tzv. měkké tenzidy

- sulfátované alkoholy
- *n*-alkansulfonany
- *n*-alkensulfonany
- sulfátované adukty mastných alkoholů a kyselin a alkylpolyglykolétersulfonáty (s nízkým polymeračním stupněm)
- tenzidy polypeptidů a polysacharidů vázaných s lineárním alkalickým řetězcem

b) středně biologicky rozložitelné, tzv. odbouratelné tenzidy

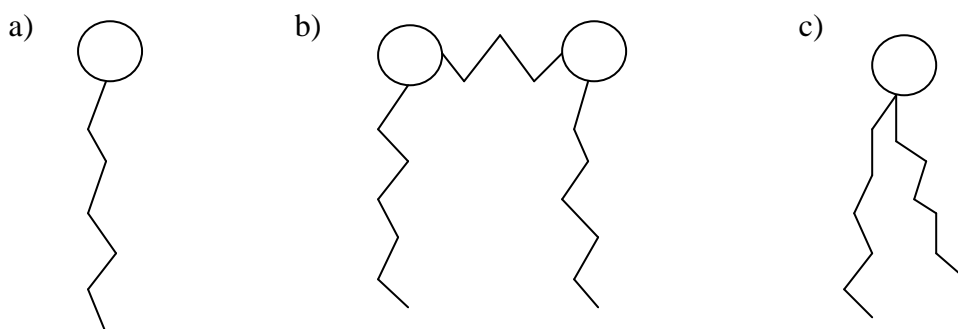
- lineární alkylbenzesulfonany
- středně molekulové adukty etylenoxidu s vyššími mastnými kyselinami a aminy

c) těžko biologicky odbouratelné, tzv. tvrdé tenzidy

- rozvětvené alkylbenzesulfonany
- rozvětvené alkylnaftalensulfonany
- vysokomolekulové adukty etylenoxidu a alkylfenolů s rozvětvenými alkylem[1][4]

1.6 Rozdělení tenzidů podle tvaru

Tenzidy lze rozdělit podle tvaru na normální, geminální a tenzidy s vidličkovitým tvarem. V případě geminálních tenzidů se jedná o látky, které mají ve své struktuře dva dlouhé uhlovodíkové řetězce a dvě polární skupiny spojené kratším uhlovodíkovým řetězcem. Významnou předností těchto tenzidů jsou jejich nižší hodnoty CMC.[8][12]



Obr. č. 6: Rozdělení tenzidů podle tvaru: a) normální, b) geminální, c) tenzid s vidličkovitým tvarem.[12]

1.7 Rozdělení tenzidů podle hodnoty HLB

Roku 1949 definoval Griffin pro tenzidy hodnotu HLB jako rovnovážný poměr mezi hydrofilní a lipofilní částí molekuly. Poměr je vyjádřený bezrozměrným číslem a neiontovým tenzidům se přiřazují hodnoty od 0 do 20. Pro výpočet je možné použít původní Griffinův vztah:

$$\text{HLB} = \Sigma (\text{HLB hydrofil}) - (\text{HLB hydrofob}) + 7$$

Podle této hodnoty lze tenzidy rozdělit do aplikačních skupin: emulgátory, smáčedla, detergenty a solubilizátory.[1][7]

Tabulka č. 3: Hodnoty hlavních aplikačních skupin tenzidů.[7]

Rozsah HLB	Aplikační skupina
3 až 6	emulgátory V/O
7 až 9	smáčedla
8 až 18	emulgátory O/V
13 až 15	detergenty
15 až 18	solubilizátory

Látky s malými hodnotami HLB mají lipofilnější charakter, s velkými hodnotami hydrofilnější charakter. Na hydrofilně-lipofilním charakteru emulgátoru závisí i stabilita vytvořené emulze daného typu.[5]

Z vodorozpustných emulgátorů se používají nejčastěji sodná, draselná, případně i amonná mýdla vyšších mastných, naftenových, alkylarylsulfonových a sulfonaftenových kyselin, z emulgátorů rozpustných v oleji vápenaté, barnaté a hořečnaté soli stejných kyselin a též fenolů.[6]

Změnu emulze lze dosáhnout i záměnou kationtu, vnější fázi bývá ta, v níž je emulgátor rozpuštěn. Vzájemně se oba typy ve svém účinku ruší.[5][6]

2 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ

V našich potravinách nacházíme čím dál více různých přísad, které jsou souhrnně označovány jako přídatné látky neboli „E“. Tyto látky jsou do pokrmů přidávány za účelem zlepšení chuti, vůně, vzhledu a trvanlivosti.[13]

Přítomnost těchto látek v potravině musí být uvedena na obale, a to ve vzestupném pořadí podle toho, v jakém množství jsou v potravině obsaženy. V potravinářském průmyslu se používají povrchově aktivní látky především jako složky emulgátorů a stabilizátorů různých druhů potravin.[13][14]

Emulgátory napomáhají při výrobě emulzí a vzniklé emulze často i stabilizují. Také mohou usnadnit a zlepšit vzhled potraviny. Některé emulgátory mají schopnost stabilizovat pěny, a proto se přidávají do různých sypkých směsí na výrobu dezertů a do šlehaných krémů. Ostatní zase tvorbu pěn potlačují, proto se používají při zpracování mléka a vajec.[1][13]

Emulgátory jsou také v mražených krémech, usnadňují jejich výrobu a přispívají k větší nadýchanosti výrobku. Dále změkčují cukrovinky, stabilizují tuky, snižují prskání oleje při smažení, kontrolují viskozitu tekuté čokolády, zlepšují rozpustnost instantních nápojů, ovlivňují krystalizaci tuků.[14]

Výběr emulgátorů závisí na těchto faktorech: druh potravinářského výrobku, způsob zpracování, konečná forma výrobku, způsob přípravy, jeho chuť a vůně, vliv ostatních aditiv a cena výrobku.[1]

Stabilizátory udržují potraviny v takovém stavu, v jakém byly vyrobeny. Často se jedná o potraviny, které se za normálních podmínek nemísí. Po čase mají tendenci se znovu oddělit a tomuto oddělení složek stabilizátory překážejí.

V emulzích spolu s emulgátory zabraňují oddělení vody a oleje. Stabilizátory mohou zajišťovat stálost barvy i další vlastnosti výrobku.[14]

Povrchově aktivní látky se nachází přirozeně také v živé přírodě. Mezi přirozené emulgátory patří například dextriny, rostlinné slizy, gummy, škroby, deriváty celulózy, alkylcelulózy, saponiny, lipidy, steroly, fosfolipidy, bílkoviny apod.[13][14]

2.1 Proteiny

Nejhojnějším emulgátorem, který se vyskytuje v přirozených emulzních soustavách všech druhů, jsou bílkoviny. A to jak nativní proteiny, obsažené v přírodních gelech a solích živých buněk, tak i produkty jejich rozkladu v nejrůznějších soustavách živých organismů.

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky. Na nepolárním uhlíkatém řetězci obsahují polární skupiny, jež jsou rozptýleny na různých místech v řetězci.[9][14]

Molekula bílkoviny nemá proto vyslovený charakter emulgátoru určitého typu, ale působí jako smíšený emulgátor, který tvoří jednu emulzi O/V, jindy emulzi V/O, anebo tvoří současně oba typy emulzí.[14]

Jako technické emulze mají nevýhodné vlastnosti - snadno podléhají účinkům proteolytických enzymů z mikroorganismů a ty je štěpí na jednodušší molekuly. Dále v poslední fázi výroby (sterilizace nebo pasterace) může dojít k nevratné denaturaci proteinů, a tím se stávají nerozpustnými. Denaturovaný protein může vytvořit sraženinu na povrchu emulze.[20]

I přes tyto nevýhody se bílkoviny používají při přípravě emulzí všeho druhu. Mezi nejdůležitější emulgátory této skupiny patří kasein syrovátkové bílkoviny z mléka, albumin vaječný a krevní. Při přípravě potravin se používá do vaječných emulzí bílkovina z bílků a ze žloutků.[9][14][20]

2.2 Rostlinné gummy a slizy

Tyto přirozené emulgátory jsou získávány ze živých rostlin v podobě výpotků anebo rozvařením celých rostlinných částí. Nejznámější jsou guma arabská, akátová a karayová. Mnohé gummy se skládají z hemicelulóz a jiných uhlohydrátových složek. Gummy a slizy nerozpustné ve vodě, ale rozpustné v oleji dávají emulze typu V/O, například damarská guma, rozpustná v uhlovodících.[14][24]

2.2.1 E406 Agarová guma

Agar se používá jako stabilizátor, emulgátor a zahušťující látka. Získává se z mořských řas, které se vyskytují na pobřeží Japonska, Portugalska, Indie, Mexika a Nového Zélandu. Agar se využívá při výrobě tavených sýrů, masných výrobků, džemů a želé, mléčných výrobků a nápojů. V některých státech se používá jako potravinářská látka.[14][24]

2.2.2 E 412 Guma Guar (Guarová moučka)

Tato guma se získává ze semen rostliny *Cyamopsis tetragonolobus*, která se pěstuje v Indii, Pakistánu a USA. Používá se jako emulgátor, zahušťovadlo a stabilizátor disperzí. Přidává se do mražených krémů, zahušťuje salátové zálivky, instantní polévky a omáčky. Patří mezi rozpustné vlákniny.[13][14][19]

2.2.3 E 414 Arabská guma (Akáciová guma)

Arabská guma se používá jako stabilizátor a emulgátor. Získává se ze stromu rodu *Acacia senegal*. Je účinná při stabilizaci emulze oleje ve vodě, snižuje mezifázové napětí mezi olejem a vodou, usnadňuje vytváření jemných kapiček oleje v emulzi. Nachází se v cukrovinkách. Zahušťuje cukrovinky, želé, polevy, stabilizuje emulze olejů ve vodě a pěny. Používá se jako zdroj rozpustné vlákniny v dietních nápojích.[13][14][19]

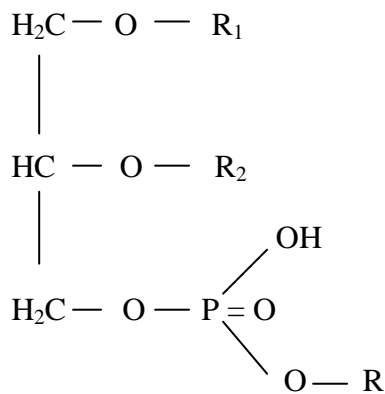
2.3 E 322 Lecitin

Fosfolipidy jsou základní stavební jednotkou biologických membrán. Vyskytují se v myelinových obalech nervových buněk, v semenech a vejcích. Mezi nejčastěji používaný fosfolipid v potravinářství patří lecitin.[9]

Lecitin, fosfatidylcholin se přirozeně vyskytuje v potravinách a zároveň se využívá jako emulgátor a antioxidant. Hlavním průmyslovým zdrojem lecitinu jsou sójové boby. Nachází se také v rostlinných olejích a vaječných žloutcích. Lecitin urychluje přeměnu tuků v energii a odstraňuje tím tukové usazeniny. Dále snižuje hladinu LDL cholesterolu (pro organismus škodlivý) a zvyšuje hladinu HDL cholesterolu (pro organismus příznivý).[9][14]

Lecitin zabraňuje oddělení vody a oleje v potravinách, zpomaluje žluknutí, snižuje prskání oleje při smažení. Také přispívá k většímu objemu těst, zlepšuje strukturu střídky a oddaluje tvrdnutí chleba. Lecitin se používá do oplatek, sušenek, krekrů, kde zlepšuje kvalitu, přidává se do žvýkaček, do čokolád, lentilek a do různých tukových polev a krémů.[14]

Lecitin je amfifilní látka, která vykazuje povrchovou aktivitu a patří mezi přírodní tenzidy. Je složený z mastné kyseliny, glycerolu, kyseliny fosforečné a cholinu. Další známý fosfolipid je fosfatidylethanolamin a fosfatidylserin.[9][14]



R = H fosfatidová kyselina

R = CH₂-CH₂-N⁺(CH₃)₃ fosfatidylcholin

R = CH₂-CH₂-N⁺H₃ fosfatidylethanolamin

R = CH₂-CH-N⁺H₃ fosfatidylserin

Obrázek č. 7: Fosfatidy[27]

2.4 Sorbitany a polysorbitany

Jsou to chemické sloučeniny odvozené od Sorbitolu C₆H₁₄O₆. Sorbitol je cukerný alkohol, který vzniká redukcí glukózy. Sorbitol E 420 se přirozeně vyskytuje v ovoci a bobulovinnách. Používá se jako sladidlo, zvlhčovač, stabilizátor, zahušřovadlo.[10]

Sorbitany jsou sloučeniny anhydridu sorbitolu s mastnými kyselinami (vazba s hydroxylem na prvním nebo šestém uhlíku). Tak vzniká například sorbitan laurát, sorbitan stearát apod.

Polysorbany jsou sloučeniny, kde je vázán na třech hydroxylových skupinách anhydridu sorbitolu vždy polyethylenglykol o různém počtu monomerů.[10][14]

Na konečnou hydroxylovou skupinu polyethylenglykolu může být vázána kyselina, například kyselina palmitová C₁₆H₃₂O₂, kyselina olejová C₁₈H₃₄O₂ apod.[10][16]

Tak vzniká:

Polysorbát 20 (polyoxyethylessorbitanmonolaurát, Tween 20)

Polysorbát 40 (polyoxyethylensorbitanmonopalmitát, Tween 40)

Polysorbát 60 (polyoxyethylensorbitanmonostearát, Tween 60)

Polysorbát 65 (polyoxyethylensorbitantristearát, Tween 65)

Polysorbát 80 (polyoxyethylensorbitanmonooleát, Tween 80)

Sorbitany a polysorbany se využívají v potravinářství jako neionogenní emulgátory. [24]

E 432 Polysorbát 20 (polyoxyethylessorbitanmonolaurát, Tween 20)

Polysorbát 20 $C_{58}H_{114}O_{26}$ je průhledná, žlutá až žlutozelená tekutina. Účinkuje jako emulgátor a stabilizátor. Používá se jako stabilizátor surovin v těstech, krémech a omáčkách. Přidává se do pekařských výrobků, krémů, zmrzlin, polev. Obsahují ho také v zálivky, polevy, cukrovinky, ztužené tuky a v sypké náhražky mléka.[10][14]

2.4.1 E 433 Polysorbát 80 (polyoxyethylensorbitanmonooleát, Tween 80)

Polysorbát 80 $C_{64}H_{124}O_{26}$ je žlutá tekutina rozpustná ve vodě. Zlepšuje rozpustnost smetany do kávy v prášku, zabraňuje oddělení oleje v umělých šlehačkách. Působí proti stárnutí pečiva. Vyskytuje se také v pekařských výrobcích, krémech, zmrzlinách, náhražkách mléka a smetany, cukrovinkách, ztužených tucích a ve studených emulgovaných omáčkách. [10][14][24]

2.4.2 E 434 Polysorbát 40 (polyoxyethylensorbitanmonopalmitát, Tween 40)

Polysorbát 40 je emulgátor a stabilizátor, jenž působí proti stárnutí pečiva, napomáhá rovnoměrnému rozložení přidaných aromat a barviv. Také zpevňuje těsto, které má pak větší objem a měkčí střídku. Přidává se do pekařských výrobků, cukrovinek, zmrzlin, potravin určených pro snižování hmotnosti, doplňků stravy a aromat.[10][14]

2.4.3 E435 Polysorbát 60 (Polyoxyethylensorbitanmonostearát, Tween 60)

Polysorbát 60 $C_{33}H_{64}O_{10}$ má podobné využití jako polysorbáty. Zvyšuje rozpustnost instantní kávy, napomáhá rovnoměrnému rozložení přidaných aromat a barviv, zabraňuje oddělení oleje v umělých šlehačkách.[10]

Všechny tyto polysorbany jsou vyrobeny synteticky a mohou být vyrobeny ze živočišných zdrojů.[10][24]

2.5 Deriváty celulózy

2.5.1 E 461 methylcelulóza (ethylether celulózy)

Methylcelulóza se vyrábí chemickým pozměněním celulózy. Methylcelulóza se získává v různém stupni methylování, podle toho má rozmanitou viskozitu ve vodných roztocích. Ve studené vodě se snadno rozpouští na čirý bezbarvý roztoky bez zápachu. Patří mezi stabilizátory pro emulze O/V.[10][24]

Má uplatnění se jako zahušťovadlo, zvyšuje soudržnost některých potravin včetně extrudovaných výrobků, žvýkaček a cukrovinek. V pekařství se používá k zabránění vstřebávání oleje při smažení.[10][14][24]

2.5.2 E 463 hydroxypropylcelulóza (hydroxypropylether celulóza)

Tato látka má využití jako emulgátor, stabilizátor emulzí, pěnotvorné činidlo, jako součást povrchových filmů na cukrovinkách a zahušťovací látka. Dále se vyrábějí z celulózy deriváty jako například E 464 hydroxypropylmethylcelulóza, E 465 ethylmethylcelulóza.[14]

2.5.3 E 466 karboxymethylcelulóza (celulózová guma)

Karboxymethylcelulóza se uplatňuje především pro zvýšení hustoty potravin. Zahušťuje různé pudinky, náplně a pomazánky. Stabilizuje emulze v salátových zálivkách a polévkách. Napomáhá rozpouštění želatiny a kaseinu.

V některých nízkokalorických perlivých nápojích pomáhá vázat oxid uhličitý. Zvětšuje objem a prodlužuje trvanlivost sladkých pekařských výrobků.[10][14]

2.6 E 471 Mono- a diglyceridy mastných kyselin (MAG, DAG)

Tyto látky patří mezi nejčastěji aplikované emulgátory a stabilizátory. Poprvé byly použity 1930 při výrobě prvních margarínů. Vyrábí se z vepřového sádla, loje, sójového, bavlníkové nebo slunečnicového oleje. Můžeme se s nimi setkat v margarínech, pekařských výrobcích, šlehaných krémech, šlehačkách ve spreji a v prášku, smetaně do kávy v prášku, výrobcích z brambor, cukrovinkách, zmrzlinách a v mnoha dalších potravinách. V mražených krémech zvyšují pěnovost, a tím zvětšují objem výrobku.[10][13]

Monoglyceridy se nejvíce využívají v pekařské výrobě. Do výrobků se doplňují hlavně proto, aby udržely více vzduchu v těstě a zpomalily jeho tvrdnutí. Do těsta se přidávají buď ve formě emulgovaného a sušeného gelu nebo rozpuštěním ve speciálních pekařských tučících.[18][14][21]

Monoglyceridy se vyrábí průmyslově interesterifikací triacylglycerolů s glycerolem. Reakce probíhá při teplotě 200-260°C za přítomnosti alkalického katalyzátoru. Výtěžkem je směs MAG, DAG a nezreagovaného glycerolu.

Procentuální zastoupení závisí na poměru glycerolu a tuku. MAG mohou být separovány z DAG, TAG a glycerolu pomocí molární destilace. Výtěžnost je až 95 % monoglyceridů, 3-4% diglyceridů a 0,5 – 1% volného glyceridu a 0,5 – 1% mastných kyselin.[18]

Tabulka č. 4: *Výtěžnost triglyceridů, diglyceridů, monoglyceridů při různé koncentraci glycerolu.*[18]

Koncentrace glycerolu v triglycerolu	Triglyceridy	Diglyceridy	Monoglyceridy
% w/w	% w/w	% w/w	% w/w
0	100	-	-
7	35	50	15
14	15	45	40
16	11	43	46
20	8	39	53
24	5	35	60

2.7 Deriváty mono- a diglyceridů

Deriváty vznikají navázáním další kyseliny na volnou hydroxylovou skupinu glycerolu. Jedná se například o kyselinu octovou (ACETEM), kyselinu mléčnou (LACTEM), kyselinu citrónovou (CITREM), kyselinu mono a diacetylvinnou (DATEM) a kyselinu octovou a vinnou (MATEM) a další.[1][10][22]

2.7.1 E 472 a) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou octovou (ACETEM)

Tyto látky se používají ke zlepšení vlastností potravin s vysokým obsahem tuků. V první řadě se nachází ve ztužených tucích. Pokud obsahují nasycené zbytky mastné kyseliny, vytvářejí průhledné filmy a mohou být použity k potahování různých potravin, neboť je tím chrání proti vzdušnému kyslíku a vlhkosti. [10]

Při zpracování sladkých těst pomáhají smíchání tuku s tekutinou a stabilizují vzniklé směsi. Jedna nebo obě hydroxylové skupiny glycerolu jsou esterifikovány kyselinou octovou. [10][22]

2.7.2 E 472 b) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou mléčnou (LACTEM)

Tyto emulgátory a stabilizátory se používají při pečení bábovek a dortů, kde napomáhají mísení tuků s tekutinou a podporují zpracování vzduchu do tuku. Nachází se v pekařských výrobcích, výrobcích určených ke šlehání, v sypkých náhražkách a v krémech.[10]

2.7.3 E 472 c) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou citrónovou (CITREM)

Citroglyceridy zlepšují vlastnosti pekařských výrobků, jako je rozpustnost a účinky antioxidantů. Nahrazují tuk v potravinách s vysokým obsahem tuku. Můžou být v kynutých buchtíčkách a šátečcích. Volné hydroxylové skupiny jsou nahrazeny volnými hydroxylovými skupinami kyseliny citrónové.[14][24]

2.7.4 E 472 e) Estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou mono- a diacetylvinnou (DATEM)

Tyto látky jsou založeny na emulzi oleje ve vodě. Používají se ke snížení prskání zahřátých tuků a olejů. V pekařských výrobcích zpevňují těsto a změkčují chlebovou střídku, zvyšují objem chleba a zpomalují jeho stárnutí. Zlepšují vlastnosti mouky, mají schopnost tvořit vazby s amylázou.[10][22]

2.7.5 E 472 f) Směšné estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou octovou a vinnou (MATEM)

Tyto emulgátory se vyrábějí reakcí mono- a diglyceridů s kyselinou octovou a vinnou. Využívají se v pekařských výrobcích, emulgovaných omáčkách, vínu a kávě. Používají se k výrobě klobás a masných výrobků. Jsou součástí cukrovinek, slouží také jako nosiče barviv v potravinách.[1][10][22]

2.8 E 473 Estery sacharózy s mastnými kyselinami (cukroestery)

Estery sacharózy jsou neionické sloučeniny vyráběné esterifikací mastné kyseliny se sacharózou. Tyto látky mohou být přidávány například do konzervovaného výluhu z kávy, emulgovaných tuků pro pekařské účely, tepelně opracovaných masných výrobků, práškových náhrad mléka, mražených krémů, cukrovinek, dezertů a dalších podobných výrobků v potravinářství. Mohou se používat k ošetření povrchu čerstvého ovoce.[10][22][24]

2.9 E 475 Estery polyglycerolu s mastnými kyselinami

S těmito emulgátory se můžeme setkat ve šlehaných krémech, tucích a margarínech. Jedná se o neionické emulgátory. Pomáhají vytvářet hladký a lesklý povrch margarínů a dezertů. V pekárenském průmyslu se používají ve sladkých těstech, kde zabraňují vysoušení a zlepšují texturu a zvyšují objem těsta. Spolu s lecitinem jsou součástí čokolády.[22]

2.10 E 491 Sorbitanmonostearát (SPON 60), E 492 Sorbitantristearát (SPON 65)

Tyto povrchově aktivní látky se nacházejí v čokoládových bonbónech, v různých polevách a krémech. Zlepšují objem a pevnost pěn.

Používají se do jemného a trvanlivého pečiva, do tekutých koncentrátů z čaje, tekutých koncentrátů z výluhů ovoce a bylin, do mražených krémů, dezertů, cukrovinek. Sorbitantristearát zabraňuje krystalizaci tuků v čokoládách, margarínech, zmrzlinách a dezertech.[10][22][24]

3 Vliv povrchověaktivních látek na lidský organismus

Povrchově aktivní látky, které se používají při výrobě potravin, musí být zdravotně nezávadné a jsou dlouhodobě testovány. Prací prostředky obsahují tenzidy, jež se mohou dostat do organismu perorálně. K přímému styku tenzidů s pokožkou dochází především při používání výrobků osobní hygieny.[1][24]

Praním a čištěním se dostávají nečistoty spolu s pracím prostředkem a vodou přes čističky odpadních vod do ekosystémů. Proto by měly být tenzidy používané v mycích, pracích a čisticích prostředcích rychle a dokonale rozložitelné.[1]

Pro živou přírodu jsou všechny tenzidy biologicky aktivními látkami, protože jejich povrchové vlastnosti mohou ovlivnit děje na membránách buněk.

Povrchově aktivní látky se skládají z různých směsí. Ty se přidávají do potravin za účelem zlepšení vlastností, vytvoření textury a konzistence, udržení stability. Nachází se v přirozené formě, nebo se vyrábí modifikací přírodních látek.[4]

Moderní výroba potravin by se bez použití přídatných látek pravděpodobně neobešla. Díky nim vydrží potraviny delší dobu, nekazí se, získávají lepší chuť i barvu. V některých případech jejich použití není nutností, a proto záleží jen na spotřebiteli, jestli bude potraviny obsahující přídatné látky kupovat či nikoliv.[10][14]

Potraviny s přídatnými látkami musí mít označení „E“. Následující trojmístné či čtyřmístné číslo spotřebitele upozorňuje, že je tato látka schválená Vědeckým výborem pro potraviny EU. Zároveň je zdravotně nezávadná a je povolena za přesně definovaných podmínek pro použití při výrobě potravin.[14][24]

Aby mohly být tyto látky takto označené, musely projít několikaletými toxikologickými testy, které byly provedeny v různých certifikovaných laboratořích. U každé této látky se určuje tzv. hodnota NOEL. To je hladina látky, u které nejsou pozorovány žádné nepříznivé vlivy testovaného organismu.[24]

Dále se sleduje hladina ADI, což znamená množství přídatné látky, vyjádřené v mg/kg tělesné hmotnosti, které může být konzumováno denně po celý život bez negativního dopadu na zdraví člověka.[24]

Pro používání přídatných látek existují jak u nás, tak v celé v EU přísná legislativní opatření. Ta přesně určují, které látky se smí používat, v jakém množství a do jakých potravin se smí přidávat. [8]

Přes veškerá legislativní opatření se však může stát, že tyto látky vyvolají u zvláště citlivých jedinců nežádoucí reakce.

Povrchově aktivní látky přidávané do směsí pro výrobu potravin jsou získávány buď z rostlinných, nebo živočišných zdrojů. Jejich vliv na lidský organismus závisí na postupu při jejich výrobě.[14][24]

Látky bílkovinného charakteru mohou vyvolat alergickou reakci. Například lecitin se získává z vaječného žloutku a sóji, které patří mezi alergeny. Sója může být také vypěstovaná jako geneticky modifikovaná surovina.[8]

Agarová a guarová guma ve větším množství je příčinou nadýmání a má projímavý účinek. U některých lidí se můžou projevit při styku s pokožkou jako kopřivka. Arabská guma patří mezi možné alergeny. Reakcí na ni bývá vyrážka nebo ekzém.[14]

Polysorbáty ve vyšších dávkách mohou vyvolat průjem nebo i alergickou reakci. Pomáhají zvyšovat vstřebávání látek rozpustných v tucích.[8]

Celulóza a její deriváty prochází žaludkem v nezměněném stavu. Jen ve velkém množství mohou být příčinou nadýmání, zácpy nebo průjmu. Ethylcelulóza a ethylhydroxyethylcelulóza nejsou v České republice povoleny.[14]

Mono- a diglyceridy mastných kyselin a jejich estery mohou zvýšit příjem nasycených mastných kyselin, které zvyšují hladinu cholesterolu.

Estery sacharózy s mastnými kyselinami ve vyšších dávkách způsobují žaludeční potíže. Nejsou známy žádné závažné nežádoucí účinky těchto látek. Vyšší dávky můžou způsobovat průjem, nadýchání, bolesti břicha, nevolnost a podobné potíže. [8][14][24]

ZÁVĚR

Povrchově aktivní látky jsou nedílnou součástí dnešního života. Využívají se v mnoha oborech lidské činnosti. Používání těchto látek má vzrůstající tendenci a stává se trendem naší doby. Klasické tenzidy by do budoucna měly být nahrazeny biologicky lépe rozložitelnými tenzidy na bázi obnovitelných rostlinných surovin.

V potravinářské výrobě jsou součástí různých přídatných látek, které zlepšují vlastnosti potravin a prodlužují jejich trvanlivost. Pro použití těchto látek platí velmi přísná pravidla a normy. Jsou stanoveny limitní normy pro jednotlivé potraviny.

I přes všechna tato opatření bychom měli přídatné látky používat v potravinách co nejméně. Omezená konzumace potravin s větším množstvím přídatných látek se týká hlavně dětí a lidí, kteří trpí různými alergiemi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BLAŽEJ, A., a kol.: *Tenzidy*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1977. 481 s. ISBN 63-173-77
- [2] HOLMBERG, K., JÖNSSON, B., KRONBERG, B., LINDMAN, B.: *Surfactants and Polymers in Aqueous Solution*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, England (2003), ISBN: 0-471-49883-1.
- [3] VODRÁŽKA, Z.: *Fyzikální chemie pro biologické vědy*, Praha, 1982. 565s. ISBN 21-058-82
- [4] KIZLINK, J.: *Technologie chemických látek a jejich použití*, 4. vydání, Brno, 2011, 456 s., ISBN 978-80-214-4046-3
- [5] ŠTĚPINA, V., VESELÝ, V.: *Maziva a speciální oleje*, Bratislava, 1980, 688s. ISBN 71-035-80
- [6] KREBES, T., SÁSIK, M.: *Sanitace v potravinářství*, Martin, 1978, 188s. ISBN 63-126-78
- [7] BRDIČKA, R., a spol.: *Úvod do fyzikální chemie*, Praha, 1972, 493s.
- [8] ŠMIDRCHAL, J.: *Tenzidy a detergenty dnes*, Chemické listy 93 (7) 421-427 (1999)
- [9] ŠVECOVÁ, H., SOUČKOVÁ, J., SKOPALOVÁ, J.: *Studium agregace fosfolipidových molekul*, Chemi105, s73-s75 (2011)
- [10] BARTOVSKÁ, L., ŠIŠKOVÁ, M.: *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*, Vysoká škola chemicko – technologická, Praha, 2005
- [11] KARLBERGER, J.: *Technologie tuků a kosmetiky II*, SNTL, Praha, 1979, 04-814-79
- [12] MEYERS, D.: *Surfactants Science and Technology*, 3rd ed., John Willy & sons, USA, 2006
- [13] KUBELKA, V.: *Tuky, oleje a emulze v koželužnictví*, Slovenská akademie věd, Bratislava, 1954,
- [14] VRBOVÁ, T.: *Víme, co jíme*, EcoHouse, 2008, ISBN 80-238-7504-3
- [15] S. E., LARSSON, K.: *Food Emulsions*, ed. Friberg, M. Dekker 2004
- [16] VACÍK, J.: *Obecná chemie*, SPN, 1986
- [17] ROSEN, MILTON, J.: *Surfactants and Interfacial Phenomena*, John Wiley & Sons, USA, 1978, ISBN 0-471-73600-7

- [18] KROG, N. J.; FLEMMING., V.S.: *Food Emulsifiers : Their Chemical and Physical Properties*, Marcel Dekker, New York, 2004
- [19] CHEE- TECK TAN,: *Beverage Emulsions*, Middle town, New Jersey, Marcel Dekker, 2004
- [20] GEORGE A. van AKEN.: *Coalescence Mechanism in Protein- Stabilized Emulsions*, Marcel Dekker, USA, 2004
- [21] MOONEN, H., BAS, H.: *Emulsifiers in Food Technology, Mono a diglycerides*, Blackwell Publishing, Northampton, UK, 2004
- [22] GAUPP, R., ADAMS, W.: *Emulsifiers in Food Technology, Acid Esters of mono- and diglycerides*, Blackwell Publishing, Northampton, UK, 2004
- [23] BIANCA, A. P., COOPER, N. M., COOPER J.M.: *Emulsifiers in Food Technology, Sucrose esters*, Blackwell Publishing, Northampton, UK, 2004
- [24] KLESCHT, V., HRNČÍŘOVÁ, I., MANDELOVÁ, L.: *Éčka v potravinách*, Computer Press, Brno, 2007, ISBN- 80-251-1292-6
- [25]http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=6364656&loc=ec_rcs, create date: 2005-07-19, [on line k 15.4.2013]
- [27] Utb.cepac.cz, <http://elearning.cepac.cz/utbstudent/>, [on line k 1.5.2013]
- [27] MIŠURCOVÁ, L., *Základy biologie*, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, ISBN – 978-80-7318-434-6

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CMC Kritická micelární koncentrace.

HLB Rovnovážný poměr mezi hydrofilní a hydrofobní části molekuly

O/V Emulze olej ve vodě

V/O Emulze voda v oleji

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Schematické znázornění sil působících na molekulu kapaliny a na jejím povrchu.....	12
Obr. č. 2 Schéma molekuly surfaktantu a uspořádání micely v polárním prostředí.....	14
Obr. č. 3 Základní tvary micel a) lamelární, b) kulovitá, c) válcovitá.....	16
Obr. č. 4 Anionaktivní tenzidy a) alkensulfonát, b) hydroxyalkansulfonát.....	19
Obr. č. 5 Základní dělení tenzidů.....	20
Obr. č. 6 Rozdělení tenzidů podle tvaru: a) normální, b) geminální, c) tenzid s vidličkovitým tvarem.....	23
Obr. č. 7 Fosfatidy.....	28

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Příklady rozhraní obsahující kapalně rozhraní.....	13
Tabulka č. 2 Typické hodnoty povrchového napětí a napětí na rozhraní.....	13
Tabulka č. 3 Hodnoty hlavních aplikačních skupin tenzidů.....	24
Tabulka č. 4 Výtěžnost triglyceridů, diglyceridů monoglyceridů při různé koncentraci glycerolu.....	31

