

Výroba margarínu, novinky ve výrobních technologiích

Gabriela Holomucká

Bakalářská práce

2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Gabriela HOLOMUCKÁ

Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin

Studijní obor: Chemie a technologie potravin

**Téma práce: Výroba margarínů, novinky ve výrobních
technologických**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- **Chemie tuků.**
- **Technologie rostlinných tuků.**
- **Vývoj výrobních technologií.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, OSSIS, Tábor 1999.

[2] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, UTB ve Zlíně, Zlín 2005.

[3] MIN, D., SMOUSE, T. *Flavor Chemistry of Fats and Oils*, American Oil Chemists' Society, USA 1985.

[4] HAMILTON, R., HAMILTON, S. *Lipid Analysis*, Oxford University Press, Oxford 1992.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Hanuštiak

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

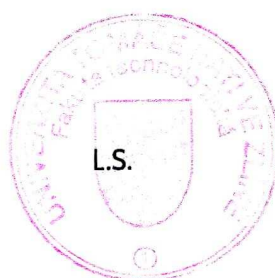
16. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Bakalářská práce vysvětluje obecné pojmy o tucích, jež by měly tvořit přibližně třetinu z celkového příjmu energie. Konkrétně dvě třetiny těchto tuků by měly být rostlinného původu. Práce se zaměřuje na jejich význam ve výživě člověka. Rozebírá téma od doby první výroby rostlinných tuků do současné podoby. Podává ucelený přehled o technologii výroby rostlinných tuků. Zaobírá se zejména výrobou margarínu a vlivu tohoto produktu na zdraví člověka.

Klíčová slova: trans mastné kyseliny, lipidy, margaríny.

ABSTRACT

Baccalaureate study explains general terms about fats, which should create approximately one third of total energy income in human corp. Concretely, two thirds of these fats should be from vegetable sources. The study focuses to human nourishment significance. Moreover, the study covers the time period from first attempt of an artificial fat invention until nowadays. It delivers a compact view about a technology of production artificial vegetable fats. Furthermore, the main focus of the study was taken to an industrial production and impact to human health.

Keywords: trans fat, lipids, margarines.

Poděkování, motto

Děkuji Ing. Pavlovi Hanuštiakovi za cenné rady a připomínky a také za poskytnutí potřebných materiálů, kterými přispěl k vyhotovení bakalářské práce.

„Nežijeme proto, abychom jedli, ale jíme proto, abychom žili.“

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ZÁKLADNÍ POJMY	11
2 CHEMIE TUKŮ	13
2.1 LIPIDY, JEJICH ZÁKLADNÍ SLOŽKY	13
2.2 HLAVNÍ FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI	13
2.3 MASTNÉ KYSELINY, ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI.....	14
2.4 DALŠÍ SLOŽKY LIPIDŮ	16
2.5 TRANSIZOMERY MASTNÝCH KYSELIN	17
2.6 NUTRIČNÍ VLASTNOSTI LIPIDŮ.....	19
3 TECHNOLOGIE ROSTLINNÝCH TUKŮ	23
3.1 TECHNOLOGIE ZÍSKÁVÁNÍ ROSTLINNÝCH TUKŮ	23
3.1.1 Technologie získávání surových olejů	23
3.1.2 Rafinace	24
3.1.3 Ztužování	25
3.2 TECHNOLOGIE VÝROBY EMULGOVANÝCH A POKRMOVÝCH TUKŮ	28
3.3 OXIDACE TUKŮ	29
3.4 ŽLUKNUTÍ TUKŮ	31
4 VÝVOJ VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ	32
4.1 HISTORIE (VZNIK PRVNÍHO VÝROBKU).....	32
4.2 SNIŽOVÁNÍ OBSAHU NASYCENÝCH MASTNÝCH KYSELIN	35
4.3 SNIŽOVÁNÍ OBSAHU TUKU	37
4.4 OBOHACOVÁNÍ MARGARÍNŮ A ROZTÍRATELNÝCH JEDLÝCH TUKŮ.....	38
4.5 ZMĚNY TUKŮ PŘI TECHNOLOGICKÉ ÚPRAVĚ	41
ZÁVĚR	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	50
SEZNAM TABULEK	51

ÚVOD

Současný trend potravinářského průmyslu se vyznačuje stále se rozšiřujícím spektrem nabídky potravin. Lidstvo je, i vzhledem k neustálému nárůstu populace, nuceno hledat i alternativní zdroje surovin pro potravinářskou produkci. Změny ve společnosti s sebou přinesly i nový sortiment potravin, mimo jiné i substituenty. Lidé samotní jsou ale často konzumenty konzervativními, kteří jsou skeptičtí k novým a neznámým výrobkům. Nicméně není pochyb o tom, že právě zdravá výživa je důležitá pro vývoj a zdraví jedince. Strava by měla být pestrá a smíšená, to znamená, že by měla obsahovat různé druhy potravin. Není vhodné nějakou potravinu ze stravy zcela vyloučit, pokud k tomu není závažný zdravotní důvod. Strava člověka se skládá ze základních živin – sacharidy, tuky, bílkoviny a dále pak z vitamínů, minerálních látek a vlákniny. Každá jednostranná strava organismus poškozují.

Mezi nejdiskutovanější témata v oblasti výživy patří porovnávání tuku rostlinného původu s tukem živočišným. Výroba, složení i zdravotní účinky rostlinných a živočišných tuků stále vzbuzují spoustu otázek. Málokdo je obeznámen s touto tematikou z odborného hlediska. Laická veřejnost získává informace především z bulvárního tisku, časopisů a internetových neověřených zdrojů. Je potřebné dívat se na tuto problematiku komplexně. Vedle odborných znalostí z oblasti výživy a metabolismů tuků je zapotřebí orientovat se v potravinářských technologiích a sledovat složení jednotlivých produktů. Tuk, který je bohatým energetickým zdrojem, rozlišujeme na funkční a zásobní. Z hlediska složení by ve stravě měly převažovat tuky rostlinné (oleje), eventuálně rostlinné margaríny. Ovšem ani živočišných tuků se nemusíme zříkat, ale nadměra živočišných tuků (obsah cholesterolu a nasycených tuků) vede k procesu aterosklerózy a následně infarktu myokardu nebo cévním mozkovým příhodám.

Tyto aspekty mě vedly ke zpracování bakalářské práce na téma „*Výroba margarínu, novinky ve výrobních technologiích*“.

Podklady pro zpracování bakalářské práce jsem získala z odborné literatury.

Bakalářskou prací bych chtěla oslovit jak studenty zabývající se studiem potravin, tak i laickou veřejnost, uceleným pohledem na změny výroby margarínu prostřednictvím novodobých technologií.

Z výše uvedeného jsem stanovila cíle mé bakalářské práce:

- Prozkoumání a zhodnocení zdravotního dopadu trans nenasycených mastných kyselin.
- Důvody zavádění nových technologií pro zvýšení kvality výroby margarínu.
- Zjistit, zda existuje možnost vytvořit rostlinné tuky neškodné lidskému organismu.

Bakalářskou prací člením na kapitoly základní pojmy, chemie tuků, technologie rostlinných tuků, vývoj výrobních technologií. Na základě teoretických znalostí a studia odborné literatury vypracuji teoretickou část se zaměřením na objasnění základních pojmů, chemii tuků a technologii rostlinných tuků. V druhé části zpracuji vývoj výrobních technologií.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ POJMY

Převážná většina tuků rostlinného původu má ze zdravotního hlediska velmi vhodné složení mastných kyselin, protože obsahují vícenenasycené mastné kyseliny, které mají příznivější vliv na naše zdraví, než tuky živočišné[23]. Výjimku tvoří tuk kokosový a palmojádrový, ve kterém převažují pro organismus nevhodné nasycené mastné kyseliny[25]. Tuky mají v lidské výživě význam pozitivní i negativní. Význam pozitivní můžeme shrnout do následujících bodů:

jsou významným zdrojem energie a některých esenciálních výživových faktorů[19],

jsou stavební složkou důležitých hormonů[10],

pomáhají udržovat tělesnou teplotu a chrání orgány před mechanickým poškozením,

dodávají stravě jemnost chuti a příjemnost při žvýkání a polykání[19].

Tělo se bez tuku neobejde, neboť plní řadu důležitých funkcí. Rostlinné tuky by měly tvořit nedílnou součást našeho jídelníčku, protože obsahují pro naše zdraví prospěšné nenasycené mastné kyseliny. Ve zdravém jídelníčku by měly tvořit 2/3 všech přijatých tuků[10]. Jsou obsaženy například v olejninách, jako jsou řepka, sója, slunečnice, sezam, podzemnice a světlice.

Mezi potraviny vyrobené z rostlinných tuků řadíme zejména:

- rostlinné oleje,
- rostlinné tuky (margaríny),
- pokrmové tuky,
- emulgované tuky[4].

Některé jedlé tuky se vyrábějí za vzniku škodlivých trans mastných kyselin. Kyseliny s trans nenasycenou vazbou se považují za nežádoucí[24]. Výrobci se snaží dodávat na trh výrobky s minimálním obsahem těchto mastných kyselin. Existují i jedlé tuky bez trans nenasycených mastných kyselin.

Margarín patří mezi jedlé tuky, a pro jejich lepší pochopení je můžeme rozdělit na: bílé tuky neboli pokrmové tuky, ztužené tuky, přeesterifikované tuky, roztíratelné tuky (margaríny), směsné roztíratelné tuky, tekuté emulgované tuky. **Bílým tukem neboli pokrmovým tukem** je jedlý tuk, který prošel procesem ztužování nebo přeesterifikace, nebo kombinací těchto procesů, nebo směsí ztužených tuků a jedlých tuků a olejů, nebo směsí jedlých rostlinných a živočišných olejů a tuků[26]. **Ztuženým tukem** je jedlý tuk, který byl získán ztužováním rostlinných a živočišných tuků a olejů nebo jejich směsí[26]. **Přeesterifikovaným tukem** je takový jedlý tuk, který byl získán přeesterifikací rostlinných nebo živočišných tuků a olejů, nebo jejich směsí, včetně ztužených tuků[26]. **Roztíratelným tukem (margaríny)** je jedlý tuk, nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků, nebo kombinací těchto procesů, splňující požadavky stanovené předpisem Evropských společenství[26]. **Směsným roztíratelným tukem** je jedlý tuk podle předpisu Evropských společenství[26]. **Tekutým emulgovaným tukem** je jedlý tuk, nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků, nebo směs ztužených a přeesterifikovaných tuků, s jedlými oleji a tuky, ve formě emulze vody a tuku, s obsahem 10 % až 90 % hmotnostních tuku, který je při teplotě 20 °C tekutý[26].

Margaríny jsou viskoplastické tixotropní látky. Zásadní význam pro reologické chování má množství tukových krystalů a typ krystalů přítomných v tukové krystalické síti. Vlastnosti jako je roztíratelnost a konzistence určují konečnou kvalitu margarínu. Reologie, která se zabývá tukovými deformacemi materiálu, se proto stala hodnotnou technikou používána pro charakterizaci a porozumění struktuře margarínu[34].

2 CHEMIE TUKŮ

2.1 Lipidy, jejich základní složky

Hlavní složkou tuků jsou triacylglyceroly (dále jen TAG). Jsou to chemické sloučeniny složené z vícesytného alkoholu glycerolu, který je esterifikován mastnými kyselinami[11]. Mastné kyseliny jsou u většiny tuků navázány esterovou vazbou na všechny tři alkoholické skupiny glycerolu. Mezi nejčastěji vázané kyseliny patří kyselina palmitová, stearová, olejová a linoleová[11]. Podle chemického složení dělíme lipidy do tří hlavních skupin. Sloučeniny mastných kyselin a alkoholu jsou *homolipidy*[2]. *Heterolipidy* jsou sloučeniny, které kromě mastné kyseliny a alkoholu obsahují ještě další kovalentně vázanou sloučeninu[2]. Jako třetí skupina jsou považovány *komplexní lipidy*, ve kterých jsou přítomny jak homolipidy, tak i heterolipidy[2]. Liší se především fyzikálními vazbami, kromě kovalentních vazeb jsou složky vázány například i vodíkovými nebo hydrofobními interakcemi[11].

2.2 Hlavní fyzikální a chemické vlastnosti

Lipidy jsou látky biologického původu rozpustné v organických rozpouštědlech a jen částečně rozpustné nebo úplně nerozpustné ve vodě[2]. Jsou to látky lišící se svojí strukturou[11]. Ve vodě jsou nerozpustné díky svým dlouhým nepolárním řetězcům, které jim dodávají hydrofobní olejovou nebo voskovou povahu[11]. Fyzikálně chemické vlastnosti tuků a olejů jsou určeny konkrétním obsahem mastných kyselin obsažených v TAG[4]. Přehled názvů hlavních nasycených a nenasycených mastných kyselin uvádějí tabulky 1. a 2.

2.3 Mastné kyseliny, základní fyzikálně chemické vlastnosti

Mastné kyseliny jsou z hlediska výživy nejvýznamnější složkou lipidů. Jsou to bezbarvé kapaliny nebo tuhé látky[11]. Mastné kyseliny jsou obvykle syntetizovány spojením C_2 jednotek, proto mají sudý počet atomů uhlíku[2]. Body tání těchto kyselin se zvyšují s délkou řetězce a klesají s přibývajícím počtem dvojných vazeb[2]. Nasycené mastné kyseliny obsahují 4 až asi 60 atomů uhlíku a zpravidla rovný, nerozvětvený řetězec, nejčastěji o sudém počtu atomů uhlíku[11].

Tab. 1. Názvosloví nasycených mastných kyselin (zdroj: [11])

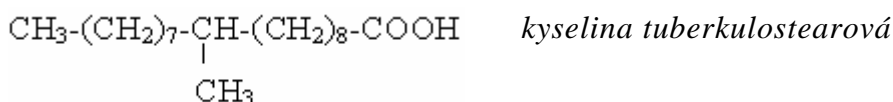
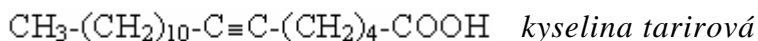
Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Triviální název
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová
dokosanová	22	behenová
tetrakosanová	24	lignocerová
hexakosanová	26	cerotová
oktakosanová	28	montanová
triakontanová	30	melissová
dotriakontanová	32	lakcerová

Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenuové) se liší navzájem podle počtu atomů uhlíku, polohy dvojných vazeb a její prostorové konfigurace[11]. Nenasycené mastné kyseliny se dvěma nebo více dvojnými vazbami (polyenuové) jsou velmi důležité ve výživě[10]. Řetězce nenasycených mastných kyselin jsou velmi dlouhé, existuje celá řada polohových a prostorových izomerů[10]. Setkáváme se s tříděním podle polohy první dvojných vazeb od koncové methylové skupiny. Označení n-6 nebo ω -6 znamená, že první dvojná vazba se vyskytuje na šestém atomu uhlíku od konce řetězce[10, 11]. Obdobně se setkáváme s mastnými kyselinami řady n-3 nebo ω -3. Hlavní nenasycené mastné kyseliny vyskytující se v lipidech uvádí tab. 2.

Tab. 2. Názvosloví nenasycených mastných kyselin (zdroj: [11])

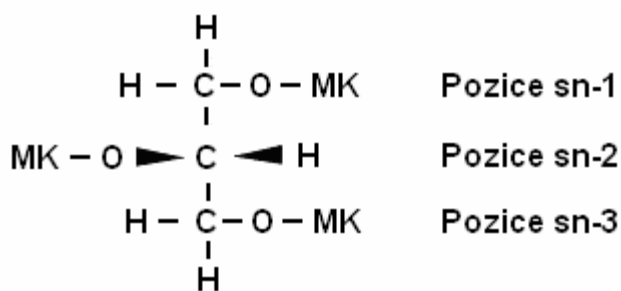
Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Konfigurace dvojných vazeb	Triviální název
kys. decenová	10	C9	cis	kys. kaprolejová
kys. dodecenová	12	C9	cis	kys. laurolejová
kys. tetradecenová	14	C9	cis	kys. myristolejová
kys. hexadecenová	16	C9	cis	kys. palmitolejová
kys. oktadecenová	18	C9	cis	kys. olejová
kys. dokosaenová	22	C13	cis	kys. eruková
kys. oktadekadienová	18	C9, C12	cis, cis	kys. linolová
kys. oktadekatrienová	18	C9, C12, C15	all- cis	kys. α -linolenová
kys. oktadekatrienová	18	C6, C9, C12	all- cis	kys. γ -linolenová
kys. eikosatetraenová	20	C5, C8, C11, C14	all- cis	kys. arachidonová
kys. eikosapentaenová	20	C5, C8, C11, C14, C17	all- cis	EPA
kys. dokosahexaenová	22	C4, C7, C10, C13, C16, C19	all- cis	DHA

Poslední skupinou jsou mastné kyseliny s trojnými vazbami a s různými substituenty. Ty se vyskytují jen vzácně[10]. Příkladem těchto kyselin je tarirová, která patří mezi alkinové kyseliny a kyselina tuberkulostearová patřící mezi kyseliny rozvětvené[11].



2.4 Další složky lipidů

Jak již bylo zmíněno, hlavní složkou lipidů jsou TAG. O fyzikálních vlastnostech TAG rozhoduje charakter acylových zbytků, tj. uhlíkového řetězce odpovídajících mastných kyselin[2]. Na molekulu glycerolu může být vázána jedna mastná kyselina jako monoacylglycerol nebo dvě mastné kyseliny jako diacylglycerol[2]. V nejčastějším případě jsou na jednu molekulu glycerolu vázány tři mastné kyseliny. Dále rozeznáváme jednoduché TAG, kdy jsou vázané mastné kyseliny stejné. Smíšené TAG jsou takové, které mají dvě nebo tři různé mastné kyseliny a jsou vázány na různé hydroxylové skupiny glycerolu[2]. Pro specifikaci konkrétního složení a stereokonfigurace triacylglycerolů se používá tzv. sn- systém[11].



Obr. 1. Struktura TAG: MK -mastná kyselina
(zdroj: [20])

Dalšími složkami jsou složené lipidy a cholesterol. Mezi komplexní lipidy patří lipoproteiny, které jsou složeny z proteinů a nekovalentně asociovaných lipidů. Lipidy bývají převážně jádrem makromolekuly, v menší míře se také nacházejí na

jejich povrchu, proteiny v hydratované formě tvoří jejich obal[2]. Do dnešní doby jsou nejvíce prozkoumány lipoproteiny krevního séra. Ty se rozdělují na základě svých funkcí a fyzikálních vlastností. Chylomikra a lipoproteiny o velmi nízké (VLDL) a nízké hustotě (LDL) přenášejí lipidy od střevní stěny do tkání, kde se ukládají[2]. Naopak lipoproteiny o vysoké (HDL) a velmi vysoké hustotě (VHDL) z tkání do krevního řečiště. Také přenášejí cholesterol, včetně cholesterolu naším tělem syntetizovaného[2]. HDL mají přesně opačnou funkci než LDL, odstraňují cholesterol z tkání[12]. Výskyt kardiovaskulárních onemocnění má souvislost s vysokou hladinou LDL a nízkou hladinou HDL cholesterolu[9]. Na transportu cholesterolu v těle se podílejí trans nenasycené mastné kyseliny[12]. Nenasycené mastné kyseliny mají ve svém uhlovodíkovém řetězci jednu dvojnou vazbu, některé několik[24]. Každá dvojná vazba může mít dvojí prostorové uspořádání, tedy může obsahovat oba vodíky na dvojně vazbě na stejné straně (to je vazba cis) nebo na různých stranách (vazba trans) [24]. Nasyčené mastné kyseliny s vazbou trans mají tvar molekuly podobný nasyceným mastným kyselinám, tedy řetězec rovný, kdežto cis kyseliny mají řetězec zahnutý[24]. To má velký význam v enzymových reakcích a při tvorbě membrán, kde se tyto kyseliny nejvíce uplatňují[24].

Složkami lipidů jsou rovněž potravinářské přídatné látky, potravinová aditiva. Jsou to sloučeniny nebo směsi, které se přidávají k potravíně při výrobě, zpracování nebo balení s cílem zvýšit její kvalitu[10]. Mezi základní nejpoužívanější druhy aditiv patří látky prodlužující trvanlivost (konzervanty, antioxidanty), látky upravující aroma (vonné a chuťové látky, náhradní sladidla, regulátory kyselosti, látky hořké a povzbuzující, intenzifikátory aroma), látky upravující barvu (barviva, bělidla), látky upravující texturu (zahušřovadla a želírující prostředky, emulgátory) a látky zvyšující biologickou hodnotu[10].

2.5 Transizomery mastných kyselin

Transizomery mastných kyselin jsou stále v popředí zájmu odborné veřejnosti zabývající se problematikou lidské výživy či studiem metabolismu. Zejména v posledních letech dochází k dalším posunům v názorech na jejich konzumaci z hlediska zdravotních aspektů. Renomovaní výrobci snižují či se snaží ve svých produktech snižovat obsah transizomerů mastných kyselin.[17]. Trans nenasycené

mastné kyseliny jsou v přírodě běžně obsaženy např. v některých mikroorganizmech, mořských živočiších a rostlinách, a také v některých semenech subtropických a tropických rostlin[24]. Tyto tuky jsou u nás sice považovány za technické oleje, ale v zemích jejich původu se běžně konzumují bez zjevných nepříznivých následků[24]. V poslední době se diskutuje na odborné úrovni o pozitivních účincích přírodních transizomerů mastných kyselin živočišného původu[17]. Z tohoto pohledu je často zmiňována hlavně konjugovaná kyselina linolová 9-cis, 11-trans-C18:2, případně kyselina vakcínová (11-trans-C18:1). Některé studie ukazují na pozitivní antikarcinogenní, anabolické, imunologické či antidiabetické účinky[17]. Jiné studie ve svých závěrech nerozlišují mezi přírodními zdroji transizomerů mastných kyselin a mezi těmi, které vznikají v rámci potravinářských technologií[17]. Trans nenasycené kyseliny se také tvoří u přežvýkavců, kteří se živí hlavně trávou a částmi rostlin. Ty obsahují tuky, které jsou bohaté na vysoce nenasycenou kyselinu linolenovou. V bachoru přežvýkavců jsou přítomny enzymy, které kyselinu linolenovou hydrogenují na méně nenasycené mastné kyseliny. Při tomto procesu se jako vedlejší produkt tvoří trans nenasycené mastné kyseliny, které se vstřebávají střevní stěnou a ukládají v podkožním tuku a přecházejí také do mléčného tuku[24].

Při skladování a při záhřevu tuk v rostlinném i v živočišném materiálu oxiduje a při této reakci rovněž vznikají trans kyseliny[24]. Mají totiž menší obsah energie, takže cis kyseliny se snadno vlivem energie přesmykují na trans kyseliny[24]. Ještě větší množství trans kyseliny vzniká při průmyslové hydrogenaci, při které se rostlinné oleje zahřívají za přítomnosti nikelnatého katalyzátoru a vodíku[24]. Vedle hydrogenace více nenasycených mastných kyselin na méně nenasycené se také tvoří trans kyseliny jako vedlejší produkty, podobně jako při enzymové hydrogenaci[24]. Vznikají tuhé tuky, proto mluvíme o ztužování tuků. Trans kyseliny vznikají také při procesu dezodorace. K přesmyku dochází pouhým záhřevem, za vysoké teploty. Při průmyslové dezodoraci je teplota zpravidla 220-230°C a trvá 20-30min[24]. Za tuto dobu se značná část přítomné kyseliny linolenové a linolové přemění na směs transizomerů. Kyselina olejová se za těchto podmínek téměř nezmění[24].

Za ztužené rostlinné tuky obsahující vysoký podíl trans nenasycených mastných kyselin výrobci našli účinnou náhradu ve snadno dostupném i levném palmovém a plamojádrovém oleji. Palmový olej z palmy olejné je za běžné teploty tuhý, protože

obsahuje mnoho nasycených kyselin, zvláště kyseliny palmitové[12]. Je možno je rozdělit frakcionací na tuhý podíl (palmstearin) a kapalný podíl (palmolein)[12]. Změny konzistence palmového oleje při zvyšování teploty se blíží chování mléčného tuku, a proto se výborně hodí k výrobě tuku[12].

Od 1. 1. 2003 platí následující doporučení IMACE shrnutá do 5 bodů:

1. Margaríny a roztíratelné tuky by měly obsahovat maximálně 1% transizomerů mastných kyselin vztaženo na produkt-tj. významně méně než je průměrný obsah transizomerů mastných kyselin v másle.
2. Směsné margaríny a směsné roztíratelné tuky by měly obsahovat maximálně 5% transizomerů mastných kyselin vztaženo na produkt.
3. Margaríny používané pro průmyslové zpracování by měly obsahovat maximálně 5% transiomerů mastných kyselin, přičemž je nutno zvažovat požadavky na funkčnost, specifické použití a požadavky zákazníků.
4. Při uplatnění těchto principů by neměl vzrůst celkový obsah transizomerů a nasycených mastných kyselin v rámci výrobku.
5. V delším časovém horizontu by měl být v produktech dále snižován celkový obsah transizomerů a nasycených mastných kyselin[17].

2.6 Nutriční vlastnosti lipidů

V současné době klesá při pracovní zátěži podíl manuální činnosti a s ní i potřeba příjmu energie. Jsou to právě tuky, které jsou v naší stravě nejbohatším zdrojem energie. S jejich sníženou konzumací se také snižuje příjem potřebných mastných kyselin, které mají různé úlohy v metabolismu. Doporučený poměr nasycených mastných kyselin, kyselin s jednou dvojnou vazbou a kyselin s dvěma nebo třemi dvojnými vazbami je 3:5:2[23].

Každý rostlinný olej nebo tuk má své specifické vlastnosti, dané jeho složením. Vhodnost tuku pro výživu posuzujeme podle obsahu cholesterolu a složení mastných kyselin, přičemž vliv přijímaných mastných kyselin je v současnosti považován za významnější než vliv cholesterolu[19]. Mezi ukazatele kvality oleje také patří obsah vitaminů. K nejcennějším látkám obsaženým v tucích patří tzv. esenciální

mastné kyseliny, tj. takové, které si lidské tělo není schopno vytvořit samo a musí je přijímat spolu s potravou[35]. Nasycené a mononenasycené mastné kyseliny nejsou v potravě zcela nezbytné, neboť si je tělo samo vyrábí ze sacharidů, alkoholu a bílkovin[8]. Existují dvě skupiny esenciálních mastných kyselin: skupina omega-6 je odvozena od kyseliny linolové a nachází se v rostlinných olejích, například v olivovém a slunečnicovém oleji[8]. O linolové mastné kyselině je již řadu let známo, že pomáhá snižovat hladinu celkového i LDL cholesterolu[8]. Nedostatek této skupiny mastných kyselin způsobuje špatný růst, kožní nemoci, tvorbu krevních sraženin a oslabení imunitního systému[8]. Dospělý člověk potřebuje asi 4g na den této skupiny[8]. Vysoký příjem může tělu škodit, neboť vede ke zvýšené tvorbě volných radikálů[10]. Volné radikály mohou oxidovat a tím poškozovat DNA a buněčné membrány. Otevírají tak cestu různým druhům rakoviny a dalším nemocem[8]. Mastné kyseliny ze skupiny omega-6 jsou nezbytnou součástí všech buněk a slouží k tvorbě látek zvaných eikosanoidy. Ty se účastní regulace celé řady tělesných pochodů včetně krevního oběhu a zánětů[8]. Skupina omega-3 je odvozena od kyseliny linolenové. Tato skupina se nachází v některých rostlinných tucích, například v sójovém a řepkovém oleji[8]. Tyto mastné kyseliny potřebuje naše tělo jen v malých dávkách (asi 1 – 2g denně)[8]. Omega-3 mastné kyseliny jsou nezbytné pro správný vývoj mozku a oční sítnice v raném vývoji lidského plodu, zmírňuje záněty a snižuje srážlivost krve. Napomáhají také při léčbě kardiovaskulárních onemocnění, lupénky a artritidy[8]. Nenasycené mastné kyseliny mají pozitivní vliv na snižování rizika kardiovaskulárních onemocnění a to zejména ovlivněním hladiny cholesterolu a průchodnosti cév[35].

Od poloviny devadesátých let 20. století jsou na trhu výrobky s nutričně významným obsahem rostlinných sterolů, které aktivně snižují hladinu cholesterolu v krvi[8]. Rostlinné steroly jsou přírodní látky, které se svojí strukturou podobají cholesterolu a mají v rostlinách podobnou funkci. Udržují strukturu a funkci buněčných membrán[13]. Zabraňují vstřebávání části cholesterolu ze střeva do krve, nevstřebaný cholesterol je tak vyloučen z těla a jeho hladina v krvi se snižuje[8]. Rostlinné steroly se v malém množství přirozeně vyskytují v naší stravě, např. v rostlinných olejích, obilovinách, ovoci či zelenině. Ve větším množství je můžeme

najít v potravinách obohacených o rostlinné steroly[8]. Je klinicky prokázáno, že rostlinné steroly přispívají ke snižování hladiny cholesterolu v krvi[14].

Tab. 3. Obsah sterolů v surových rostlinných olejích
(zdroj: [13])

Druh Oleje	Obsah celkových sterolů (mg/100g]
Řepkový	450-780
Slunečnicový	240-450
Sójový	180-410
Palmový	40-60
Olivový	100-200

Margaríny určené pro přímou spotřebu mají dnes zcela běžně poloviční i třetinový obsah nasycených mastných kyselin oproti máslu[8]. I drobné změny, řádově v procentech, (pokles nasycených mastných kyselin, vyvážená kompozice omega 3 a omega 6 vícenenasycených mastných kyselin apod.) mají svůj význam[8].

Nejběžnější trans kyselinou je kyselina elaidová (trans-9-oktadecenová kyselina)- $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, která zvyšuje hladinu nežádoucího LDL cholesterolu a snižuje hladinu žádoucího HDL cholesterolu[2, 12]. Transizomery se podílejí na zvyšování hladiny triglyceridů v krvi a zvyšují hladinu lipoproteinu A[17].

Větším přídatkem mastných nasycených kyselin je možno vyrobit roztíratelné nebo pokrmmové tuky bez trans kyselin[12]. Fyzikální vlastnosti jsou dány počtem atomových uhlíků v molekule. Podle toho se také nasycené mastné kyseliny v lidském organismu chovají. Mastné kyseliny s malým počtem atomů uhlíku v molekule se výborně vstřebávají střešní stěnou, ale netvoří se z nich tuky. Skupina mastných kyselin s 12-16 atomy uhlíku v molekule zvyšují hladinu cholesterolu v krevní plazmě. Odlišná je 18 uhlíková kyselina stearová, která u pokusných zvířat mírně snižovala hladinu cholesterolu. U lidí bylo dokonce zjištěno, že kyselina stearová snižuje hladinu krevního cholesterolu stejně účinně jako kyselina olejová, považovaná za nejpříznivější[23].

Tab. 4. Přehled složení tuků prodávaných na trhu České republiky (zdroj: [14])

Výrobek	Charakteristika	TF A	SAFA	MUFA	PUFA	omega 3 PUFA	omega 6 PUFA
Alfa optima s máslovou chutí	roztíratelný rostlinný jedlý tuk 70%	1,3	27,7	44,6	26,2	3,8	22,4
Baking margarine	margarín se sníženým obsahem Tuku (60%)	1,8	48,5	38,4	11	1,4	9,6
Dr.Halíř máslo	tuk 82%	2,2	69,9	22,8	2,6	0,5	2,2
Flora	rostlinný roztíratelný tuk 70%	0,5	19,8	27,3	52,1	5,9	46,2
Flora light	margarín s nízkým obsahem tuku 40%	0,9	19,3	26,4	53,3	7,2	46
Jihočeské AB	roztíratelný směsný tuk 78% tuku	2,1	65,7	26,4	3,9	0,4	3,5
Lukana cukrářská	margarín na pečení 80% tuku	0,8	50,1	38,3	10,7	1,1	9,7
Máslo	82% tuku	2,3	70,4	22,3	2,3	0,5	1,9
Máslo PReSIDENT	82% tuku	2	71,7	21,4	2,1	0,5	1,5
Perla plus vitaminy	margarín s nízkým obsahem tuku 40%	0,6	29,2	51,6	18,5	4,5	14
Perla Tip	roztíratelný pomazánkový tuk Nízkotučný (25%)	0,2	24,1	52,3	22,3	5,6	16,7
Rama	rostlinný roztíratelný tuk 70%	0,2	31,7	48	19,1	5,2	14
Stolní máslo jihočeské	82% tuku	2,1	71,8	21,5	2,2	0,5	1,7

3 TECHNOLOGIE ROSTLINNÝCH TUKŮ

Vlastní výroba je založena pouze na fyzikálních procesech a začíná u rostlinných olejů a tuků, které tvoří 25 až 100 % konečného produktu (podle druhu a účelu použití)[14]. Tuky a oleje použité ve výrobcích se získávají zejména z olejnatých semen buď lisováním nebo extrakcí nebo kombinací obou způsobů. Řepka olejka a slunečnice jsou typickými zástupci pro tuzemské podmínky. Ze zahraničních plodin se nejčastěji dováží sója a již zpracované poloproducty palmy olejné nebo kokosové, jež se podílí přibližně třetinou ve skladbě produkce[14].

Výběru kvalitních surovin je potřebné věnovat nejvyšší pozornost, neboť vhodné složení různých druhů rostlinných olejů rozhoduje o dobré chuti a příznivém vlivu na zdraví finálního výrobku.

Každý olej má jiné složení, chuť i zdravotní účinky. Například slunečnicový olej vyniká vysokým podílem esenciálních mastných kyselin a řepkový olej je zdrojem omega 3 mastných kyselin. Tropické oleje ovlivňují správnou konzistenci rostlinného tuku, protože pouze z tuzemských olejů, které jsou výhradně tekuté, nelze vyrobit roztíratelný tuk[14].

3.1 Technologie získávání rostlinných tuků

3.1.1 Technologie získávání surových olejů

Zpracování olejnatých semen začíná na surovarně, kde probíhají následující technologické operace[4]:

Dezintegrace (rozemletí) olejnatých semen

Užívá se pro snazší získávání olejů vlivem rozrušení struktury semen, částečného narušení pletiv a buněk i zvětšení plochy[4].

Klimatizace (nahřívání) semen

Je kombinací fyzikálně – chemických a biochemických pochodů na semeno. Struktura biologického materiálu je narušovaná párou za zvýšené teploty a tím se dosahuje snadnějšího uvolňování oleje z buněk.

Lisování semen

Základním procesem získávání rostlinných tuků je lisování, pokud olejnina obsahuje více tuku než 25 až 30 % hm[3]. Lisování dělíme na:

Lisování za studena - tzv. panenský olej se získává pouze lisováním bez záhřevu, olej je světlý má přirozená chuť a vůni (v pokrutinách zbude 15% oleje) [38].

Nevýhodou lisování za studena je - ve srovnání s lisováním za tepla nebo chemickou extrakcí – relativně nízká výtěžnost oleje. Činí asi 75% v semínku obsaženého oleje. Především kvůli nízké výtěžnosti oleje jsou za studena lisované oleje dražší. Jejich vyšší cena je však vyvážena podstatně vyšší kvalitou[33].

Lisování za tepla – klimatizovaný materiál vstupuje do šnekových lisů. Tzv. předlisy snižují oleje v surovině na 15 – 20 %hm. K dalšímu snížení obsahu lze sice použít dolisy[4], ale moderní způsob dolisování se nahrazuje extrakcí[38].

Extrakce rozemletých semen

Je výhodná u surovin s méně než 20% oleje[38]. K chemické extrakci oleje jsou zpravidla používána organická rozpouštědla jako např. hexan, přičemž jejich škodlivé zbytky mohou zůstat v oleji. Metoda, která tomuto zabráňuje, je alkoholová extrakce, při které jsou namletá semena smíchána s vodou a alkoholem a následně je v odstředivkách oddělen olej a voda. Touto metodou lze dosáhnout vysoké výtěžnosti oleje i tokoferolu (vitaminu E) za teplot nižších než při lisování za studena. Olej je proto méně citlivý a kvalitativně srovnatelný s olejem lisovaným za studena[33].

Šrot

je využíván jako krmivo v zemědělských závodech přímo nebo se zpracovávají do krmných směsí.

3.1.2 Rafinace

Výše zmíněnými procesy se získá lisovaný nebo extrahovaný surový olej, který se musí rafinovat[5], z důvodů odstranění nepříjemných organoleptických vlastností[11]. Rafinace (zjemnění), neboli čištění surového kapalného oleje i tuhého tuku je soubor technologických operací, při kterém se odstraňují z olejů netukové

složky[38]. Z důvodů zabránění styku oleje se vzduchem probíhá většina kroků rafinace ve vakuu. Olej by rychle oxidoval a vytvářely by se v něm nežádoucí volné mastné kyseliny[5].

Rafinace zahrnuje:

Hydratace (odslizení)

Je založena na působení vody a roztoku elektrolytů na fosfolipidy, bílkoviny, sacharidické složky a další látky obsažené v oleji, které mají možnost koagulovat[4]. Separací koagulátu se získá hydratační kal, z něhož se po odpaření vody získá lecitin obsahující fosfolipidy, triacylglycerony a doprovodné látky.

Neutralizace (odkyselení)

Procesem neutralizace jsou oleje zbaveny nežádoucích volných mastných kyselin a příměsí po lisování semen či plodů[5]. Nejčastěji používaným způsobem odkyselování je alkalická rafinace, jež spočívá v neutralizaci volných mastných kyselin vodným roztokem hydroxidu sodného[4].

Bělení

Jde o filtraci, při které se k horkému oleji přidá bělicí hlinka, která na sebe naváže barevné sloučeniny – převážně karotenoidní a feofytinová barviva[4] a olej se pak pouze přefiltruje[5]. Bělení probíhá při teplotě 70 – 90°C.

Dezodorace

Konečnou procedurou je dezodorace, během níž se jednoduchou destilací s vodní párou za sníženého tlaku odstraní nežádoucí pachové a chuťové látky, volné mastné kyseliny, steroly a tokoferoly.

Získaný rafinovaný olej lze mimo jiné využít pro další zpracování na výrobu ztužených tuků pro výrobu emulgovaných tuků[4].

3.1.3 Ztužování

Pro výrobu margarínů je třeba mít k dispozici jak rafinovaný olej, tak i pevný, tuhý tuk. Jejich kombinací získáme tzv. tukové násady s žádanými vlastnostmi. Pevnou tukovou násadu lze získat parciální katalytickou hydrogenací „měkkých rostlinných olejů“ na požadovanou konzistenci[4].

Hydrogenace

Hydrogenace (ztužování) je přeměna tekutých tuků v pevné, působením vodíku za přítomnosti katalyzátoru niklu, za určité teploty a tlaku. Princip hydrogenace spočívá v částečném (parciální katalytická hydrogenace) nebo úplném nasycení dvojných vazeb (totální hydrogenace)[38]. Nenasycené mastné kyseliny přecházejí na nasycené mastné kyseliny a dochází ke změně oleje na ztužený tuk[4], jenž získává světlejší barvu a velkou trvanlivost. Vedle nasycených mastných kyselin vznikají při částečném ztužování surovin jako vedlejší produkt také trans mastné kyseliny. K zamezení vzniku trans mastných kyselin se používá pro přípravu tukové násady speciální technologie, při níž se trans mastné kyseliny v olejích neobjevují[14].

frakcionace - záhřevem suroviny nad bod tání s následným ochlazením na potřebnou teplotu a fyzikálním oddělením kapalně a tuhé fáze[14]. Frakcionací je možné získat směs TAG odpovídající konzistence z přírodních směsí TAG jako je palmový olej. Obsahuje mnoho nasycených kyselin, zvláště kyseliny palmitové. Je možno je rozdělit na tuhý podíl (palmstearin) a kapalný podíl (palmolein). Dalším zpracováním lze získat tvrdý a měkký palmstearin a střední měkkou frakci. [12]

interesterifikace – přeesterifikace – je proces, při němž dochází k výměně acylu uvnitř molekuly TAG nebo jde o výměnu acylu mezi dvěma molekulami TAG[2]. Interesterifikace může být uskutečněna chemicky nebo enzymaticky. Enzymatická interesterifikace používá jako katalyzátor mikrobiální lipázu[21]. Metoxid sodný (směs sodíku a draslíku) je používán jako katalyzátor v chemické interesterifikaci[21]. Smyslem zavedení interesterifikace bývá obvykle vyloučení transizomerů z produktu[4]. V podstatě jde o změnu uspořádání, intenzivním mícháním připravené směsi tukové a vodní složky, kterým vznikne homogenní směs. Ta se nechá krystalizovat na chlazených válcích a současně se mechanicky zpracovává hnětením. Tuk je tvořen mastnými kyselinami vázanými na glycerol. Změnou uspořádání se mohou mastné kyseliny odpoutat a poté znovu seskupit, čímž se dosahuje rovnoměrného rozmíchání. Složky tuku zůstávají nezměněny, mění se jen jejich uspořádání.[5]

Posledním krokem při získávání rostlinných tuků je namíchání surovin pro daný druh rostlinného tuku. Nutností je přidat emulgátory - látky, které dokážou spojit jinak neslučitelné látky, jakými jsou voda a olej. Používá se například lecitin. Mezi mikroingredience, patří zejména vitaminy a barviva[10]. Promíchané suroviny procházejí několika technologickými kroky až ke své definitivní podobě. Nejdříve podstoupí pasterizaci, konkrétně na 80°C, A poté následuje chlazení, emulgace a balení.

3.2 Technologie výroby emulgovaných a pokrmových tuků

Rostlinné tuky se buď konzumují přímo, nebo se emulgují, aby svým složením odpovídaly máslu. Klasickým emulgovaným tukem je margarín[11]. Ten lze charakterizovat jako emulzi vody v oleji[4]. Olejová fáze tvoří spojitou fázi s částí TAG ve formě krystalů[5]. Vodná fáze tvoří disperzní podíl a je tvořena buď vodou, nebo je bází odstředěného mléka nebo syrovátky[4]. Margarín obsahuje asi 80% tuku a zbytek je vodná fáze[11].

Pokrmové tuky (shorteningy) jsou velmi významnou skupinou potravinářských tuků, jejichž konzistence je podobná jako u pasty. Využívají se ve všech potravinářských výrobcích a jsou ideální i pro pekařské výrobky[25]. Představují výrobky neobsahující vodnou fázi jako disperzní podíl[4]. Od margarínů se odlišují tím, že neobsahují vodu, proto se také nazývají stoprocentní tuky[10].

Základem pro výrobu emulgovaných a pokrmových tuků je výroba tzv. tukové násady[4]. Suroviny na výrobu pokrmových tuků jsou stejné jako suroviny použité do tukové násady margarínů, i když vlastní složení je odlišné[25]. Emulgované tuky se získají emulgací tukové vodné fáze za přítomnosti emulgátoru při teplotě nad bodem tání tukové emulze[36]. Emulgátory patří do tzv. skupiny povrchově aktivních látek. Usnadňují vznik emulzí a jejich následnou stabilitu[4]. Nejběžnější emulgátory jsou monoacylglyceroly[10]. Jako stabilizátory emulze se označují látky, které zvyšují stabilitu emulze v čase[4].

Základními technologickými operacemi při výrobě emulgovaných tuků jsou příprava tukové a vodné fáze, emulgace, zchlazení emulze a její mechanické zpracování a nakonec finalizace výrobku[4]. Tuková násada se připraví smísením strukturního tuku a rafinovaného rostlinného oleje v poměru podle požadované konzistence produktu při teplotě 45 – 55 C[34]. Dávkuje se emulgátor a další složky rozpustné v oleji, tj. především barvivo [β -karoten, bixin), aroma rozpustné v tuku, vitaminy (A, D, E), příp. konzervační látky (kyselina sorbová, benzoová)[4, 34]. Charakter tukové násady určuje vlastnosti emulgovaného tuku. Pro různé typy emulgovaných výrobků jsou požadovány definované konzistenční, resp. reologické vlastnosti a tomu musí odpovídat složení tukové násady[34]. Základ tukové násady při výrobě margarínu tvoří strukturní tuk spolu s kapalným rostlinným olejem. Strukturní tuk určuje

mikrostrukturu tukové násady a současně je nositelem viskoplastických tixotropních vlastností[34].

Vodnou fázi tvoří pitná voda nebo syrovátka, sůl, kyselina mléčná, citrónová, aroma rozpustné ve vodě[34]. Obě fáze jsou postupně čerpány do směšovače při teplotě několik stupňů nad bodem tání tuku. Dále je směs čerpána do kontinuální části, kterou tvoří soustava 2 – 3 volátorů (oškrabovaných chladičů), kde dochází k dokonalé emulgaci[4, 34]. Směs emulgovaného tuku je nastříkávána na obvodový duplikátorový plášť, kde je nahřívána, na povrchu roztírána, oškrabována a postupně dopravována po celé délce válce za opakování uvedených operací až na konec. V poslední fázi zpracování na volátorech se směs ochladí na 10 – 12 °C. V tzv. uzrávači je emulze temperována na 12 – 15 °C, kde pokračuje krystalizace[4, 34]. Rychlost chlazení a teplota, na níž je tuk zchlazen, se řídí druhem emulgovaného tuku, jeho složením a charakterem výrobku, který chceme získat[4]. Posledním krokem je balení margarínu. Margarín je skladován při teplotě 15°C a během 2 – 3 dnů dochází k dokončení vzniku krystalické prostorové mřížky a tím se ustálí reologické vlastnosti[34].

3.3 Oxidace tuků

Při skladování tuků se projevuje vliv faktorů prostředí, které ovlivňují jeho vlastnosti. Faktory prostředí působící nepříznivě na tuky mohou být teplo, světlo, vlhkost a přítomnost kovů[10]. Působením těchto faktorů dochází k chemickým změnám, přičemž může dojít i k výrazným přeměnám struktury, které jsou doprovázeny i změnami organoleptickými. Nejvýraznější změny nastávají při oxidaci tuků. V tuku je vždy přítomné malé množství volných mastných kyselin a tak mohou jejich karboxylové skupiny napomáhat k rychlejším rozkladům[10].

Autooxidace mastných kyselin

je nejběžnější typ oxidace za běžných podmínek zpracování a skladování potravin[10]. Při běžných teplotách se vzdušným kyslíkem oxidují jen nenasycené mastné kyseliny[11]. Při vyšších teplotách, tzn. při pečení, smažení, fritování a pražení dochází k autooxidaci nasycených mastných kyselin, a tedy ke vzniku hydroperoxidů mastných kyselin[10, 11]. Autooxidace uhlíkového řetězce mastných

kyselin probíhá radikálovým mechanismem. Tato řetězová reakce probíhá ve třech stupních. Prvním stupněm reakce je vznik volného vodíkového radikálu a volného radikálu mastné kyseliny, které vznikají homolytickým štěpením kovalentní vazby C-H uhlovodíkového řetězce[11]. Ke štěpení vazby dochází ultrafialovým ozářením nebo radioaktivními paprsky, vlivem tepla nebo vlivem viditelného světla[10]. Tuto reakci nazýváme **iniciační**. Vzniklý volný radikál mastné kyseliny je velmi reaktivní a snadno se slučuje s molekulou kyslíku. Tak vznikne peroxidový radikál[10]. Peroxidový radikál odtrhne atom vodíku z další molekuly nenasycené mastné kyseliny za vzniku hydroperoxidu a dalšího volného radikálu mastné kyseliny. Toto druhé stadium autooxidační reakce se nazývá **propagace**[11]. Autooxidaci se říká řetězová reakce, protože sled uvedených dvou reakcí se může opakovat jednou, několikrát až mnohokrát[10, 11]. Pokud je koncentrace volných radikálů v reakčním systému dosti vysoká, je pravděpodobné, že dva volné radikály spolu zreagují za vzniku neradikálového, poměrně stabilního produktu a tím reakční řetěz končí[11]. Třetí stadium se nazývá **terminace**.

Hydroperoxydy mastných kyselin a jejich radikály mohou spolu dále reagovat. Výsledkem těchto reakcí jsou další, sekundární produkty oxidace, hydroxykyseliny a oxokyseliny, štěpením jejich molekul mohou vznikat aldehydy nebo uhlovodíky[7]. Tuk, který obsahuje tyto produkty, je nepoživatelný pro vzniklý zápach produktu a pro hořkou chuť. Uhlovodíky dodávají typickou nažluklou chuť, zatímco aldehydy jsou nositeli žluklé chuti při pokročilé oxidaci tuku[10]. Na čem závisí rychlost oxidace, můžeme uvést do několika bodů:

- vrstvě tuku – nízká vrstva umožňuje rychlejší oxidaci,
- přítomnosti světla a tepla,
- složení tuku (čím více nenasycených mastných kyselin tuk obsahuje, tím je rychlejší oxidace),
- upravené (rafinované) tuky a oleje podléhají zkáze rychleji než surové tuky, protože rafinací se odstraňují tzv. přírodní antioxidační látky,
- styku s kovem,

- druhu obalu – průsvitný obal propouští světlo, a tím je splněna podmínka pro autooxidaci[10].

Výrobci zabraňují nežádoucím oxidacím tuku tím, že přidávají do výrobků antioxidační látky. Přírodní, polosyntetické či umělé antioxidy do určité míry brání žluknutí margarínů a olejů a chrání je tak před vzdušným kyslíkem[28]. Syntetické se k nim přidávají a mohou také zlepšit jejich barvu nebo zachovat přirozenou barvu výrobku[28]. Mezi přírodní antioxidy se řadí karotenoidy, tokoferoly a látky získané z ovesných obilí (avenex). Tyto antioxidy často způsobují také zabarvení výrobků[10].

3.4 Žluknutí tuků

Při oxidačních pochodech během skladování tuků se zhoršuje senzorická jakost[10]. Když jsou tuky nějakou dobu ponechány na vzduchu a denním světle, podléhají žluknutí[1]. Toto žluknutí je způsobeno hydrolýzou nebo oxidací[1]. Podle své povahy existuje několik typů žluknutí. **Hydrolytické žluknutí** - při hydrolýze tuků dochází k rozkladu na glycerol a mastné kyseliny[10]. Ty u většiny tuků nepůsobí žluknutí. Výjimkou jsou tuky, obsahující vázané mastné kyseliny s kratším uhlovodíkovým řetězcem[11]. **Žluknutí oxidační** - je způsobováno produkty oxidace tuků a olejů (autooxidace)[29]. Při oxidaci tuků nemají vznikající hydroperoxy vliv na senzorickou jakost, ale jejich oxidační produkty vyvolávají charakteristické pachutě, které závisí na koncentraci produktů a na jejich složení[11]. **Ketonové žluknutí** je typické pro mléčné tuky nebo kokosový tuk[29]. Uvolněné mastné kyseliny se mikrobiálními enzymy oxidují a po dekarboxylaci vznikají ketony[10]. Ty mají specifickou parfémovou příchut', která sama o sobě není nepříjemná, ale pro jedlé tuky je netypická[11].

Chuťová reverze je charakteristická pro sójový olej a pro oleje, které obsahují linolenovou kyselinu, např. pro řepkový olej[10]. Projevuje se v době, kdy olej obsahuje ještě poměrně málo hydroperoxidů mastných kyselin[11]. Nositeli pachu po trávě a fazolích označováno jako chuťová reverze jsou různé sloučeniny vznikající rozkladem hydroperoxidů. Olej, u kterého se tato vada projevila, lze pachu zbavit rafinací, ale vada se po určité době opět projeví[11].

4 VÝVOJ VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ

Sledujeme-li historii výroby margarínu, tak prvních devadesát let od vzniku prvního produktu byla pozornost věnována především rozvoji výrobních technologií. Klasickým zařízením na přípravu emulze byla kirna, nádoba elipsovitého průřezu opatřená dvěma míchadly, které zajišťovaly intenzivní promíchávání tukové násady s vodnou složkou. V počátcích výroby byla emulze sprchována ledovou vodou[16]. Nevýhodou bylo vyplavování některých složek z výrobku[16]. Vyšším vývojovým stupněm ve dvacátých a třicátých letech minulého století bylo nanášení emulze na povrch zevnitř chlazených válců s následným seškrabováním zchlazeného poloproduktu pomocí nožů. Zchlazená emulze se mechanicky zpracovávala na válcových zařízeních, případně jednoduchých hnětačích[16]. V současnosti je příprava emulze realizována v premixech, válcových nádobách zajišťujících dokonalou homogenitu jednotlivých komponent[16]. Alternativou je systém proporcionálních čerpadel, jenž kontinuálně přivádí jednotlivé složky do směšovače, v němž rovněž dochází k intenzivnímu promíchání tukové a vodné fáze[16].

Vlastní výroba rostlinných tuků je, podobně jako výroba másla, založena pouze na fyzikálních procesech[14]. Spočívá na třech principech: intenzivním mícháním předem připravené směsi tukové a vodní fáze vznikne homogenní směs, která se nechá krystalizovat na chlazených válcích a současně se mechanicky zpracovává hnětením[5]. Moderní zařízení sloužící k výrobě jsou řízena programově. Přesně definované výrobní podmínky, jako je teplota chlazení, krystalizace a řízené otáčky míchadla, umožnily vyrábět produkty s podstatně nižším obsahem tuku než v historických počátcích výroby margarínu[16].

4.1 Historie (vznik prvního výrobku)

Margarín vyvinul v roce 1869 francouzský lékárník a chemik, Hippolyte Mège-Mouriés na podnět Napoleona III, který vypsali odměnu za nalezení složení poživatelného syntetického tuku[32]. Inspirací k tomuto objevu byla skutečnost, že mléčný tuk vzniká u dojnice i v případech, kdy ta nemá dostatek potravy. Zdrojem jsou potom její vlastní tukové rezervy[16]. Mège-Mouriés rozdělil hovězí lůj

krystalizací na dvě frakce. Kapalnější, která je velmi podobná mléčnému tuku, intenzívně promíchal s mlékem při tělesné teplotě krávy a výsledný produkt podobný smetaně zchladil ledovou vodou[27]. Musel vycházet z hovězího loje proto, že to byl tehdy jediný známý tuk, který měl při pokojové teplotě polotuhou, máslu podobnou konzistenci[32]. Výrobek dostal název podle perleťového vzhledu ze slova řeckého původu „margaritari“ znamenající perla[27]. Byla to tehdy směs hovězího loje, odstředěného mléka, výtažků z vepřových žaludků a kravského vemene s jedlou sodou[32]. Jiný výklad slova margarín pochází od skutečnosti, že první výrobek tohoto typu byl směsí mastných kyselin C16 a C18 s průměrným počtem uhlíku v směsi C17. Mastná kyselina se 17 uhlíky, ojediněle se vyskytující v přírodě, je kyselina margarová[16].

Mége-Mouriezův výrobní postup v roce 1871 odkoupili bratři Jan a Henri Jurgensovi, obchodníci s máslem z holandského Ossu[32]. Brzy oni a jejich konkurenční firma Van der Burgh vyráběli margarín ve velkém. V r. 1902 bylo patentováno ztužování rostlinných olejů vodíkem[18]. Velký nedostatek živočišných tuků přiměl obě evropské firmy, aby začaly experimentovat s rostlinnými oleji. Výsledek se dostavil v roce 1910, kdy se podařilo uplatnit metodu zmíněné ztužování tuků pomocí katalytické hydrogenace vodíkem[32]. V roce 1905 francouzští a němečtí chemici vyvinuli proces hydrogenace mastných kyselin v tucích, což umožnilo vývoj technologie ztužování rostlinných olejů[32]. Počátkem 20. století se začaly objevovat první výrobky s tuky čistě rostlinného původu. V polovině třicátých let minulého století byly výrobky prvně obohacovány vitaminy A a D v hodnotách, které odpovídaly jejich obsahu v másle[27]. Během druhé světové války, kdy byl nedostatek surovin rostlinného nebo živočišného původu, se synteticky připravovaly mastné kyseliny o počtu uhlíků 16 až 22. Ty se dále esterifikovaly ethanolem a v množství přibližně 20 až 30% se přidávaly do tukové násady. Tento válečný margarín byl nazýván kunerolem.[27] Tato skutečnost bývá stále, i po více než půl století od konce války, zneužívána k účelové desinformaci spotřebitele o původu margarínu a surovin používaných při jeho výrobě[16]. Dnes se k výrobě výhradně používají rostlinné tuky a oleje. Částečná hydrogenace byla rozšířená až do začátku devadesátých let, kdy se kvůli vysokému obsahu

transizomerů mastných kyselin začala nahrazovat novější technologií interesterifikace[37].

V 60. letech 20. století vznikl první výrobek s vyšším obsahem vícenenasycených mastných kyselin[27]. Od konce sedmdesátých let se začala rozšiřovat nabídka výrobků s nižším obsahem tuku (60 a 40 %). V devadesátých letech bylo možné vyrobit i produkty s obsahem tuků okolo 20%. Od poloviny těchto let jsou na trhu výrobky s nutričně významným obsahem rostlinných sterolů, které aktivně snižují hladinu cholesterolu v krvi[27]. Spotřeba margarínů nadále rostla. Byla jim věnována masivní reklama, byly stále podstatně levnější než máslo, a navíc se zdokonalila výrobní technologie a s ní i vlastnosti výrobků. K šíření margarínů také přispěli lékaři. Ti poukazovali na rizika živočišných tuků a výhody tuků umělých pro prevenci kardiovaskulárních onemocnění. Bohužel se ukázalo, že margaríny vyráběné částečnou hydrogenací olejů obsahují transizomery mastných kyselin, jež riziko kardiovaskulárních onemocnění naopak zvyšují[37]. Jak je již výše zmíněno dnešní moderní výrobky částečně ztužené tuky v tukové zásadě neobsahují. Současný trh se surovinami nabízí řadu alternativních možností, jak ztužené tuky ve výrobcích nahradit. Kromě přímého použití v přírodě se vyskytujících tuhých tuků se často využívají tuky získané frakcionací nebo přeesterifikací[21].

Tab. 5. Tukové suroviny používané v margarínech v různých obdobích historického vývoje (zdroj: [16])

Období	Používané suroviny
do 1875	Lůj
1875-1900	lůj, olivový, bavlníkový, sezamový olej
1900-1925	lůj, sádlo, velrybí, kokosový, palmojádrový tuk, palmový, podzemnicový, bavlníkový, sezamový olej
1925-1950	lůj, sádlo, velrybí, kokosový, palmojádrový tuk, palmový, slunečnicový, sojový, řepkový, podzemnicový, bavlníkový, kukuřičný olej, sezamový olej
1950-1975	lůj, sádlo, rybí, kokosový, palmojádrový tuk, palmový, slunečnicový, sojový, řepkový, podzemnicový, bavlníkový, kukuřičný olej,
1975-2000	lůj, sádlo, rybí, kokosový, palmojádrový tuk, palmový, slunečnicový, sojový, řepkový, olivový, kukuřičný olej
2000-doposud	kokosový, palmojádrový tuk, palmový, slunečnicový, sojový, řepkový, olivový, kukuřičný olej

4.2 Snižování obsahu nasycených mastných kyselin

V posledních letech stále více narůstá výskyt civilizačních neinfekčních onemocnění (kardiovaskulární choroby, hypertenze, diabetes 2. typu), jejichž patogeneze s výživou a životním stylem úzce souvisí. Rizikové faktory kardiovaskulárních onemocnění významně korelují se zastoupením jednotlivých mastných kyselin ve stravě[14].

Obzvláště senioři mívají často zdravotní problémy a jsou ohroženi kardiovaskulárními onemocněními, na něž v ČR umírá téměř 50 % z nás. Proto by měly být rostlinné tuky, které obsahují vícenenasycené mastné kyseliny prospěšné pro zdraví srdce součástí jejich jídelníčku. Významným rizikovým faktorem onemocnění srdce a cév je zvýšená hladina cholesterolu[10]. Pokud jíme kvalitní tuky rostlinného původu s vyšším obsahem vícenenasycených mastných kyselin a nižším množstvím nasycených mastných kyselin, chráníme svůj srdečně cévní systém a příznivě ovlivňujeme hladinu cholesterolu.

Ze statistických údajů vyplývá, že konzumace nasycených tuků je dnes zhruba dvojnásobná, než jsou doporučované hodnoty, které navrhují omezení spotřeby nasycených mastných kyselin na úroveň 7 až 10% celkového energetického příjmu. Proto je prvořadým cílem omezit konzumaci výrobků, kde jsou nasycené mastné kyseliny v převaze, tj. hlavně živočišných tuků, ať se jedná o skryté tuky (tučné maso, tučné mléčné výrobky) nebo tuky viditelné (máslo, sádlo)[14]. Obsah nasycených mastných kyselin v másle je dvoj- až trojnásobně vyšší než odpovídající obsah ve většině rostlinných tuků používaných k mazání na pečivo. U rostlinných tuků na pečení je obsah nasycených mastných kyselin z důvodu specifického účelu použití vyšší, i tak je přibližně jen dvoutřetinový v porovnání a mléčným tukem[14].

Složení mastných kyselin rostlinných tuků je, hlavně z hlediska prevence kardiovaskulárních onemocnění, mnohem příznivější než složení mastných kyselin másla[18]. Rostlinné tuky obsahují velké množství zdraví prospěšných vícenenasycených mastných kyselin, zatímco máslo obsahuje především mastné kyseliny nasycené, které zvyšují hladinu krevních tuků a cholesterolu[18]. Výrazná převaha nasycených mastných kyselin je v každém výrobku z nutričního pohledu nežádoucí[16]. Zatímco obsah nasycených mastných kyselin ve výrobku by měl být

co nejnižší, podstatnou část produktu by měly naopak tvořit nenasycené mastné kyseliny zastoupeny jak řadou omega 6, tak i omega 3[10].

Vhodnou kombinací tukových surovin lze obsah nasycených mastných kyselin v margarínu významně snížit. V padesátých letech 20. století byly vyráběny první výrobky s nižším obsahem nasycených mastných kyselin a lepší roztíratelností[16]. V šedesátých letech vznikl první výrobek s vyšším obsahem vícenasycených mastných kyselin 40-50%, který navazoval na vědecké poznatky negativního vlivu nasycených mastných kyselin a pozitivního účinku vícenasycených mastných kyselin na snižování hladiny cholesterolu[16]. Byl prodáván zprvu v lékárnách pod obchodním označením „Becel“ odvozeném z Blood cholesterol lowering"[16].

V průběhu 20. století byly ve výrobě margarínů také používány částečně ztužené tuky. Při použití těchto tuků v tukové násadě byl určitý podíl nasycených mastných kyselin nahrazen trans mastnými kyselinami, jenž podobně jako nasycené mastné kyseliny tvořily pevné tukové podíly ve výrobku potřebné pro dosažení potřebné plasticity. Studie z konce minulého století ale prokázaly, že zvýšená konzumace trans mastných kyselin přináší srovnatelná nebo i vyšší rizika pro rozvoj civilizačních chorob než konzumace nasycených mastných kyselin[16]. V polovině devadesátých let minulého století byly částečně ztužené tuky postupně nahrazovány jinými komponentami. Dnešní technologie přípravy tukových surovin umožňují získat téměř neomezené množství cíleně vybraných surovin definovaných vlastností z přírodních zdrojů nebo po separaci frakcionací (rozdělení tuku na dvě komponenty -více a méně tekutou) či připravených přeesterifikací, kdy z tuhých a tekutých komponent vzniká plastická surovina. U těchto technologií nedochází ke změnám struktury mastných kyselin a nutriční složení dané zastoupením jednotlivých druhů mastných kyselin se nemění. Velká publicita věnovaná konzumaci trans mastných kyselin odvádí pozornost od nadměrné konzumace nasycených mastných kyselin. Rovněž je více méně tolerována konzumace trans mastných kyselin přirozeně obsažených v mléčném tuku[16].

Trans nenasycené mastné kyseliny ovlivňují některé rizikové faktory více než kyseliny nasycené:

- míra zvyšování hladiny LDL-cholesterolu byla v některých případech zaznamenána vyšší u trans nenasycených mastných kyselin než u nasycených mastných kyselin
- nasycené mastné kyseliny mají tendenci zvyšovat HDL-cholesterol, zatímco trans nenasycené mastné kyseliny mají nepatrný spíše neutrální efekt
- trans nenasycené mastné kyseliny negativním způsobem ovlivňují poměry celkový:HDL-cholesterol nebo LDL:HDL-cholesterol (poměr zohledňuje prostřednictvím jedné číselné hodnoty oba protichůdné typy cholesterolu)
- trans nenasycené se podílejí na zvyšování hladiny triglyceridů v krvi, zatímco nasycené mastné kyseliny mají nepatrný či neutrální vliv
- trans nenasycené mastné kyseliny zvyšují hladinu lipoproteinů A, jakožto jednoho ze známých rizikových faktorů spojených s výskytem kardiovaskulárních chorob[17].

4.3 Snižování obsahu tuku

Velkou předností rostlinných tuků je to, že neobsahují cholesterol. Další jejich výhodou je i to, že si můžeme vybrat mezi výrobky s různým obsahem tuku - od klasických s obsahem tuku okolo 80% až po výrobky s obsahem tuku 25% [18]. V souvislosti s modernizací výrobních technologií se od konce sedmdesátých let 20. století začala rozšiřovat nabídka výrobků s nižším obsahem tuku 60 a 40 % [16]. V devadesátých letech bylo možno vyrobit i produkty s obsahem tuku okolo 20% a v zahraničí jsou na trhu i výrobky, kde je obsah tuku téměř nulový [16]. Nízkoenergetický margarín se stal v souvislosti s bojem proti obezitě (nadměrné tloušťce) velmi žádaným výrobkem v mnoha zemích. U nízkoenergetických margarínů je obsah tuku snížen o 80 až 83%, v běžných margarínech činí obsah tuku 40% i méně. Znamená to, že poměr vody k tuku je v margarínech v poměru 1:1 i vyšší. Energetická hodnota se tak sníží např. u 100g nízkoenergetického margarínu na 1600kJ i méně [6].

Při snižování váhy se doporučuje tuky omezit, ale ne je zcela vyloučit – jinak se vystavujeme nebezpečí, že poškodíme své zdraví. Příjem energie z tuků by neměl klesnout pod 20 % celkového energetického příjmu, což je cca 45 g za den[9].

4.4 Obohacování margarínů a roztíratelných jedlých tuků

Historie obohacování margarínů vitaminy začíná v Evropě r. 1916 (Anglie, Nizozemí, Dánsko). Snahou je přiblížit vitaminovou hodnotu margarínů vitaminové hodnotě másla. Ve 30 státech je obohacování margarínů povinné. V naší republice se margarín začal obohacovat v roce 1956 koncentráty rybích tuků na obsah 25 000 mezinárodních jednotek (m. j.) vitamínu A/kg tuku tj. 8 600 mg vitamínu A/kg. [6].

Při výrobě rostlinných tuků se používají emulgátory, které zajišťují margarínům požadované vlastnosti, jako jsou stabilita, textura a chuť[31]. Jedná se o stejné látky, které vznikají při odbourávání tuků v lidském organizmu[18]. Dokáží spojit jinak neslučitelné látky, jakými jsou voda a olej[10]. Molekuly emulgátorů mají na jednom konci hydrofilní skupinu (která se váže na vodu) a na druhém konci hydrofobní skupinu (váže se s olejem). Svými vlastnostmi umožňují, aby voda a olej byly vzájemně dispergovány za tvorby stabilních homogenních a hladkých emulzí[31]. Velmi často se používá lecitin, který je známý svým pozitivním účinkem na mozkové funkce a játra[2]. Původně byl rostlinný lecitin pouze náhradou vaječného lecitinu. 8]. Zpočátku měly margaríny nevýhodu při pečení oproti máslu, protože obsahovaly pevný podíl mléčných kaseinů, které se spalovaly za doprovodu nepříjemného zápachu. Z tohoto důvodu byl do margarínů přidáván lecitin z vaječného žloutku jako emulgátor, později byl nahrazen chuťově neutrálním sójovým lecitinem. Nové výrobní technologie podstatně zvýšily kvalitu, která ale směřovala od přírodního sójového lecitinu ke speciálním frakcím lecitinu. Tím pak byla zvýšena i odolnost proti oxidaci a stabilita. Přidávat lecitin lze jen ve spojení s povrchově aktivními látkami, jako jsou koncentráty sójových proteinů[8].

Antioxidanty jsou díky ochraně lidského organismu před škodlivými účinky volných radikálů rovněž vítanou součástí margarínů[10]. Hrají důležitou úlohu při zajišťování, aby si naše potraviny zachovaly svojí chuť a barvu a byly požitelné po delší dobu. Zvláště důležité je jejich funkce při zabránění oxidace tuků a výrobků obsahujících tuk[31].

Mezi mikroingredience patří také barviva, aromata a ochucující látky, které se do rostlinných tuků přidávají, jsou přírodní nebo přírodně identické. Do rostlinných tuků s vysokým obsahem vody se musejí přidávat konzervační látky, aby nedošlo k mikrobiální zkáze. Spotřebitel, který se konzervantů obává, může konzumovat rostlinné tuky s vyšším obsahem tuku, kam se konzervační látky většinou nepřidávají[18].

Tuky a oleje ztrácejí při zpracování a rafinaci část přirozených doprovodných látek, mezi něž patří i vitaminy[6]. Podle účelu použití se proto některé druhy tuků a olejů upravují přidávkem vitaminů A, D, E popř. i C na doporučená množství podle zásad správné výživy. K obohacování vitaminem D se přistoupilo až po zdokonalení analytické metody na kontrolu obsahu tohoto vitaminu a po zdokonalení technologie, aby nedocházelo k rizikovému předávkování tímto vitaminem. V České republice se také margaríny obohacují některými vitaminy skupiny B (thiamin, riboflavin, pyridoxin, kyselina listová, vitamin B12). Je popsán i stav při obohacování margarínů rostlinnými steroly jako prevence cholesterolemie[6]. Rovněž je často výrobcem dodáván antioxidant vitamin E, takže rostlinný tuk pak spotřebiteli pomáhá dosáhnout doporučených denních dávek těchto vitaminů[13]. Důvodem pro přidávání vitaminu A bylo, že margaríny, které přirozeně neobsahují vitamin A, se začaly preferovat před konzumací másla, které v naší stravě bylo zdrojem tohoto vitaminu[13]. Proto se postupně na celém světě stalo samozřejmým přibližovat vitaminovou hodnotu margarínu vitaminové hodnotě másla, a to ve většině zemí obohacovat nejen vitaminem A, ale i vitaminem D[13]. Metodu obohacení margarínu Sana (pozdější název Vita] vitaminy vypracoval VÚPP v roce 1956. Jednalo se o obohacení vitaminem A i D. Přidávání vitaminu D nebylo však hlavním hygienikem povoleno, protože vitamin D je toxický přibližně při 5 násobném množství denní doporučené dávky[13]. Stanovení vitaminu D chemickou a fyzikálně chemickou metodou nebylo možné, neboť přítomnost vitaminu A ve větším než 5 násobném množství neumožnila při tehdejšího přístrojovém vybavení stanovení vitaminu D. Jediná spolehlivá metoda byla metoda biologická, která však poskytla výsledky až přibližně po jednom měsíci, ale skladovací doba margarínu byla 2 týdny, diskontinuální výroba margarínu a způsob dávkování nevyloučily případné omyly v dávkování vitaminu do každé šarže[13].

V naší republice se podařilo prosadit obohacování vitamínem D až v roce 1991. Dnes je vypracovaná spolehlivá metoda na stanovení vitamínu D metodou HPLC, a to v jednom dni[13]. Podle mezinárodní normy Codex Alimentarius se na konci 60. let minulého století v naší republice začaly margaríny obohacovat 300 mg vitamínu E/kg tuku a 30 000 m. j. vitamínu A/kg tuku. V 80. letech minulého století se zavedlo barvení margarínu přídavkem β -karotenu, což znamenalo současně též zvýšení nutriční hodnoty[13]. Pro lepší stabilitu se začal přidávat askorbyl palmitát. Tento způsob byl před několika lety opuštěn[13]. V devadesátých letech minulého století se po několika letech obnovilo přidávání vitamínu E. Primární funkcí vitamínu E je antioxidační ochrana tělních tkání[3]. Chrání lipidy a lipoproteiny biologických membrán svalů, nervů a kardiovaskulárního systému před oxidací, pomáhá prodlužovat životaschopnost červených krvinek a umožňuje lidskému organismu optimální využití vitamínu A[3].

V některých zemích se přidává i vitamin C, protože však není rozpustný, přidává se ve formě esterů mastných kyselin[6].

Tab. 6. Obsah vitamínu v některých českých roztíratelných tucích (zdroj: [13])

Vitamin	Obsah vitamínu (mg/100g)
A	0,5-0,9
D	2,5-7,5°
E	4,0-37,5
B ₁	0,37
B ₂	0,42
B ₆	0,53-2,0
B ₁₂	0,24-2,0°
Kyselina listová	0,05-0,4°

°ug/100g

Jeden z velkých zdravotních problémů na celém světě jsou kardiovaskulární onemocnění. Zjistilo se, že jednou z příčin může být vyšší obsah homocysteinu v krvi. K jeho zvýšení dochází u osob, které mají deficit kyseliny listové, vitamínu B₆ a B₁₂. Nedostatek kyseliny listové může způsobit u těhotné ženy poruchu – defekt nervové trubice u novorozence a proto dnes, postupně od r. 1998, už 25 států

obohacuje povinně bílou mouku, resp. bílé pečivo kyselinou listovou. V naší republice se k tomuto obohacování dosud nepřistoupilo, ale nově, od srpna 2004, je na našem trhu margarín se zvýšeným obsahem vybraných vitaminů skupiny B (viz tab. 6). Je to alespoň první krok k možnosti zlepšení zdravotní situace v naší republice[13].

Každý druh rostlinného tuku má trochu jiné složení. Výrazně odlišná je ovšem receptura na Crème Bonjour, který obsahuje tvaroh i máslo, takže jiná je i technologie výroby. Každopádně jsou při výrobě rostlinného tuku nejdříve smíchány ingredience rozpustné v oleji (jako jsou vitaminy nebo emulgátory), poté se míchají látky rozpustné ve vodě a následně jsou obě emulze smíchány dohromady při teplotě 60°C[13].

4.5 Změny tuků při technologické úpravě

Úkolem moderní technologie je upravit přípravu pokrmu tak, aby ve výsledku obsahoval co nejméně tuku a aby se tuk při přípravě co nejméně rozkládal, protože rozkladné produkty jsou zdravotně nežádoucí[15]. Podle toho, zda pokrmy vaříme, dusíme nebo smažíme, vždy vystavujeme přidaný tuk nebo olej nejruznějším stupňům tepla. Pro vlastnosti je rozhodující zejména složení mastných kyselin. Je směrodatné pro to, zda olej nebo tuk zůstanou při použití stabilní, nebo jsou příliš citlivé[30]. Oleje, které jsou bohaté na vícenásobně nenasycené mastné kyseliny, nelze používat, protože se tyto mastné kyseliny za přítomnosti kyslíku a horka ničí nebo dochází ke změně jejich chemické struktury[24]. Ke smažení jsou nejvhodnější takové tuky nebo oleje, které se skládají hlavně z nasycených popř. jednoduchých nenasycených mastných kyselin, jako např. olivový olej, avokádový olej nebo slunečnicový olej[30]. Nasycené mastné kyseliny jsou chemicky mnohem méně aktivní, ale nejsou tak cenné pro lidskou stravu jako nenasycené mastné kyseliny[23]. Máslo a margarín nejsou vhodné ani ke smažení ani ke fritování, protože mléčná bílkovina, která se v nich vyskytuje, se přepaluje a navíc jsou nenasycené mastné kyseliny v margarínu rovněž velmi citlivé na vysoké teploty[30]. Při smažení se tuk zahřívá na teploty 150-200°C[10]. Vlastní smažení se provádí dvěma způsoby: smažení na tenké vrstvě tuku a smažení na tlusté vrstvě oleje[15]. Při smažení probíhají tyto reakce: hydrolytické procesy nastávají účinkem horké

páry, která se uvolňuje ze smažené potraviny po vnoření do rozpáleného tuku. Vznikají volné mastné kyseliny, které se ve značné míře adsorbují na smaženou potravinu nebo unikají do ovzduší[10]; oxidační procesy jsou při teplotě smažení velmi rychlé. Kyslík rozpuštěný v tuku se však rychle spotřebuje, oxidace se zpomaluje. Jestliže ale tuk začne pěnit, zvýší se styčná plocha mezi tukem a vzduchem, kyslík difunduje ze vzduchu do tuku a rychlost oxidace se zase zvyšuje[10]; polymery obvykle vznikají tehdy, jestliže se v systému vytvoří volné radikály, proto polymerační reakce obvykle provázejí izomerační reakce při extrémním záhřevu a vznik cyklických mastných kyselin[11]; pyrolytické procesy (např. dehydratace) produktů oxidace nebo jejich reakce s proteiny přispívají ke vzniku sensoricky aktivních látek[10].

ZÁVĚR

Suroviny i podmínky výroby rostlinných tuků byly v minulosti zcela odlišné od soudobých. Například nedostatek másla i surovin rostlinného původu za války způsobil, že byly využívány druhořadé suroviny. Technologická vybavení výrobních závodů byla jednoduchá, odpovídající době. Výsledkem byl produkt nižší kvality i užitných vlastností. Současné výrobky nelze srovnávat s těmi, které se vyráběly před deseti lety, natož s výrobky z doby válečné. Vědecké poznatky odhalují neustále nové možnosti a výroba je těsně následuje. Vedle rozvoje technologií je v popředí zájmu i otázka výživy. Užitné vlastnosti novodobých rostlinných tuků jsou přizpůsobeny účelu jejich použití. Pomazánkové tuky musí být především roztíratelné ihned po vyjmutí z chladničky, tuky na smažení a fritování stabilní při vyšších teplotách apod. Ve srovnání s minulostí se rovněž zlepšily chuťové vlastnosti výrobků. Nabídka na trhu je z tohoto pohledu velmi široká.

Transizomery mastných kyselin jsou důležitým výživovým faktorem jedlých tuků. Do potravinového řetězce mohou dostávat trojím způsobem. Je to jednak enzymová hydrogenace v bachoru přežvýkavců, dále průmyslový proces – částečná nebo parciální hydrogenace olejů použitých při výrobě margarínu a případně velmi vysoká teplota při dezodoraci olejů. Při výskytu trans nenasycených mastných kyselin vědci předpokládají, že se člověk za mnoho tisíciletí jejich konzumu dokázal částečně adaptovat. Nelze proto tvrdit, že každá trans kyselina je škodlivá, ale záleží na jejich chemické struktuře. Doposud neexistují vědecky potvrzené rozdíly v konzumaci transizomerů mastných kyselin vzniklých přírodním způsobem či při průmyslovém zpracování. Konzumace transizomerů mastných kyselin na úrovni 2% z celkového energetického příjmu představuje zvýšení rizika výskytu kardiovaskulárních chorob o 25%.

Důvody zavádění nových technologií pro zvýšení kvality výroby margarínu jsou následující:

- zajištění žádoucích reologických vlastností margarínu, jako je jeho roztíratelnost a konzistence,
- snížení obsahu nasycených mastných kyselin, které zvyšují hladinu krevních tuků a cholesterolu,

nahrazení hydrogenace, při které vznikaly trans mastné kyseliny frakcionací nebo přeesterifikací,

vyrobení produktů s nižším obsahem tuku v souvislosti s bojem proti obezitě,

zajištění požadovaných vlastností margarínu při technologické úpravě a zvýšení jeho stability a odolnosti proti oxidaci přidáním lecitinu, který má pozitivní účinek na mozkové a jaterní funkce,

obohacování vitaminy A, D, E, C, B, jelikož při zpracování ztrácejí oleje a tuky přirozené doprovodné látky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY*Literární zdroje*

- [1] HAMILTON, R., HAMILTON, S.: *Lipid Analysis*, Oxford University Press, 1992. 310 s. ISBN 0-19-963099-2.
- [2] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D.: *Potravinářská biochemie I*. 1. Vyd. UTB Zlín, 2005, 168 s. ISBN 80-7318-295-5.
- [3] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P.: *Potravinářská biochemie III*. 1. Vyd. UTB Zlín, 2006, 123 s. ISBN 80-7318-396-x.
- [4] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I.: *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, 1. vyd. UTB Zlín, 2005. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [5] KADLEC, P. a kolektiv : *Technologie potravin II*, VŠCHT Praha, 2008. ISBN 978-80-7080-510-7
- [6] KARLBERGER, J.: *Technologie tuků a kosmetiky III*, SNTL - nakladatelství technické literatury, 1980. 174 s. ISBN 04-813-80.
- [7] MIN, D., SMOUSE, T.: *Flavor Chemistry of Fats and Oils*, American Oil Chemists' Society, 1985. 309 s. ISBN 0-935315-12-8.
- [8] McWHIRTER, A., CLASENOVÁ, L.: *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*, 1. vyd. Reader's Digest Výběr, 1998. 400 s. ISBN 80-902069-7-2.
- [9] NOVÁK, V., BUŇKA, F.: *Základy ekonomiky výživy*, 1. vyd. UTB Zlín, 2005. 119 s. ISBN 80-7318-262-9.
- [10] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M.: *Chemie potravin*, 1. Vyd. MIKADAPRESS s.r.o., 2006. 162 s. ISBN 80-7013-435-6.
- [11] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 1*, 1. vyd. OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-3-7.

Časopisy

- [12] BERGER, K. Jedlé tuky bez trans-nenasycených mastných kyselin. *Výživa a potraviny*, 2007, č. 1, s. 25.

- [13] BLATTNÁ, J., BRÁT, J., DOSTÁLOVÁ, J. Obohacování margarínů a roztíratelných jedlých tuků v ČR. *Výživa a potraviny*, 2005, č. 5, s. 114 – 115.
- [14] BRÁT, J., DOSTÁLOVÁ, J. Rozhoduje celkové složení tuků. *Výživa a potraviny*, 2007, č. 5, s. 130 – 133.
- [15] BRÁT, J., SAHÁNEK, M., ŠEDIVÁ, A., PARKÁNYIOVÝ, J., PANOVSKÁ, Z. Vliv technologie smažení na obsah a změny tuku. *Výživa a potraviny*, 2005, č. 6, s. 142 – 143.
- [16] BRÁT, J., JIROUŠEK, A. Margaríny včera, dnes a zítra. *Výživa a potraviny*, 2008, č. 5.
- [17] BRÁT, J. Transizomery mastných kyselin. *Výživa a potraviny*, 2004, č. 6, s. 144 – 146.
- [18] DOSTÁLOVÁ, I. Máslo nebo rostlinné roztíratelné tuky?. *Výživa a potraviny*, 2008, č. 1, s. 8.
- [19] DOSTÁLOVÁ, J., BRÁT, J., DOLEŽAL, M., LUKEŠOVÁ, D., BAREŠOVÁ, A., MALZEROVÁ, B. Složení mastných kyselin tuků na pečení a smažení a tuku v bramborových hranolcích. *Výživa a potraviny*, 2008, č. 4, s. 100 – 101.
- [20] KUBOV, S. The influence of positional distribution of fatty acids in native, interesterified and structure-specific lipids on lipoprotein metabolism and atherogenesis. *Elsevier Science Inc*, 1996, s. 530 – 541.
- [21] NORAINY, I. – MISKANDAR, M. S. Utilization of palm oil and palm products in shortenings and margarines. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2007, s. 422 – 432.
- [22] POKORNÁ, I., FILIP, V. Olivový olej. *Výživa a potraviny*, 2007, č. 6, s. 142 – 144.
- [23] POKORNÝ, J. Nasycené mastné kyseliny v tucích: nepůsobí všechny stejně. *Výživa a potraviny*, 2006, č. 4, s. 91 – 92.
- [24] POKORNÝ, J. Výskyt, tvorba a význam trans nenasycených mastných kyselin v naší stravě. *Výživa a potraviny*, 2004, č. 5, s. 12.

- [25] TÝM KaKa CZ. Tuky v praxi potravinářské výroby. *Potravinářská revue*, 2008, č. 4, s. 39.
- [26] vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, ve znění pozdějších předpisů
Elektronické zdroje
- [27] *Agrární www portál: Margaríny včera, dnes a zítra* [online]. [cit. 2009-3-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.agris.cz/detail.php?id=162343&iSub=518/>>
- [28] *Antioxidanty, flavonoidy*: [online]. [cit. 2009-3-28]. Dostupný z WWW: <http://www.darius.cz/archeus/LU_antiox.html/>
- [29] *Bezpečnost potravin: Žluknutí* [online]. [cit. 2009-4-4]. Dostupný z WWW <:<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76817/>>
- [30] *Čas naplněný chutí: Oleje* [online]. [cit. 2009-4-5]. Dostupný z WWW <:<http://www.vomfass.cz/oleje.html/>>
- [31] *Evropská rada pro informace o potravinách: Emulgátory ve výrobě potravin* [online]. [cit. 2009-4-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.eufic.org/article/cs/page/FTARCHIVE/artid/emulgatory-vyrobe-potravin/>>
- [32] *Historie margarínu* [online]. [cit. 2009-4-5]. Dostupný z WWW: <<http://dadala.hyperlinx.cz/mas/masr0007.html/>>
- [33] *Konopa občanské sdružení: Konopný olej* [online]. [cit. 2009-3-8]. Dostupný z WWW: <<http://www.konopa.cz/index.php?dok=0108000000228,det/>>
- [34] *Laboratoř potravinářských a biochemických procesů: Reologické vlastnosti tukových procesů* [online]. [cit. 2009-3-9]. Dostupný z WWW: <http://www.vscht.cz/tmt/studium/lpbbp/Reologie_tukovych_vyrobku809.pdf />
- [35] *Olej z řepky jako elixír života* [online]. [cit. 2009-3-28]. Dostupný z WWW: <http://www.zdravykorinek.cz/data/sharedfiles/pro_media/Olej_z_repky_jako_elixir_zivota.doc/>

- [36] *Technologie tuků, olejů a detergentů* [online]. [cit. 2009-3-8]. Dostupný z WWW: <http://kalch.upce.cz/add_on/potech5.pdf/>
- [37] *Vesmír: Margaríny a ateroskleróza* [online]. [cit. 2009-4-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.vesmir.cz/clanky/clanek/id/6956/>>
- [38] *Výuka předmětu Potraviny a výživa užitím ICT: Tuky* [online]. [cit. 2009-4-7]. Dostupný z WWW: <<http://vladahadrava.xf.cz/tuky.html/>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TAG	Triacylglycerol
VÚPP	Výzkumný ústav potravinářského průmyslu
TFA	Trans mastné kyseliny
SAFA	Nasycené mastné kyseliny
MUFA	Monoenové mastné kyseliny
PUFA	Polyenové mastné kyseliny
HPLC	Vysokoučinná kapalinová chromatografie
IMACE	Národní evropská margarínová asociace
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě
HDL	lipoproteiny o vysoké hustotě
VLDL	lipoproteiny o velmi nízké hustotě
VHDL	lipoproteiny o velmi vysoké hustotě

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Struktura TAG: MK -mastná kyselina (zdroj: [20])..... 16

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Názvosloví nasycených mastných kyselin (zdroj: [11])	14
Tab. 2. Názvosloví nenasycených mastných kyselin (zdroj: [11])	15
Tab. 3. Obsah sterolů v surových rostlinných olejích (zdroj: [13]).....	21
Tab. 4. Přehled složení tuků prodáváných na trhu České republiky (zdroj: [14]).....	22
Tab. 5. Tukové suroviny používané v margarínech v různých obdobích historického vývoje (zdroj: [16])	34
Tab. 6. Obsah vitamínu v některých českých roztíratelných tucích (zdroj: [13]).....	40