

# **Vliv rafinace na kvalitativní parametry a stabilitu rostlinných olejů lisovaných za studena**

Bc. Eva Okénková

---

Diplomová práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav potravinářského inženýrství a chemie  
akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Eva OKÉNKOVÁ**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a ekonomika výroby tuků, detergentů  
a kosmetiky**

Téma práce: **Vliv rafinace na kvalitativní parametry a stabilitu  
rostlinných olejů lisovaných za studena**

Zásady pro vypracování:

1. Vymezte místo jedlých olejů v rámci skupiny lipidů.
2. Popište možnosti sledování kvalitativních parametrů olejů z analytického a výživového hlediska.
3. Charakterizujte skupinu panenských olejů a uveďte možnosti jejich rafinace.
4. Vhodnými metodami proveďte srovnání stability vzorků olejů bez rafinace a po rafinaci za různých podmínek.
5. Získané výsledky vyhodnoťte a na jejich základě formulujte závěry a praktická doporučení.



Rozsah práce:  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:  
**Dle doporučení vedoucího DP.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Valášek, CSc.**  
Ústav potravinářského inženýrství a chemie  
Datum zadání diplomové práce: **10. října 2005**  
Termín odevzdání diplomové práce: **31. května 2006**

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006

  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*děkan*



  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

### *Abstrakt česky*

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv rafinace na stabilitu olejů skladovaných při různých podmínkách. Rafinace jako proces zlepšování kvality a stability olejů měla vliv pouze při rozvoji čísla kyselosti. U ostatních kvalitativních znaků nebyl vliv rafinace statisticky zaznamenán. V průběhu skladování došlo k významným změnám u peroxidového čísla, což bylo zapříčiněno vznikem oxidačních produktů. U ostatních sledovaných znaků nebyla zaznamenána žádná výraznější změna.

### *Abstrakt ve světovém jazyce*

The aim of my diploma thesis was to find out the influence of refining on the stability of oils stored under various conditions. The refining as an oil quality and stability improvement process had an influence only during the neutralization number development. In other qualitative parameters the influence of refining was not statistically noted. During storing significant changes of peroxide value were noted which was caused by oxidizing products formation. No significant changes of other monitored parameters were noted.

Tímto děkuji vedoucímu diplomové práce ing. Pavlu Valáškoví, CSc. za neustálý zájem, který věnoval mé práci a za cenné rady a připomínky. Děkuji firmě Slovmlýn s. r. o. Velká nad Veličkou za poskytnutí vzorků a chemikálií. Děkuji ing. Františkovi Buňkovi, PhD. za pomoc při statistickém vyhodnocení diplomové práce a také všem zaměstnancům UPICH za rady a připomínky.

<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>I. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 LIPIDY .....</b>	<b>11</b>
1.1 KLASIFIKACE LIPIDŮ PODLE CHEMICKÉHO SLOŽENÍ.....	11
1.1.1 Mastné kyseliny a jejich mýdla.....	11
1.1.2 Homolipidy.....	16
1.1.3 Heterolipidy.....	17
1.1.4 Komplexní lipidy.....	17
1.1.5 Doprovodné látky lipidů.....	18
<b>2 BIOCHEMIE A FYZIOLOGIE LIPIDŮ .....</b>	<b>23</b>
2.1.1 Syntéza a odbourávání lipidů v organismech.....	23
2.1.2 Úloha esenciálních mastných kyselin.....	24
2.1.3 Lipidy ve výživě člověka .....	25
<b>3 ROSTLINY POUŽÍVANÉ K VÝROBĚ OLEJŮ .....</b>	<b>26</b>
3.1.1 Slunečnice roční.....	26
3.1.2 Pěstitelská technologie pro slunečnici roční.....	27
3.1.3 Řepka olejka .....	28
3.1.4 Pěstitelská technologie pro řepku olejku.....	29
<b>4 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE PRO OLEJE LISOVANÉ ZA STUDENA .....</b>	<b>31</b>
4.1 PŘÍPRAVA SEMEN A PLODŮ NA LISOVÁNÍ.....	33
4.1.1 Sušení semen a plodů .....	33
4.1.2 Čištění semen a plodů.....	34
4.1.3 Odslupkování.....	34
4.1.4 Drcení a mletí semen a plodů.....	35
4.1.5 Klimatizace olejnin.....	36
4.2 LISOVÁNÍ.....	37
4.2.1 Čištění vylisovaného oleje .....	38
4.2.2 Úprava šrotů.....	38
4.2.3 Regenerace rozpouštědla.....	39
4.3 RAFINACE OLEJŮ.....	40
4.3.1 Odslizování.....	41
4.3.2 Odkyselování .....	41
4.3.3 Bělení .....	43
4.3.4 Deodorace .....	44
<b>5 ANALÝZA TUKŮ.....</b>	<b>45</b>
5.1 TUKOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	47
5.1.1 Charakteristiky neoxidovaných tuků.....	47
5.1.2 Charakteristika oxidovaných a tepelně změněných tuků.....	48
5.2 STANOVENÍ CELKOVÉHO TUKU .....	49
5.2.1 Soxhletova extrakční metoda .....	49
5.2.2 Acidobutyrometrické stanovení tuku .....	49
5.2.3 Stanovení nezmýdelnitelného podílu .....	49
<b>II. PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>51</b>

<b>6</b>	<b>USPOŘÁDÁNÍ ANALÝZ</b> .....	<b>52</b>
6.1	POUŽITÉ MATERIÁLY .....	52
6.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A POMŮCKY .....	53
6.2.1	Seznam použitých chemikálií.....	53
6.2.2	Použité laboratorní pomůcky.....	54
6.3	POSTUP PRÁCE .....	55
6.3.1	Číslo kyselosti.....	55
6.3.2	Číslo zmýdelnění.....	55
6.3.3	Jodové číslo .....	56
6.3.4	Peroxidové číslo.....	56
6.4	VÝSLEDKY A DISKUSE .....	58
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>74</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>76</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>79</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>80</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>81</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>82</b>

## ÚVOD

Tuky jsou jednou ze základních stavebních složek lidského těla. Plní také řadu nezbytných funkcí – jsou rozpouštědly pro vitaminy A, D, E, K, jsou zásobárnou energie, jsou důležitou stavební součástí buněčných membrán. Tuky patří spolu se sacharidy a bílkovinami mezi tři základní živiny. Mají význam i při přípravě pokrmů a kromě toho, že zlepšují jejich sensorické vlastnosti. V některých případech mohou dodávat hladkou, krémovou konzistenci a látky, které jídlu propůjčují charakteristickou chuť a vůni.

Z literatury je patrné, že zvýšená konzumace tuků a jejich nevhodná skladba ve stravě, tedy zvýšený podíl nasycených mastných kyselin a cholesterolu vede k obezitě, srdečním chorobám a může zvyšovat i riziko rakoviny tlustého střeva. Tento názor je spojován především s tuky živočišného původu.

Rostlinné oleje obsahují převážně nenasycené mastné kyseliny a to zejména kyseliny omega-3 a omega-6. Tyto nenasycené mastné kyseliny mají velký význam ve výživě. Protože lidské tělo si je nedokáže syntetizovat, musí být dodávány v potravě nebo potravinových doplňcích. Nenasycené mastné kyseliny jsou nutné pro tvorbu prostaglandinů (látky podobné hormonům), podporují imunitní systém tím, že snižují rizika infekcí, pomáhají snižovat krevní tlak, zpomalují koagulaci krve, snižují LDL cholesterol.

Spotřeba rostlinných olejů v posledních desetiletích vzrůstá. V celosvětovém měřítku patří k nejvýznamnějším olejninám sója, palma olejná, slunečnice a řepka olejná. Tyto druhy rostlinných olejů jsou nejhojněji zastoupeny také na české trhu. Dalšími významnými olejninami jsou olivy, podzemnice olejná, kokos, bavlník a kukuřičné klíčky. Za jedny z nejkvalitnějších olejů jsou považovány oleje lisované za studena. Tyto oleje nejsou poškozeny některými soudobými zpracovatelskými technikami, které využívají řadu chemických látek. Rostlinné oleje se objevují také jako součást mnoha margarínů.

Spotřeba tuků v České republice patří k nejvyšším na světě. Hlavními zdroji tuků jsou u nás především maso a masné výrobky, vysoký obsah tuků mají také koláče a knedlíky, tedy vše co si můžeme představit pod označením tradiční česká kuchyně.

Ačkoliv se v dnešní uspěchané době konzumuje větší množství rostlinných tuků není ještě jejich konzumace v takovém poměru s živočišnými tuky, aby byl zajištěn dostatečný přísun potřebných nenasycených mastných kyselin.



V poslední době se kolem role tuků ve stravě vede mnoho diskusí a sporů, které zatím nedaly jednoznačnou odpověď na otázku: „Které tuky je vhodnější konzumovat?“ Odpovědi na tuto otázku se velmi často různí. Měl by však existovat určitý vyvážený příjem tuků jak rostlinného, tak živočišného původu.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 LIPIDY

Lipidy nepředstavují jednotně definovanou skupinu sloučenin, tvoří heterogenní skupinu organických látek. Nejčastěji jsou definovány jako estery vyšších mastných kyselin a různých alkoholů, nebo velice blízké podobné deriváty, které se vyskytují v přírodních materiálech. Často se také vymezují i řadou fyzikálně – chemických vlastností jako je jejich rozpustnost ve vodě a v organických rozpouštědlech [1, 2, 3, 4, 19, 20, 21, 35, 38].

Většinou se v praxi za lipidy považují také netěkavé lipofilní sloučeniny, které v přírodních a průmyslových produktech doprovázejí vlastní lipidy. Nazývají se proto doprovodné látky lipidů. Jejich chemická struktura je ale odlišná a často ani vázané mastné kyseliny neobsahují. Do této skupiny doprovodných látek lipidů náleží velké množství sloučenin jako např. steroly, lipofilní vitamíny, barviva, přírodní antioxydanty a jiné lipofilní sloučeniny [1, 2, 3, 4].

### 1.1 Klasifikace lipidů podle chemického složení

Dělení podle chemického složení je dnes nejpoužívanějším způsobem klasifikace lipidů. Podle chemického složení dělíme lipidy do čtyř hlavních skupin [1, 2, 3, 4]:

- mastné kyseliny a jejich mýdla,
- homolipidy,
- heterolipidy,
- komplexní lipidy.

#### 1.1.1 Mastné kyseliny a jejich mýdla

Mastné kyseliny je společný název pro alifatické monokarboxylové kyseliny. Mastné kyseliny jsou hlavní složkou lipidů. Podle názvosloví užívaného v organické chemii se jako mastné kyseliny označují karboxylové kyseliny s alifatickým z uhlovodíkovým řetězcem, ale tato definice se úplně nekryje s mastnými kyselinami přítomnými v lipidech. Proto mezi mastné kyseliny zařazujeme jenom ty, které jsou součástí tuků, tedy ty, které mají v řetězci více než

čtyři uhlíky [1, 2, 3, 4, 19, 36, 37].

Mastné kyseliny jsou děleny podle povahy řetězce a funkčních skupin na [1, 2, 3, 4, 33]:

- nasycené,
- nenasycené.

#### 1.1.1.1 Nasycené mastné kyseliny

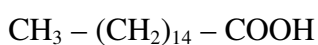
V přírodě se vyskytují jen mastné kyseliny se sudým počtem uhlíků (rostlinné oleje), mastné kyseliny s lichým počtem uhlíků se vyskytují jenom ve stopách, s výjimkou tuků přežvýkavců (hovězí a skopový lůj). Tyto kyseliny mají zpravidla rovný, nerozvětvený řetězec [1, 2, 3, 4].

**Tab. č. I:** Nasycené mastné kyseliny

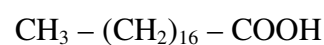
MASTNÁ KYSELINA	POČET C	TRIVIÁLNÍ NÁZEV
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová
dokosanová	22	behenová
tetrakosanová	24	lignocerová
hexakosanová	26	cerotová
oktakosanová	28	montanová

Kyseliny máselná, kapronová a kyprlová jsou kapalného charakteru a všechny ostatní počínaje kyselinou kaprinovou mají pevný charakter [1, 2, 3, 4].

V lipidech potravin jsou hlavními kyselinami většinou palmitová (hexadekanová) a stearová kyselina (oktadekanová). Palmitová kyselina se vyskytuje ve všech živočišných a rostlinných lipidech [1, 2, 3, 4, 33].



palmitová kyselina



stearová kyselina

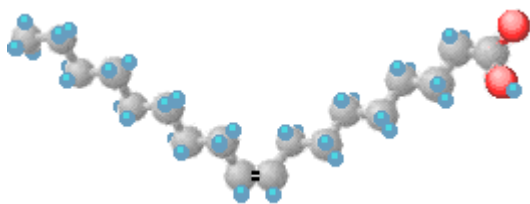
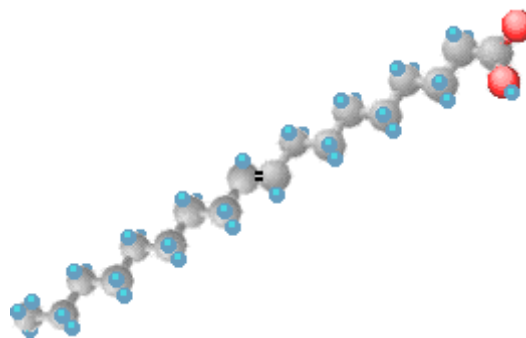
#### 1.1.1.2 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené kyseliny se dělí podle počtu dvojných vazeb na [1, 2, 3, 4]:

- a) monoenové – mají jednu dvojnou vazbu,
- b) polyenové – mají dvě a více dvojných vazeb,
- c) inové – obsahují jednu nebo více trojných vazeb.

#### Monoenové mastné kyseliny

Monoenové mastné kyseliny obsahují jednu dvojnou vazbu a tvoří hlavní složky přírodních lipidů. Mají sudý počet uhlíků a jsou nerozvětvené. Většina má cis konfiguraci a dvojná vazba leží uprostřed řetězce, tzn. vychází z devátého uhlíku [1, 2, 3, 4, 33].

Obr. 1 **Cis**-9-octadecenová kyselina  
(olejová kyselina)Obr. 2 **Trans**-9-octadecenová kyselina  
(elaidová kyselina)**Tab. č. II:** Monoenové mastné kyseliny

MASTNÁ KYSELINA	POČET C	UMÍSTĚNÍ = VAZBY	TRIVIÁLNÍ NÁZEV
dodecenová	12	9 cis	lauroolejová
tetradecenová	14	9 cis	myristoolejová
hexadecenová	16	9 cis	palmitoolejová
hexadecenová	16	9 trans	palmitelaidová
oktadecenová	18	9 cis	olejová
oktadecenová	18	9 trans	elaidová
dokosenová	22	13 cis	eruková

Nejběžněji se vyskytují palmitoolejová (hexadecenová) a olejová kyselina (oktadecenová). Kyselina olejová je vůbec nejrozšířenější kyselinou v olejích a tucích. Nejvíce kyseliny olejové je obsaženo v olivovém oleji, tzv. panenský – přes 70 % dále následuje olej z podzemnice olejné – více než 50 % a olej řepkový – cca 60 %. V poslední době bylo objeveno mnoho dalších monoenových kyselin, ale ty jsou přítomny ve stopách nebo ve větším množství nevýznamných zdrojů lipidů [1, 2, 3, 4].

## Polyenové mastné kyseliny

Polyenové mastné kyseliny obsahují 2 – 6 dvojných vazeb. Většina přírodních mastných kyselin je v cis konfiguraci a nejčastější je pentadienové uspořádání. Kyseliny se čtyřmi a více dvojnými vazbami jsou typické pro rybí oleje. [1, 2, 3, 4, 33].

Mezi těmito kyselinami zaujímají zvláštní místo esenciální mastné kyseliny a to kyselina linolová (cis,cis – 9, 12 oktadekadienová), EPA (eikosapentaenová), DHA (dokosahexaenová) a linolenová (cis, cis, cis – 9, 12, 15 oktadekatrienová). Tyto kyseliny si lidský organismus nedokáže vytvořit a musí být přijímány v potravě [1, 2, 3, 4, 28, 31].

Polyenové kyselina se dělí na [1, 2, 3, 4]:

- $\omega$  – 3 nenasycené mastné kyseliny
- $\omega$  – 6 nenasycené mastné kyseliny

$\omega$  označuje číslo uhlíku, ze kterého vychází dvojná vazba

**Tab. č. III:**  $\omega$  – 3 nenasycené mastné kyseliny

MASTNÁ KYSELINA	POČET C	UMÍSTĚNÍ = VAZBY	TRIVIÁLNÍ NÁZEV
oktadekatrienová	18	9, 12, 15	$\alpha$ - linolenová
eikosapentaenová	20	5, 8, 11, 14, 17	EPA
dokosahexanová	22	4, 7, 10, 13, 16, 19	DHA

**Tab. č. IV:**  $\omega$  – 6 nenasycené mastné kyseliny

MASTNÁ KYSELINA	POČET C	UMÍSTĚNÍ = VAZBY	TRIVIÁLNÍ NÁZEV
oktadekadienová	18	9, 12 cis	linolová
oktadekatrienová	18	6, 9 12 all cis	$\gamma$ - linolenová
eikosatetraenová	20	5, 8, 11, 14 cis	arachidonová
dokosatetraenová	22	7, 10, 13, 16 cis	adrenová

Inové nenasycené mastné kyseliny

Mastné kyseliny s trojnou vazbou se vyskytují vzácně a nemají prakticky velký význam [1, 2, 3, 4].

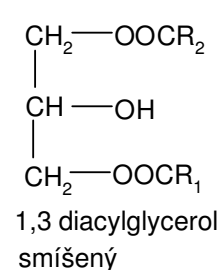
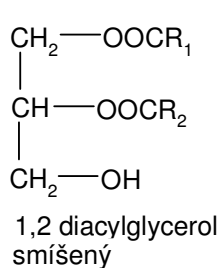
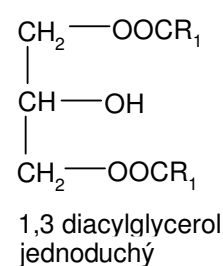
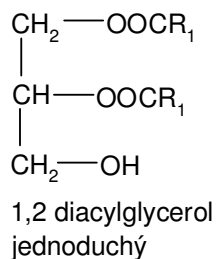
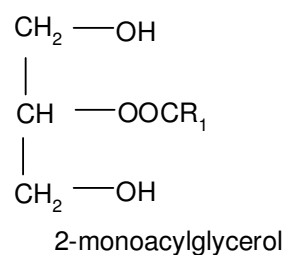
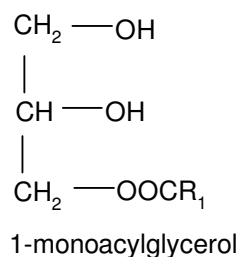
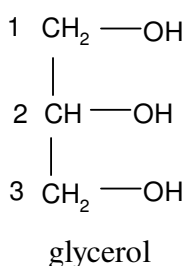
### 1.1.2 Homolipidy

Homolipidy jsou sloučeniny mastných kyselin a alkoholů, a to jak jednofunkčních, tak i vícefunkčních. Tyto sloučeniny mají esterovou povahu. Estery vyšších mastných alkoholů a vyšších mastných kyselin se označují jako vosky [1, 2, 3, 4, 33].

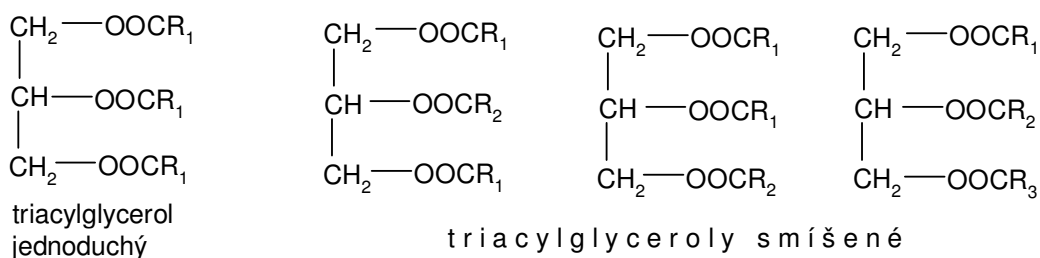
Nejvýznamnější skupinu homolipidů tvoří estery trojsytného alkoholu glycerolu a vyšších mastných kyselin, které se označují jako tuky respektive pravé tuky. Tyto estery jsou technicky nejdůležitějšími, tvoří cca 99 % tuků a olejů. Představují potravinářsky nejvýznamnější lipidy [1, 2, 3, 4].

Podle počtu esterifikovaných hydroxylových skupin glycerolu rozlišujeme [1, 2, 3, 4]:

- triacylglyceroly – esterifikovány jsou všechny OH skupiny glycerolu,
- diacylglyceroly – esterifikovány jsou dvě OH skupiny glycerolu,
- monoacylglyceroly – esterifikována je pouze jedna OH skupina glycerolu.







### 1.1.3 Heterolipidy

Heterolipidy obsahují kromě mastných kyselin a alkoholu ještě další kovalentně vázané sloučeniny [1, 2, 3, 4, 33].

K hlavním typům heterolipidů patří fosfolipidy, obsahují navíc kyselinu fosforečnou. Dalším typem heterolipidů jsou lipamidy, které obsahují mastné kyseliny amidově vázané na aminoalkoholy. Běžně se také vyskytují glykolipidy, které mají jako další složku navázány cukry, častěji bývají vázány na sfingosin než na glycerol [1, 2, 3, 4, 33].

Nejdůležitější skupinou fosfolipidů jsou deriváty fosfatidylu, které se dále dělí podle složek vázaných na zbytek kyseliny fosforečné. Fosfolipidy se vyskytují ve směsích a každý typ fosfolipidu je směs podobných sloučenin lišících se skladbou mastných kyselin [ dále jen MK]. Jsou zastoupeny prakticky ve všech buňkách v různém množství. Ve vodném prostředí umožňují vznik lipidových dvojvrstev, což se uplatňuje v biologických systémech [1, 2, 3, 4].

### 1.1.4 Komplexní lipidy

Komplexní lipidy jsou makromolekulární látky, jejichž lipidová složka je na nelipidovou obvykle vázána vodíkovými můstky nebo jinými fyzikálními vazbami, popřípadě částečně i vazbami kovalentními. Nelipidovým podílem bývá protein, polysacharid, lignin a jiné složky [1, 2, 3, 4, 33].

Nejdůležitějšími komplexními lipidy jsou [18]:

1. lipoproteiny tj. sloučeniny proteinů a lipidů, které se svou rozpustností ve vodné fázi blíží proteinům. Většina tkáňových lipidů je vázána v této formě. Rozhodující roli hrají fosfolipidy, které zabezpečují interakce s bílkovinami [1, 2, 3, 4].

Lipoproteiny dělíme podle velikosti a charakteru podílu lipidové fáze a to na [1, 2, 3, 4]:

- lipoproteiny o nízké hustotě (LDL) – obsahují vysoký podíl lipidů a nízký podíl proteinů.
- lipoproteiny o vysoké hustotě (HDL) – obsahují vyšší podíl proteinů a nižší podíl lipidů .

Lipoproteiny plní v buňkách dvě hlavní funkce [1, 2, 3, 4]:

- jsou stavebními a funkčními složkami membrán buněk,
  - představují transportní systém pro ve vodě nerozpustné látky.
2. komplexní glykolipidy tj. sloučeniny obsahující polysacharidy vázané na lipidovou část fyzikálními vazbami
  3. mukolipidy tj. sloučeniny obsahující N-acetyl- nebo N-glykoyl-neuraminovou kyselinu, a obvykle také různé polysacharidy nebo oligosacharidy. Patří sem např. sialoglykosfingolipidy, gangliosidy (přítomné v nervové tkáni).

### 1.1.5 Doprovodné látky lipidů

Tukové suroviny obsahují ještě další lipofilní látky tzv. lipoidy, které při izolaci společně přecházejí s lipidy. Nazývají se doprovodné látky lipidů [1, 2, 3, 4].

Mezi doprovodné látky lipidů patří [1, 2, 3, 4]:

- vyšší uhlovodíky,
- vyšší primární a sekundární alkoholy,
- lipofilní barviva,

- lipofilní vitamíny,
- přírodní antioxidanty.

#### 1.1.5.1 Vyšší uhlovodíky

Uhlovodíky jsou významné především jako součásti vosků, kde mohou tvořit více jak 10 % jejich obsahu. Do olejů nebo tuků se dostanou jako nečistoty tzv. kutikulárních vosků. Jedná se nejčastěji o n – alkany s lichým počtem uhlíků (15 – 30) [1, 2, 3, 4].

Jejich kvalitativní a kvantitativní zastoupení je pro různé oleje charakteristické a může být využito k jejich identifikaci (např. slunečnicový olej obsahuje n – alkany C27 – C31). Celkový obsah vyšších uhlovodíků bývá velmi nízký. Tuky mořských živočichů obsahují nasycené, ale i nenasycené uhlovodíky. Kromě alkanů a alkenů obsahují oleje i vyšší terpenové uhlovodíky, z nichž je nejvýznamnější skvalen [1, 2, 3, 4].

#### 1.1.5.2 Vyšší alkoholy

Nejčastějšími alkoholy, které se vyskytují jako doprovodné látky jsou alkoholy s počtem uhlíků C12 – C36. Tyto alkoholy jsou součástí doprovodných vosků. Mohou se ve velmi malých množstvích vyskytovat i jako volné [1, 2, 3, 4].

Jsou-li přítomny nižší nebo sekundární vyšší alkoholy jedná se většinou o oxidační změny tuků [1, 2, 3, 4].

#### 1.1.5.3 Lipofilní barviva

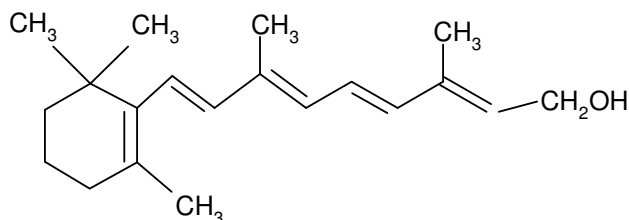
V rostlinných lipidech jsou nejčastějšími barvivy karotenoidy a chlorofylová barviva. Karotenoidy jsou žlutá až červená barviva a jsou asociovány s chlorofyly většinou v chloroplastech. K nejznámějším karotenům patří  $\beta$  – karoten, který je označován jako provitamin A [1, 2, 3, 4]

Chlorofyly jsou zelená barviva, jejichž základem je cyklický tetrapyrol s centrálním atomem hořčíku. V živých buňkách jsou chlorofyly lokalizovány v chloroplastech, kde jsou asociovány s bílkoviny, karoteny a dalšími látkami. Působí jako katalyzátory fotosyntézy [1, 2, 3, 4].

## 1.1.5.4 Lipofilní vitamíny

## Vitamín A

Základní sloučeninou látek zařazovaných do této skupiny je retinol [1, 2, 3, 4].



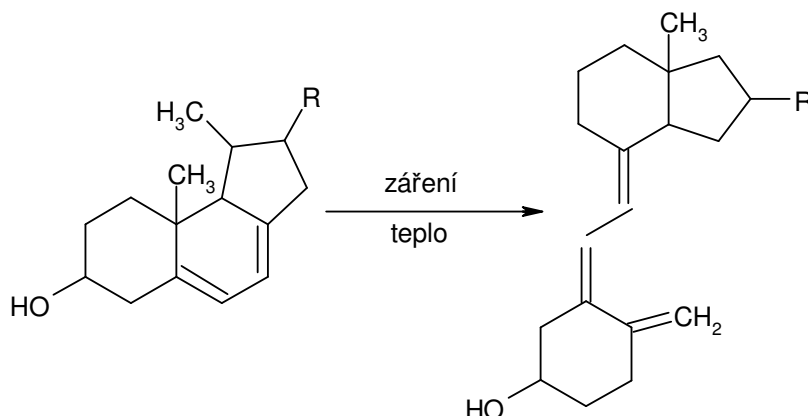
Obr. 3 Vitamín A

Aktivita retinolu vykazuje asi dalších 50 v přírodě se vyskytujících látek, které jsou označovány jako provitamíny. Z nich je nejdůležitější  $\beta$  – karoten a jeho přeměna na retinol je závislá na druhu úpravy zeleniny [1, 2, 3, 4].

Vlastní vitamín A je obsažen v živočišných produktech. Nejbohatším zdrojem jsou vnitřnosti, především játra, dále pak máslo. Oleje a margaríny jsou obohacovány syntetickým vitamínem A [1, 2, 3, 4].

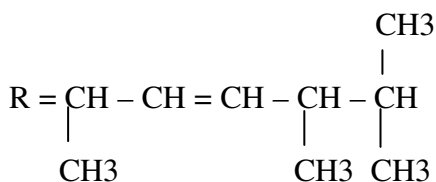
## Vitamín D

Vitamín D je společný název pro skupinu tzv. sekosteroidů, které vznikají působením UV záření na provitamíny D. Jejich základem jsou různé steroidy tzv. kalciferoly, jejichž degradací vznikají vitamíny D.

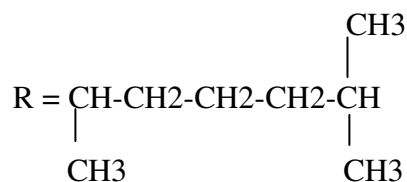


Obr. 4: Vitamín D

Přidává se do olejů a margarínů ve formě ergokalciferolu označovaného jako vitamin D2 nebo cholekalciferolu označovaného vitamín D3 [1, 2, 3, 4].



vitamín D2 ergokalciferol

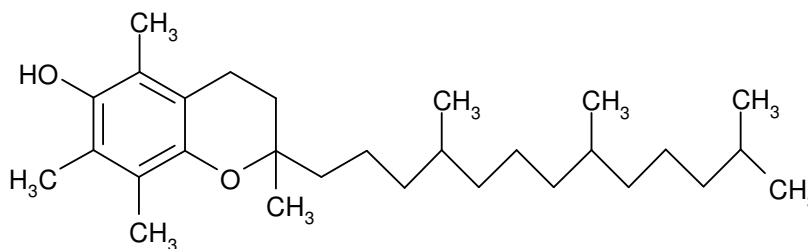


vitamín D3 cholekalciferol

### Vitamín E

Vitamín E je označení pro skupinu látek, které jsou deriváty chromanu. Existují dvě řady sloučenin s terpenoidním zbytkem, které se nazývají tokoferoly nebo tokotrienoly. Nejvýznamnější z těchto sloučenin je  $\alpha$  – tokoferol [1, 2, 3, 4].

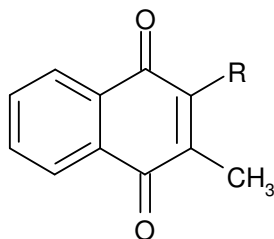
Vitamín E je nejdůležitější antioxidant, který chrání nenasycené lipidy před oxidací. Nachází se především v rostlinných potravinách. Při lisování olejnin přechází do oleje. Rafinací se však jeho obsah snižuje. Nejvíce vitamínu E obsahuje surový slunečnicový olej [1, 2, 3, 4].



Obr. 5 Vitamin E

## Vitamín K

Tento vitamín je označován jako koagulační vitamín. Jedná se deriváty menadionu (2-methyl-1,4-naftochinonu) s nenasycenými isoprenoidními postranními řetězci v poloze 3 [1, 2, 3, 4].



Obr. 6 Vitamín K

## 2 BIOCHEMIE A FYZIOLOGIE LIPIDŮ

Lipidy jsou složkou buněčných membrán a slouží také jako rezerva energie. Jsou energeticky vydatnější než proteiny a sacharidy a při oxidaci uvolňují také značné množství vody [1, 3, 6].

Hlavní biologické funkce lipidů [22]:

- a) zdroj a rezerva energie – hlavní význam spočívá v tom, že nejpočetnější skupina lipidů acylglyceroly mají relativně nejvyšší obsah vodíku z živin.
- b) strukturní funkce – polární lipidy se orientují do mono- a dvojvrstev a vytvářejí tak strukturní jádro biomembrán.
- c) ochranné funkce – část acylglycerolů obaluje některé orgány a chrání je tak před mechanickým poškozením.

### 2.1.1 Syntéza a odbourávání lipidů v organismech

Prvním krokem při odbourávání tuků je hydrolytické štěpení. Tuky přijímané v potravě se počínají štěpit v žaludku žaludeční lipázou a štěpení je dokončeno ve dvanáctníku působením pankreatické lipázy. Vznikají MK a parciální acylglyceroly, které jsou emulgovány žlučovými kyselinami. Rozštěpené produkty procházejí střevní stěnou. Krátké a střední MK jsou po vazbě na albuminy distribuovány do oběhu, zatímco 2-monoacylglyceroly a delší MK jsou po zpětné reesterifikaci ve střevních buňkách zabudovávány do lipoproteinových komplexů, které přecházejí do lymfatického oběhu [1, 3, 6, 22].

Značná část triacylglycerolů [dále TAG] se ukládá v tukové tkáni jako rezerva energie. Tuková tkáň tvoří 20 – 40 % hmotnosti těla a obsahuje více než 40 % tuku. Tuková tkáň je velmi dynamický systém, ve které se tuky neustále tvoří a jsou odbourávány. Menší množství je přítomno v dalších orgánech, jako jsou odpurná tkáň, játra nebo srdce [1, 3, 6].

Lipidy se mohou syntetizovat ze sacharidů přes acetylkoenzym A. Biosyntéza MK probíhá především v cytoplazmě. Z MK se pak syntetizují TAG tak, že se glycerol esterifikuje

a se dvěma molekulami acetylkoenzymu A vytvoří kyselinu fosfatidovou a přechází v TAG [1, 3, 6].

Odbourávání MK probíhá v mitochondriích, a to po dvouuhlíkových jednotkách  $\beta$  – oxidací ve formě acetylkoenzymu A, jedná se o cyklický proces. Odbourávání MK se děje po spirále označované Lynenova spirála. Při  $\beta$  – oxidaci MK se uvolňuje velké množství energie ve formě ATP [1, 3, 6, 22].

Metabolismus lipidů je regulován noradrenalinem, který mobilizuje volné MK v tukové tkáni, a adipokinetickými hormony, jež stimuluje uvolňování MK.

### 2.1.2 Úloha esenciálních mastných kyselin

Hlavní funkcí esenciálních MK je jejich přeměna v prostacykliny. Nedostatek esenciálních MK vede k anomáliím v buněčných membránách a k strukturálním poruchám mitochondrií a mikrosomů [1, 3, 6].

Esenciální MK hrají také důležitou roli při výstavbě tkání. Kyselina linolová má významnou úlohu při dýchání buněk. Velmi důležité jsou esenciální MK také jako prekurzory prostaglandinů [1, 3, 6].

Esenciální MK se snadno oxidují, proto je důležitý dostatečný obsah tokoferolů v potravě. Sloučeniny selenu působí také jako stabilizátory. Oxidační produkty esenciálních MK ztrácejí biologickou účinnost, ale působí také jako antimetabolity. Vzhledem k tomu, že nejsou jasné všechny funkce esenciálních MK, nepodařilo se dosud bezpečně stanovit jejich nezbytnou denní dávku v potravě. Předpokládá se, že u dospělého jedince by esenciální MK měly odpovídat asi 2 % energetického obsahu potravy [1, 3, 6].

Nejdůležitějšími esenciálními MK jsou především kyseliny linolová a  $\alpha$  – linolenová, které si lidský organismus není schopen syntetizovat. V lidském organismu se tyto kyseliny prodlouží a vznikají z nich další kyseliny jako např. kyselina arachidonová [1, 3, 6].

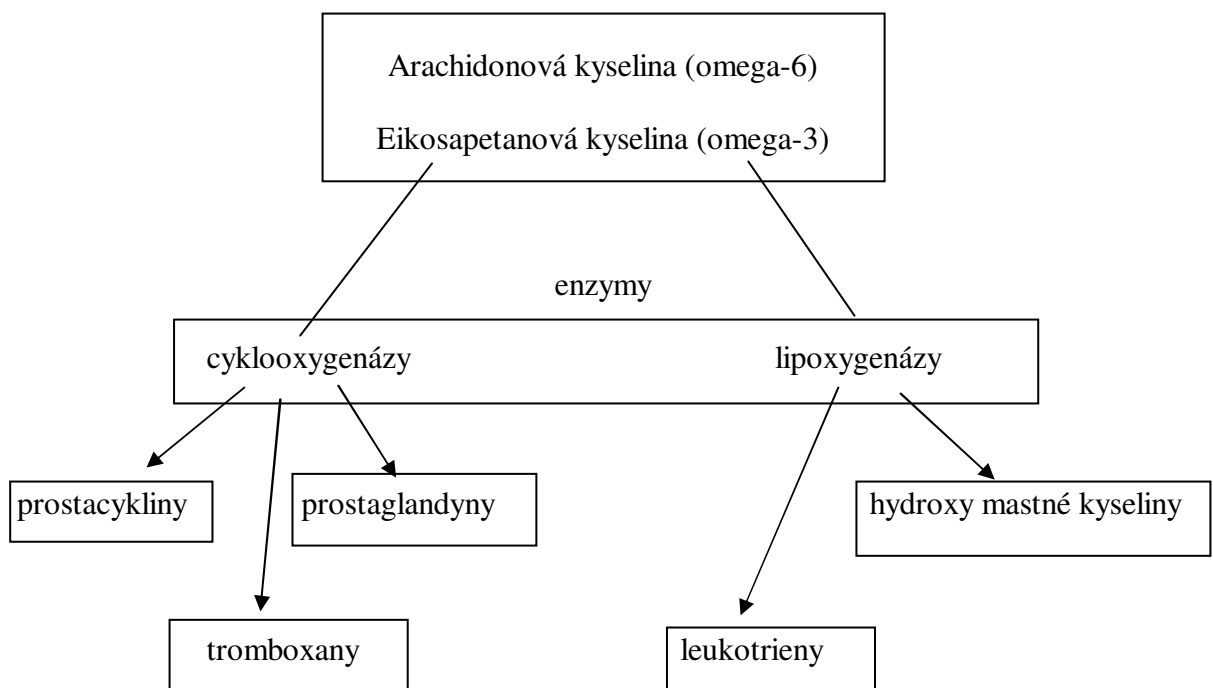


### 2.1.3 Lipidy ve výživě člověka

Tuky a jiné lipidy jsou nezbytnou složkou potravy, v níž slouží nejen jako vydatný zdroj energie, ale i jako zdroj esenciálních MK a v tuku rozpustných vitaminů, jejichž vstřebávání usnadňují [1, 3, 6].

Jako zdroje energie se mohou tuky a sacharidy do určité míry vzájemně zastupovat, proto neexistuje přesná hranice pro denní příjem tuku. Doporučuje se, aby tuk dodával asi 25 – 30 % celkové energie. Tuky přijímané v potravě jsou zpravidla dobře resorbovatelné a využitelné, takže se v průměru více než z 95 % zužitkují [1, 3, 6].

V naší stravě jsou přítomny tuky živočišného i rostlinného původu, některé tuky jsou zjevné (přidávané při přípravě pokrmů), ale zhruba stejné množství představují tuky skryté, obsažené již v surovinách, a to hlavně živočišného původu [1, 3, 6].



obr. 7 Zkrácené schéma metabolismu tuků

### 3 ROSTLINY POUŽÍVANÉ K VÝROBĚ OLEJŮ

Rostliny, které slouží pro výrobu olejů se nazývají olejiny. V celosvětovém měřítku patří k nejvýznamnějším olejninám sója, palma olejná, slunečnice a řepka olejná, které dohromady slouží ke zhruba třem čtvrtinám světové výroby olejů. Jsou nejhojněji zastoupeny i na českém trhu a používají se do směsných olejů [5].

#### 3.1.1 Slunečnice roční

Slunečnice je v současné době běžně pěstována jako jednoletá olejdárná rostlina nebo vytrvalá bylina. Kvete zpravidla v době od srpna do října [5, 8, 9, 10].

Pro olejnatá semena se pěstuje slunečnice roční (*Helianthus annuus*). Hlavním produktem jsou nažky, ve kterých se obsah oleje pohybuje u jednotlivých odrůd od 25 % do 46 % a v jádře od 40 % do 65 % [5, 8, 9, 10].

**Tab. V:** Obsah MK ve slunečnicovém oleji

mastná kyselina	množství %
palmitová	5 – 6
stearová	3 – 5
olejová	18 – 35
linolová	55 – 70
linolenová	stopová množství

Pro dobré chuťové vlastnosti se slunečnicový olej používá k přímému konzumu a v konzervářském průmyslu. Kvalitnější druhy slunečnicového oleje slouží k výrobě ztužených rostlinných tuků, méně kvalitní k výrobě mýdla a olejových barev. Kromě toho se z oleje získává kyselina olejová a karotenoidy. Pokrutiny obsahují přibližně 36 % bílkovin a dostatečné množství oleje. Z popelu lodyh se získává furfural [5, 8, 9, 10].

Nažky slunečnice roční jsou velké, černohnědé. Lodyha je 1 – 2 m vysoká, vyplněna bílou houbovitou dřevinou. Listy jsou oválné, srdčité nebo kopinaté, zoubkované nebo pilovité; dolní

2 – 3 páry jsou vstřícné, ostatní střídavé. Květy jsou v úborech, které mají průměrnou velikost 15 – 40 cm v závislosti na odrůdě. Jazykovité květy na okraji úboru jsou žluté, plod tvoří nažka s kožovitým oplodím, která může být bílá, černá, hnědá, fialová nebo pruhovaná [5, 8, 9, 10].



obr. 8 Slunečnice roční

### 3.1.2 Pěstitelská technologie pro slunečnici roční

Slunečnice je cizosprašná rostlina vyžadující teplo, vláhu a světlo, ale přizpůsobí se i oblastem s nižším tepelným režimem. Avšak v důsledku tepelných výkyvu je porost nevyrovnaný a snižuje se jeho odolnost proti chorobám a škůdcům [5, 8, 9, 10].

V době tvorby úborů vyžaduje slunečnice optimální teplotu 15 – 18 °C, některé odrůdy 20 – 25 °C. Počáteční růst slunečnice je pomalý a do tvorby úborů se vytvoří přibližně 21 % celkové zelené hmoty; od založení úboru do plného vykvetení přibližně 67 %. Nejlépe se daří slunečnici na černozemních půdách a na naplaveninách v údolí řek. Zamokřené nebo silně písčité půdy jsou málo vhodné k jejímu pěstování [5, 8, 9, 10].

Porost slunečnice slouží také jako zdroj kvalitního nektaru pro včely. V České republice se pěstování slunečnice jako polní kultury datuje od první světové války [5, 8, 9, 10].

### 3.1.3 Řepka olejka

Řepka je potravinářskou surovinou pro lidskou výživu, extrahované šrotky jsou významnou součástí krmných směsí. Dnes patří řepka olejka mezi deset nevýznamnějších plodin na světě. V 60. letech minulého století byly vyšlechtěny odrůdy s minimálním obsahem kyseliny erukové, takže řepkový olej ztratil pachut' umělých tuků [5, 11, 12, 13, 27].

Řepka olejka (*Brassica napus L. var. napus*) patří do čeledi brukvovitých. Je to jednoletá 60 – 120 cm vysoká bylina se silným hlavním kořenem. Dolní lodyžní listy jsou lyrovitě peřenosečné, řapíkaté a horní jsou jednoduché, přisedlé. Všechny listy jsou sivozelené a silně ojíňené. Květy tvoří řídké hrozny, jejichž kališní lístky jsou úzce eliptické až kopinaté; koruna je světle žlutá. Plodem řepky jsou češule od větene květenství odstálé v úhlu 45° [5, 11, 12, 13].

**Tab. VI:** Obsah MK v řepkovém oleji

mastná kyselina	množství %
olejová	60
linolová	20
linolenová	10

Semena jsou zpravidla tmavě fialovohnědá až šedočerná a obsahují 45 % oleje, 22 % bílkovin, 8 % vody, 12 % vlákniny a ligninu. Řepkový olej se svými vlastnostmi a složením velmi podobá olivovému oleji. Ve směsi s jinými oleji je využíván jako stolní olej a také jako násada do margarínů [5, 11, 12, 13].

První zmínky o řepce na našem území spadají do období 8. – 10. století., přičemž původní uplatnění jako zeleniny přerostlo ve středověku do oblasti výroby olejů. Nebo pro mydlářství [5, 11, 12, 13].



obr. 9 Řepka olejka

### 3.1.4 Pěstitelská technologie pro řepku olejku

Řepka je rostlina převážně samosprašná, ale s vysokým podílem cizosprašení (30 – 40 %) v závislosti na ročníku a odrůdě. Řepce se daří v celé oblasti mírného pásma a pěstuje se ve dvou formách: jarní a ozimá. V Evropě se pěstuje výhradně ozimá řepka, která má o 30 – 40 % větší výnosy než jarní [5, 11, 12, 13].

Ozimá řepka má v našich podmínkách vegetační dobu 300 – 340 dnů. Řepka je typickou dlouhodobou rostlinou, pro jejíž jarovizaci je vhodnější krátký den. Řepka je indiferentní k půdním podmínkám, nedaří se jí pouze v lehkých písčitých půdách. V podzimním období se vytvoří listová růže (fáze vegetativní) a na jaře se stonek prodlužuje a zakládá se květenství. (fáze generativní). Podíl ozimé řepky je v ČR podle let 90 – 100 % [5, 11, 12, 13].

Pro pěstování řepky je nutný výskyt srážek v době setí (srpen).do nástupu zimy se musí vytvořit silný kořenový systém a listová růžice dosahuje více jak listů. V zimním období jsou vhodné teploty kolem  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , avšak kvalitní porosty nejsou poškozeny ani několika

hodinovými poklesy teplot do  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . vyšší výnosy se dosahují v letech s mírnějšími zimami, případně v letech s teplými zimami [5, 11, 12, 13].

Kvetení porostu zpravidla trvá 20 – 25 dnů a probíhá v květnu. Dvouřadá češule zpravidla obsahuje 15 – 20 semen s hmotností 4,5 – 5,5 g [5, 11, 12, 13].

Porost řepky slouží v jarních měsících jako zdroj pylu a nektaru pro včely [5, 11, 12, 13].

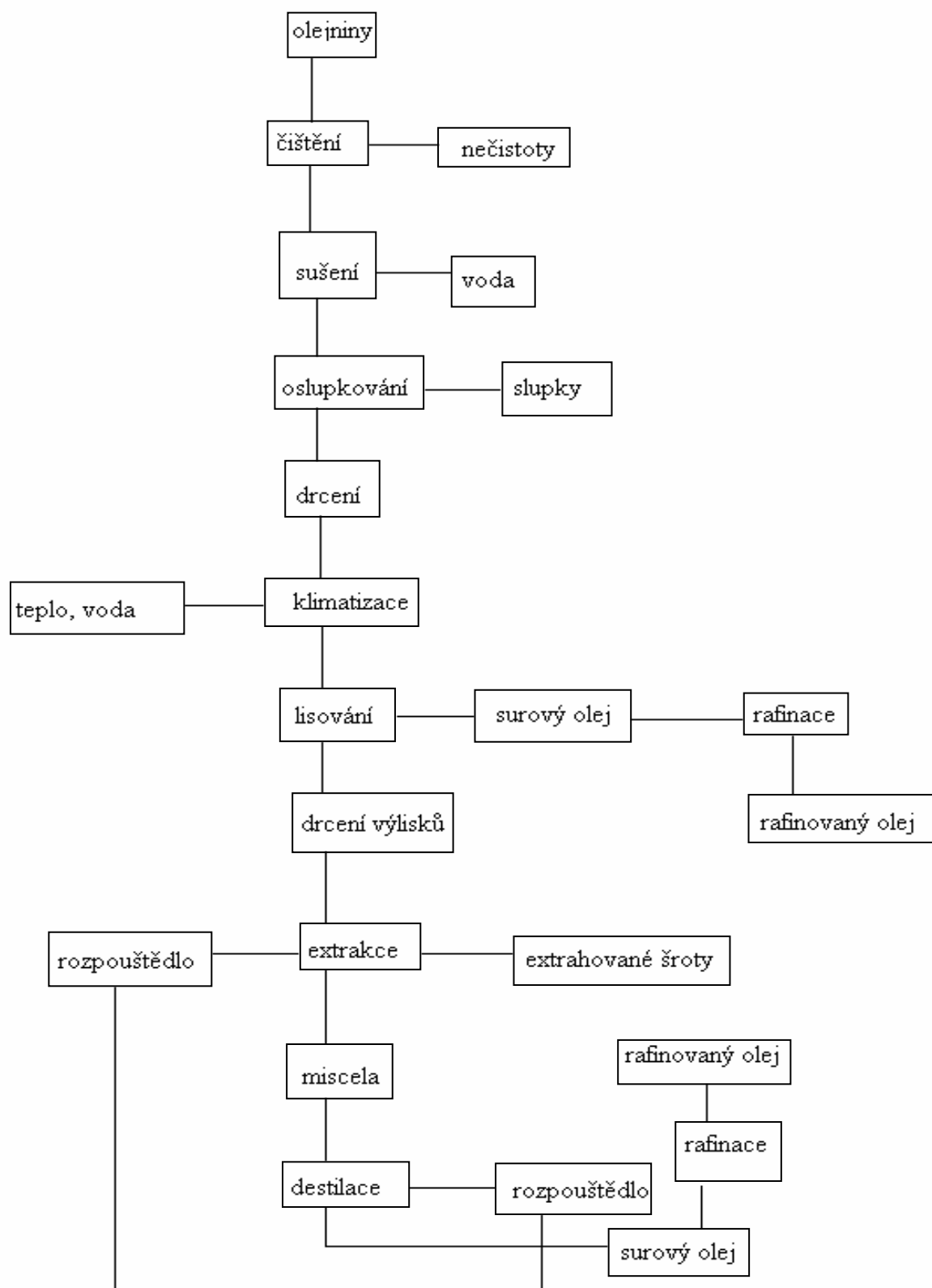
## 4 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE PRO OLEJE LISOVANÉ ZA STUDENA

Výroba olejů a tuků je významné odvětví světového hospodářství. Z ročně vyrobených 70 milionů tun se asi 75 % používá k lidské výživě a k výživě zvířat. Zbytek se používá na výrobu mýdel, kosmetiky, krmiv nebo jako surovina pro chemický a farmaceutický průmysl. Rostlinný olej je podle vyhlášky je olej získaný ze semen olejnatých rostlin [14,29, 30 ].

Olej lisovaný za studena je olej získaný pouze mechanickými postupy vyluhování nebo lisování bez tepelného ohřevu, které nevedou ke změnám charakteru oleje a pro jeho vyčištění se používá pouze promývání vodou, usazování, filtrování a odstředování [14, 30].

Panenský olej je olej získaný pouze fyzikálními postupy vyluhování nebo lisování a za použití tepelného ohřevu nejvíce však na teplotu 50 °C, které nevedou ke změnám charakteru oleje a pro jeho vyčištění lze použít pouze promývání vodou, usazování, filtrování a odstředování. Tyto oleje obsahují i složky netukové povahy [14, 30, 32 ].

Jedlé tuky a oleje se skladují a přepravují tak, aby byly chráněny před přímým slunečním světlem. Teplota při skladování u rostlinných a olejů nesmí přesáhnout 20 °C [14, 30, 32 ].



obr. 10 Schéma výroby rostlinného oleje



## 4.1 Příprava semen a plodů na lisování

### 4.1.1 Sušení semen a plodů

Semena a plody olejnatých rostlin obsahují různá množství vody, závisící na druhu olejnině a na vlhkosti prostředí. Semena jsou hygroskopická a obsah vody v nich je úměrný relativní vlhkosti vzduchu [1, 3, 4, 14].

Voda se soustřeďuje v netukové části semene, kde také probíhá většina biologických změn. Při vyšším obsahu vody je nutné olejnině sušit [1, 3, 4, 14, 40].

**Tab. č. VII:** Nejvýše přípustný obsah vody v semenech

druh olejnině	% vody
sójové boby	12
slunečnice	9
řepka	8
podzemnice	5

Sušení probíhá ve dvou periodách [1, 3, 4, 14]:

1. vypařuje se voda z povrchu a z vrstvy částečně pod povrchem,
2. voda z vnitřku semen postupuje k povrchu, překonává odpor a sušení probíhá mnohem pomaleji. Tato část vyžaduje koncentrační spád.

Semena se suší nejčastěji ve věžovitých sušárnách. Sušárna je vlastně vertikální plechová šachta s vestavěnými prostupnými lištovými stříškami. Teplota v sušícím prostoru je obvykle 75 – 85 °C , při sušení semen řepky 90 – 95 °C. Při výstupu z chladícího prostoru sušárny má semeno teplotu asi 10 oC nad teplotou okolního vzduchu. Semena zvláště citlivá vůči teplotě se suší v některých případech v sušárnách vakuových při teplotě 30 – 50 °C [1, 3, 4, 14].

#### 4.1.2 Čištění semen a plodů

Semena a plody olejnatých rostlin obsahují po sklizni různé nečistoty anorganického (hlína, písek, kaménky) i organického původu (slupky, stonky, pluchy, obilná zrna, prach). Nečistoty snižují jakost pokrutin i extrakčních šrotů a zvyšují mechanické opotřebení strojního zařízení [1, 3, 4, 14, 40].

Nejvhodnější je čištění semen po jejich vysušení. Způsob čištění záleží jednak na velikosti i tvaru semen a nečisto, jednak na jejich hustotě. Používají se různá síta, aspirátory magnety a jejich kombinace [1, 3, 4, 14].

Čističky používané k čištění semen [1, 3, 4, 14]:

- třasadla – jsou to rovinná kmitavá síta zhotovená z děrovaných plechů. Několik sít o různé velikosti ok je zavěšeno nad sebou,
- vibrační síta – několik sít s různou velikostí ok je zavěšeno nad sebou ve skříní na pružinách umožňujících jejich výkyvy do stran,
- rotační bubnová nebo hranolová síta – uvnitř otáčejícího se válce nebo hranolu jsou napnuta síta,
- aspirátory – oddělení nečistot se provádí na základě rozdílné hustoty semen a nečistot. Jsou tvořeny ventilátorem, cyklóny a šnekovým dopravníkem,
- magnety – odstraňují železné předměty. Používají se vhodně umístěné magnety permanentní nebo elektromagnety,
- kombinovaná čistící zařízení – jsou vytvořena vhodnou kombinací sít a aspirátoru. Tato zařízení bývají přizpůsobena pro určitá semena.

#### 4.1.3 Odslupkování

Slupky tvoří podle druhu semen a plodů jejich různě velkou část. v některých případech je nutné slupky před zpracování odstraňovat. Odslupkování se provádí podle druhu suroviny buď přímo v produkčních oblastech (podzemnice olejná, ricin) nebo až ve zpracovatelských závodech (slunečnice, řepka, sója) [1, 3, 4, 14, 25, 40].

Způsob odslupkování závisí na účelu použití šrotu (odtučeného zbytku). Slupky semen obsahují hlavně celulosu, lignin, pentosany, barviva a 05 – 2 % oleje [1, 3, 4, 14].

Odslupkování zahrnuje dvě operace [1, 3, 4, 14, 25]:

1. uvolnění slupek od jader,
2. odstranění slupek ze vzniklé směsi.

Uvolnění je možno provádět chemicky, biologicky nebo mechanicky. Většina zpracovatelů používá mechanického způsobu odslupkování. Vzhledem k odlišnému charakteru slupek různých olejnin se pro jejich různé druhy používají různá odslupkovácí zařízení [1, 3, 4, 14].

Slunečnice se odslupkovává narážením semen na ocelové segmenty v loupacím bubnu, což je plechový válec se segmenty. Podzemnice olejná se odslupkovává v produkčních oblastech na kotoučových loupacích zařízeních. Odslupkování sóji a řepky se provádí pouze tehdy, jsou – li jejich šrotu určeny k výrobě mouky nebo bílkovin. Semena bavlníku se zbavují zbytku vláken (lintru) na speciálních strojích (lintrech) a pak se odslupkovává na bicím nebo kotoučovém zařízení [1, 3, 4, 14].

#### **4.1.4 Drcení a mletí semen a plodů**

Drcením a mletím se rozumí úprava semen a plodů do malých částic a deformace těchto částic na tenké vločky nebo drobnou drť za účelem získání většího povrchu, rozrušení rostlinného pletiva i buněčných blan a otevření buněk obsahujících olej [1, 3, 4, 14, 25].

Drcení a mletí semen se většinou provádí mezi otáčejícími se válci. Plody se napřed rozřezávají nebo drtí ve speciálních zařízeních a potom melou mezi válci. Počet a druh válců závisí na druhu semene [1, 3, 4, 14, 25].

Olejniny se nejčastěji melou na válcových stolicích. Stolice tvoří různý počet válců, různě umístěných a s různým povrchem. Válce mohou být hladké nebo různě rýhované. Materiál se tlakem válců nejen rozmačkává, ale i roztírá. Na hrubě rýhovaných válcích se i rozřezává. Válce jsou z ocelolitiny s tvrzeným povrchem. Prostor mlecí stolice je krytý a často bývá připojený k odsávacímu zařízení [1, 3, 4, 14, 25].

#### 4.1.5 Klimatizace olejin

Klimatizací (kondicionáním) olejin se rozumí zahřívání rozemletého nebo navločkované olejniny při určité vlhkosti po určitou dobu [1, 3, 4, 14, 25].

Účelem klimatizace je [1, 3, 4, 14, 25]:

- rozrušení buněk obsahujících olej, které nebyly otevřeny při předcházejícím mletí,
- koagulace bílkovin, aby se utvořila hrubozrná struktura,
- shlukování částic materiálu a zvýšení jeho plasticity,
- snížení viskozity oleje,
- inaktivace škodlivých enzymů a mikroorganismů [dále jen MO],
- úprava obsahu vody na optimální obsah pro lisování.

Detailní průběh změn v olejinách během klimatizace není dosud znám. Probíhají však změny fyzikální i chemické [1, 3, 4, 14].

Rozemleté semeno je disperzní systém složený ze dvou složek [1, 3, 4, 14]:

1. hydrofilní, která obsahuje hlavně bílkoviny a sacharidy,
2. hydrofobní, která obsahuje olej na povrchu částic.

Pro každé semeno existují pro klimatizaci praktické optimální hodnoty obsahu vody, výše teploty a délky doby zahřívání. Vysoká teplota a dlouhá doba zahřívání snižují jakost oleje (zvyšuje se v něm obsah barviv a fosfolipidů) i rostlinného zbytku (zvyšuje se jeho obsah denaturovaných bílkovin a tmavne). Klimatizace se provádí v klimatizačních zařízeních [1, 3, 4, 14, 25].

## 4.2 Lisování

Lisováním se rozumí vytlačování oleje z olejnatého materiálů mechanickým tlakem. Získávání olej je ovlivněno faktory působícími na olej a pevnou část olejniny, tj. hlavně obsahem vody, složením olejniny a způsobem úpravy před lisováním. Všeobecně platí, že úprava závisí na druhu semene a na použitém způsobu lisování (vysokotlaké, nízkotlaké) [1, 3, 4, 14, 25, 26, 40].

Při nízkotlakém lisování (předlisování) se zvyšuje stupeň rozemletí a snižuje stupeň klimatizace. Poškozené olejniny zadržují olej více než olejniny dobré jakosti [1, 3, 4, 14, 25].

Výtěžek oleje závisí na [1, 3, 4, 14]:

- rychlosti lisování,
- dosahovaném tlaku,
- délce doby trvání odtékání oleje při maximálním tlaku a na viskozitě nebo teplotě oleje.

Na lisování se dnes používají šnekové lisy. Základní součástí lisu je šnekovnice (jako zdroj tlaku), která se skládá z několika dílů. Jednotlivé díly se od sebe liší stoupáním závitu. Základní součásti jsou navléknuty na duté hřídeli, kterou prochází chladicí voda; další součástí lisu je síto [1, 3, 4, 14].

Množství zbytkového oleje závisí na použitém tlaku a pohybuje se mezi 5 – 20 %. Předlisování se používá u surovin bohatých na olej nebo při výrobě olejů špičkové kvality. Dolisováním se snižuje obsah zbytkového oleje pod 5 % [1, 3, 4, 14].

Kapacita šnekového lisu je přímo úměrná frekvenci otáčení šnekovnice a šířce štěrby. Množství získaného oleje je závislé na druhu olejniny a způsobu její předúpravy. Nejdůležitější je jemnost mletí a klimatizace. Dalším faktorem ovlivňujícím množství oleje jsou technologické podmínky lisování, a to především rychlost lisování, tlak lisování a teplota lisování [1, 3, 4, 14, 25, 26].

### 4.2.1 Čištění vylisovaného oleje

Vylisovaný olej obsahuje až 10 % nečistot. Nečistoty se odstraňují filtrací na různých typech kalolisů nebo pomocí dvoustupňových odstředivek. Odstředivky umožňují i případnou eliminaci fosfolipidů přidávkem vody k oleji před odstředováním. První stupeň tzv. dekantér (šneková odstředivka) snižuje obsah nečistot pod 0,5 %. Druhý stupeň (vertikální odstředivka) snižuje nečistoty pod 0,1 %. Takto získaný vyčištěný olej je označován jako PANENSKÝ OLEJ [1, 3, 4, 14, 26].

### 4.2.2 Úprava šrotů

Šrot je rostlinný zbytek po získání oleje. Šroty obsahují vysoký podíl bílkovin 30 – 40 %, vitamíny A, B, E a řadu minerálních látek. Z těchto důvodů jsou využívány jako potravinové doplňky při výživě zvířat a lidí. Obsahují také některé antinutriční látky, které musí být odstraněny. Šrot také obsahuje značné procento oleje, které se z něj získává extrakcí rozpouštědlem. Obsah rozpouštědla je 25 – 30 %. Odstranění rozpouštědla je první operací při další úpravě šrotu [1, 3, 4, 14, 40].

#### 4.2.2.1 Odstraňování rozpouštědla ze šrotů

Odstraňování se provádí soustavou uzavřených šnekových dopravníků, které jsou vyhřívány nepřímou párou. Do posledního je zaváděna přímá pára. Vznikající brýdové páry se vedou proti směru postupu materiálu. Teplota šrotu je kolem 100 °C [1, 3, 4, 14, 40].

#### 4.2.2.2 Toasting

Toasting je označení pro zahřívání šrotu ve vlhkém stavu. Cílem je odstranění rozpouštědla, snížení obsahu antinutričních látek, rozrušení struktury šrotu, koagulace bílkovin a zlepšení chuťových vlastností šrotu. Toasting se používá zejména při úpravách sojového a řepkového šrotu. Provádí se v zařízení zvaných toaster. Teplota šrotu bývá 100 – 110 °C, vlhkost 10 – 20 % a doba toastingu 10 – 60 minut. Tyto hodnoty jsou však závislé na druhu zpracovávané olejniny [1, 3, 4, 14].

#### 4.2.2.3 Finální úprava šrotů

Do této fáze úpravy šrotu patří především mletí a sušení šrotů. Mletím se upravuje zrnění šrotů na úzkou velikostní frakci vhodnou k sušení. Na mletí se používají kladivové mlýny. Na sušení se nejčastěji používají válcové sušárny [1, 3, 4, 14].

#### 4.2.3 Regenerace rozpouštědla

Extrakční činidla jsou většinou hořlavá a mohou tvořit se vzduchem výbušnou směs. V procesu výroby je zajištěna recyklace rozpouštědla. Část rozpouštědla zůstává zadržena v surovém oleji a část ve šrotech. Určitým problémem je směs těžko kondenzovatelných par se vzduchem. Pro odstranění těchto par se používá jejich absorpce v minerálním oleji. Po zakoncentrování jsou rozpouštědla odstraňována z minerálního oleje ve stripovací koloně [1, 3, 4, 14, 40].

### 4.3 Rafinace olejů

Surové oleje obsahují řadu látek tukového i netukového charakteru, které je nutno odstranit [1, 3, 4, 14, 26].

Průvodní látky je možno rozlišit do dvou skupin [1, 3, 4, 14]:

1. nerozpustné – mechanické nečistoty, minerální látky drobné částičky semen, bílkoviny, sacharidy aj. tyto látky tvoří v tucích suspenzi, která časem samovolně sedimentuje. Množství je závislé na kvalitě zpracovávané suroviny, na postupu získávání a účinnosti filtrace.
2. rozpustné – volné MK, fosfolipidy, dusíkaté sloučeniny, alkoholy, uhlovodíky, vitamíny a vosky. patří sem i řada pesticidů. Některé látky je žádoucí v olejích zachovat (fosfolipidy, vitamíny, antioxidanty).

Rafinace je sled operací sloužících k zušlechtnění jedlých olejů tak, aby byly zdravotně nezávadné s vyhovující vůní, chutí i barvou a také co nejstabilnější [1, 3, 4, 14, 26].

Patří se především tyto operace [1, 3, 4, 14, 26]:

- odslizování,
- odkyselování,
- bělení,
- deodorace.

**Tab. VIII:** Obsah doprovodných látek ve vybraných olejích

olej	obsah fosfolipidů %	obsah sterolů %	obsah tokoferolů mg/100g
bavlníkový	1.4 - 1.8	1,6	90 -100
lněný	0,3	0,4	113
řepkový	1.2 - 3.5	0,35	55
sojový	3,2	0,7 - 0,8	80 - 250
slunečnicový	1,5	---	---
olivový	----	0,13	330



### 4.3.1 Odslizování

Cílem odslizování je odstranění všech suspendovaných nerozpustných látek a všech látek schopných hydratace. Mezi tyto látky patří především fosfolipidy, rostlinné slizy a bílkoviny [1, 3, 4, 14, 26].

Nejběžnějším způsobem odslizování je hydratace. Je založena na přidavku optimálního množství vody nebo vodného roztoku elektrolytu k oleji. Po úpravě teploty systému dojde k odstranění nerozpustných látek odstředěním. Teplota systému je 60 – 80 °C podle druhu suroviny [1, 3, 4, 14].

Odstranění slizu je spolu s odstraněním mechanických nečistot a vody žádoucí již před uskladněním. Protože za přítomnosti vody tyto látky zvolna hydratují a sedimentují a jsou pak živnou půdou pro činnost MO a lipolytických enzymů, což má za následek snižování jakosti meziproduktu [1, 3, 4, 14].

Složení hydratačních kalů je závislé na druhu zpracovávané suroviny, použitém postupu a kolísá v širokém rozmezí. Obsah vody je mezi 30 – 60 %, obsah tukových látek (volné MK, fosfolipidy) je 30 – 70 %. Hydratační kaly musí být velmi rychle zpracovány. Zpracovávají se buďto na lecitin nebo jako komponenty do krmných směsí [1, 3, 4, 14].

### 4.3.2 Odkyselování

Odkyselování je nejdůležitější operací při rafinaci oleje. Surové oleje obsahují kolísavé množství volných MK. Jejich obsah se pohybuje dle druhu zpracovávané suroviny mezi 0,5 – 3,5 %. V odkyselených olejích je obsah volných MK pod 0,1 %. Odkyselování je vlastně odstraňování volných MK [1, 3, 4, 14, 26].

Odkyselování je možno provést [1, 3, 4, 14]:

1. neutralizací,
2. destilací,
3. esterifikací,
4. speciálními postupy.

### Neutralizace

Jedná se o neutralizaci volných MK vhodnou alkálií, nejčastěji se používá NaOH. Vznikají mýdla, která jsou nerozpustná v oleji a oddělují se formě tzv. soapstocku [1, 3, 4, 14].

Reakce oleje s vodným roztokem louhu je heterogenní; k neutralizaci dochází pouze na rozhraní obou fází. Rychlost neutralizace je závislá na měrném povrchu obou fází (měl by být co největší). Při reakci dochází k vytváření mýdla na povrchu kapky NaOH [1, 3, 4, 14].

Podmínkou pro úspěšné oddělení mýdel je tvorba dvou homogenních fází: oleje a vodného roztoku mýdla. Mýdla se pak od neutralizovaného oleje oddělují odstředováním [1, 3, 4, 14].

### Destilace

Tento způsob je vhodný pro oleje s vysokým obsahem volných MK. Patří mezi fyzikální potupy. Je založen na rozptýlení přehřáté páry a vody v oleji a následném působení vakua na danou směs. Ve směsi dochází k náhlé přeměně vody v páru a zároveň jejímu odstranění ze směsi. Dochází tak k oddestilování veškerých těkavých složek včetně volných MK.

Destilace zjednodušuje proces rafinace, protože není zapotřebí provádět bělení a deodoraci. Ztráty neutrálního oleje jsou nižší než při neutralizaci [1, 3, 4, 14].

### Esterifikace

Volné MK v surových olejích je možné esterifikovat glycerolem. Tento způsob neutralizace je možný pouze u jakostních surovin. Jinak dochází ke tmavnutí oleje a zvýšené tvorbě rozkladných produktů, které ovlivňují chuť oleje. Surovina musí být před i po esterifikaci dokonale rafinovaná [1, 3, 4, 14].

Esterifikace se provádí za vakua při teplotě 170 – 200 °C. Glycerolu je nutno použít velký nadbytek. Jako katalyzátor se používá cín, zinek a jejich oxidy. Přebytečný glycerol se po skončení vypere horkou vodou a olej se podrobí běžné neutralizaci a celkové rafinaci [1, 3, 4, 14].

Speciální postupy

Mezi speciální metody odkyselování patří odkyselování močovinou nebo pomocí iontoměničů [1, 3, 4, 14].

Odkyselování pomocí močoviny je založeno na tvorbě močovinových aduktů s volnými MK, přičemž neutrální olej zůstává nedotčen. Nevýhodou je vysoká spotřeba močoviny a operace spojené s jejím zpětným získáváním [1, 3, 4, 14].

Jako iontoměniče se používají kvartérní amoniové soli. Spolu s odstraněním volných MK dochází také k vybělení oleje. Výťažnost oleje je vysoká, ale vysoké náklady na regeneraci iontoměničové kolony omezují její využití [1, 3, 4, 14].

### 4.3.3 Bělení

Pod pojmem bělení se rozumí odbarvování olejů. Každý olej má přirozenou barvu, která je dána především karoteny a chlorofylem. K zabarvení však také přispívá výrobní technologie a kvalita zpracovávané olejiny [1, 3, 4, 14, 26].

Barviva lze odstranit fyzikálně nebo chemicky. Fyzikální bělení je založeno na sorpci barevných produktů. Při chemickém bělení se používají oxidační činidla [1, 3, 4, 14].

Nejpoužívanějším způsobem bělení je adsorpce. Jako adsorbenty se používají nejčastěji bělicí hlinky nebo jejich směsi s aktivním uhlím [1, 3, 4, 14].

Bělicí hlinky lze rozdělit na [1, 3, 4, 14]:

- přírodní – mají obdobné složení jako kaoliny (hydratované křemičitany hlinitovápénaté). Tyto hlinky se upravují sušením, kalcinací a mletím. Aktivita těchto hlinek je nižší.
- upravené – jsou založeny na minerálu bentonitu, který působí jako slabý katex. Působením kyseliny lze původní vápenatou sůl převést na kyselinu. Vápenaté ionty jsou pak vyprány vodou, čímž dojde ke vzniku kyseliny křemičité jako hlavní bělicí složky.

Bělicí schopnost hlinek je ovlivněna řadou faktorů a to zejména vlhkostí sorbentu a pH. Vliv na kvalitu olejů má také teplota bělení 80 – 95 °C a doba bělení je 20 minut [1, 3, 4, 14].

#### 4.3.4 Deodorace

Deodorace je posledním stupněm rafinace olejů. Cílem této operace je odstranění látek, které jsou nositeli nežádoucí chuti a vůně [1, 3, 4, 14, 26].

Tuky obsahují jednak přirozené látky, jejichž složení je závislé na druhu oleje; jednak látky, které vznikají v průběhu izolace a dalšího zpracování. Mezi přirozené látky patří nenasycené a nasycené uhlovodíky, nižší MK, terpenické uhlovodíky, sirné sloučeniny aj. [1, 3, 4, 14].

K sekundárně vzniklým látkám řadíme především aldehydy a ketony tzn. sekundární produkty oxidace [1, 3, 4, 14].

Vzhledem k tomu, že většina těchto látek je těkavé povahy, používá se k jejich odstranění destilace vodní parou za vakua. Musí se pracovat za dostatečného podtlaku, aby nedocházelo k hydrolyze TAG. Deodorace by neměla trvat déle než 1 hodinu. Prodloužení doby deodorace má za následek snížení stability oleje vůči oxidaci [1, 3, 4, 14].

Je možno tedy konstatovat, že oleje deodorované při vysokých teplotách vykazují nižší stabilitu po stránce sensorické a nižší odolnost vůči oxidaci [1, 3, 4, 14].

## 5 ANALÝZA TUKŮ

Tukem jsou z chemicko - analytického hlediska všechny látky, které jsou extrahovatelné lipofilními rozpouštědly za podmínek analýzy. Způsob izolace závisí na typu rozpouštědla. V analýze tuků se používají metody, které je možno podle účelu rozdělit na metody stanovení celkového tuku, jeho charakteristik, stanovení jednotlivých složek a doprovodných látek [15, 16, 17].

Pro stanovení celkového tuku jsou nejrozšířenější extrakční metody, upravené pro různé druhy vzorků. Jednotlivé metody se liší v podmínkách extrakce a v druhu použitého extrakčního činidla. Nejznámější extrakční metodou je Soxhletova metoda, dále je možno použít Grosfeldovu metodu (pro vzorky s obsahem škrobu nebo vázaných lipidů) nebo její modifikaci podle Weibulla-Stoldta [15, 16, 17].

Při extrakci se musí dodržovat teplota 35 °C, aby nedošlo k aktivaci lipolytických enzymů a tím ke změně kvality tuků. Teploty pod 20 °C jsou také nevhodné, protože při nižších teplotách se mnohé tukové složky špatně rozpouštějí [15, 16, 17].

Nejčastěji používaná rozpouštědla pro extrakci tuků [15, 16, 17]:

- etylalkohol,
- etyleter,
- petroleter,
- chloroform – metanol v poměru 2:1,
- etyleter-ethanol v poměru 1:3.

Tuky se dají stanovit také objemovou metodou podle Gerbera. Metoda spočívá v rozpuštění netukových složek v kyselině sírové a stanovení uvolněného tuku objemově acidobutirometricky [15, 16, 17].

Ke stanovení tukových charakteristik se používají chemické a fyzikálněchemické metody. Nejčastěji se stanovuje číslo kyselosti, číslo zmýdelnění, jodové číslo, bod tání, index lomu a další [15, 16, 17].

Pro stanovení jednotlivých MK se dnes využívá výhradně chromatografických metod a to především plynové chromatografie. Oxidační změny tuků se sledují podle obsahu

peroxidů a karbonylových látek pomocí peroxidového, karbonylového, benzidinového čísla nebo tiobarbiturového testu [15, 16, 17].

## 5.1 Tukové charakteristiky

Mezi tukové charakteristiky patří různé fyzikální a chemická kritéria, která je možno objektivně stanovit a podle jejich hodnot usuzovat na kvalitu olejů, pokrmových tuků nebo technických tuků [15, 16, 17].

### 5.1.1 Charakteristiky neoxidovaných tuků

#### 5.1.1.1 Číslo kyselosti

Stanovuje se titrací rozpuštěného tuku v etyleteru KOH na fenolftalein [dále FF]. Udává počet mg KOH nutných k neutralizaci volných MK v 1 g tuku. U tmavých vzorků se jako indikátor používá tymolftalein nebo alkalická modř. Je to ukazatel hydrolyzy tuků [15, 16, 17, 23, 24, 34].

#### 5.1.1.2 Číslo zmýdelnění

Vzorek se mýdelní alkoholickým roztokem KOH za varu pod zpětným chladičem. Nadbytek nespotřebovaného KOH se stanoví titrací HCl na FF. Udává počet mg KOH potřebných na neutralizaci volných a esterově vázaných MK v 1 g tuku [15, 16, 17, 23, 24, 34].

#### 5.1.1.3 Esterové číslo

Udává počet mg KOH potřebných na zmýdelnění esterů obsažených v 1 g tuku. Je to rozdíl čísla zmýdelnění a čísla kyselosti [15, 16, 17, 23, 24].

#### 5.1.1.4 Jodové číslo

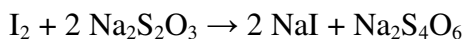
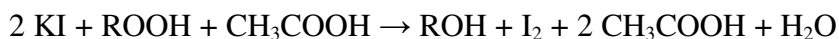
Na tuk rozpuštěný v chloroformu se působí jodmonobromidovým roztokem v kyselině octové o známé koncentraci halogenu. Nadbytek halogenu se stanoví titračně thiosíranem sodným na škrobový maz. Udává % halogenu přepočítané na jod vázaný vzorkem za podmínek analýzy. Je to ukazatel nenasycenosti běžných tuků [15, 16, 17, 23, 24, 34].

### 5.1.2 Charakteristika oxidovaných a tepelně změněných tuků

Používají se metody založené na reakcích karbonylových a peroxidových skupin [15, 16, 17].

#### 5.1.2.1 Peroxidové číslo (stanovení peroxidů podle Wheelera)

Reakcí mezi tukovými peroxidy s KI v kyselém prostředí se uvolní jod, který se stanoví titračně thiosíranem sodným. Udává množství peroxidů vyjádřené v  $\mu\text{g}$  peroxidicky vázaného  $\text{O}_2$  na 1 g tuku [15, 16, 17].



#### 5.1.2.2 Thiobarbiturové číslo

Dialdehyd kyseliny malonové, který vzniká při oxidaci dvojných vazeb kyseliny linolové dává s kyselinou 2-thiobarbiturovou v kyselém prostředí červené zbarvení. Toto zbarvení se měří fotometricky při vlnové délce 532 nm. Udává se v absorbanci v 1 cm kyvetě na 3 desetinná místa [15, 16, 17, 24].

#### 5.1.2.3 Benzidinové číslo

Benzidin reaguje s karbonylovými sloučeninami a to především se 2-alkenaly za vzniku žlutého zbarvení. Toto zbarvení se měří fotometricky při vlnové délce 350 nm nebo 430 nm. Udává empirickou hodnotu, která závisí na době skladování a tepelné úpravě. Vyjadřuje se jako absorbance 1 % roztoku v 1 cm kyvetě [15, 16, 17, 24].



## **5.2 Stanovení celkového tuku**

Pro stanovení celkových tuků je nejpoužívanější Soxhletova metoda. Na přesné stanovení se používá Weilbullova-Stoldtova metoda a také se využívá acidobutyrometrické stanovení podle Gerbera [15, 16, 17].

### **5.2.1 Soxhletova extrakční metoda**

Homogenizovaný vzorek se vysuší a tuk se vyextrahuje rozpouštědlem. Rozpouštědlo odstraníme vakuovou destilací a po vysušení se tuk zváží. Vzorek je extrahován parami rozpouštědla a také zkondenzovanými parami skapávajícími z chladiče. Metoda je vhodná pro stanovení tuku v běžných potravinářských surovinách a produktech [15, 16, 17, 24].

### **5.2.2 Acidobutyrometrické stanovení tuku**

Bílkoviny a cukry ve vzorku se rozpustí kyselinou sírovou. Uvolněný tuk se po odstředění odečítá na stupnici butyrometru. Metoda se dříve používala ke stanovení tuku v mléce, ale dnes je používána také ke stanovení tuku v mase a masných produktech, rybách případně tukovém pečivu [15, 16, 17, 24].

### **5.2.3 Stanovení nezmýdelnitelného podílu**

Vzorek se zmýdelní alkoholickým KOH. Nezmýdelnitelný podíl se vyextrahuje petroleterem nebo etyleterem a po oddestilování rozpouštědla se destilační zbytek vysuší a zváží. Je to množství látek rozpustné v petroleteru nebo etyleteru, které nebyly zmýdelněny alkoholickým KOH. Používá se ke stanovení nezmýdelnitelných látek v tucích s jejich nízkým obsahem [15, 16, 17].



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 USPOŘÁDÁNÍ ANALÝZ

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv rafinace na stabilitu olejů skladovaných při různých podmínkách. Tomu odpovídalo i uspořádání analýz

### 6.1 Použité materiály

K rozborů byly použity vzorky, které byly dodány firmou Slovmlýn s. r.o. Velká nad Veličkou. Vzorky označeny čísly 1 – 7 pocházejí z vlastní výroby firmy. Vzorky označeny čísly 8-13 byly použity jako srovnávací materiál od jiných výrobců.

**Tab. IX:** Seznam a označení použitých vzorků

číslo vzorku	popis vzorku	výrobce
1	surový řepkový olej	Slovmlýn s. r. o.
2	polorafinovaný řepkový olej	Slovmlýn s. r. o.
3	rafinovaný řepkový olej	Slovmlýn s. r. o.
4	surový slunečnicový olej	Slovmlýn s. r. o.
5	polorafinovaný slunečnicový olej	Slovmlýn s. r. o.
6	rafinovaný slunečnicový olej	Slovmlýn s. r. o.
7	panenský slunečnicový olej - Virginia	Slovmlýn s. r. o.
8	rafinovaný slunečnicový olej - Floriol	Bunge R. T.
9	rafinovaný řepkový olej - Dolores	TK TRADE
10	panenský olivový olej - Borges	Aceites Borges Ponts
11	rafinovaný slunečnicový olej - Dolores	TK TRADE
12	rafinovaný sojový olej - Bohemia	Oleopet a. s.
13	směs panenského a rafinovaného olivového oleje - Borges	Aceites Borges Ponts

## 6.2 Použité chemikálie a pomůcky

Všechny chemikálie použité k rozboru vzorků byly v čistotě p. a., líh pro přípravu směsí a lihových roztoků byl denaturovaný. Rozbory vzorků byly provedeny v laboratoři UPICH za použití k tomu určených pracovních pomůcek.

### 6.2.1 Seznam použitých chemikálií

Číslo kyselosti

Na stanovení čísla kyselosti byly použity tyto chemikálie:

- denaturovaný líh
- diethylether
- odměrných roztok KOH o koncentraci 0,1 mol/l
- indikátor FF

Číslo zmydlnění

Ke stanovení čísla zmydlnění byly použity následující chemikálie:

- odměrný lihový roztok KOH o koncentraci 0,5 mol/l
- odměrný roztok HCl o koncentraci 0,5 mol/l
- indikátor FF

Jodové číslo

Pro stanovení jodového čísla byly použity tyto chemikálie:

- chloroform
- odměrný roztok bromidu jodného o koncentraci 0,1 mol/l
- jodid draselný
- odměrný roztok  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  o koncentraci 0,1 mol/l

Peroxidové číslo

Pro stanovení peroxidového čísla byly použity tyto chemikálie:

- bezvodá kyselina octová
- chloroform
- jodid draselný
- odměrný roztok  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  o koncentraci 0,01 mol /l
- indikátor škrobový maz

### 6.2.2 Použité laboratorní pomůcky

K rozborům vzorků byly použity následující laboratorní pomůcky:

- titrační baňky o objemu 250 ml
- byreta 10 ml a 25 ml
- topná hnízda ETA
- zpětné chladiče
- pipety 2 ml, 20 ml, 25 ml
- odměrné válce 50 ml, 100 ml
- ostatní běžné laboratorní pomůcky

## 6.3 Postup práce

### 6.3.1 Číslo kyselosti

Asi 10,0000 g látky se rozpustí v baňce z neutrálního skla v 50 ml směsi lihu a etheru (1:1) předem zneutralizované na FF. Po úplném rozpuštění látky se titruje odměrným roztokem KOH 0,1 mol/l do slabě červeného zbarvení.

Výpočet:

$$k = \frac{a \cdot 5,611}{q}$$

k ..... číslo kyselosti [mg KOH/ 1 g]

a ..... spotřeba odměrného roztoku KOH 0,1 mol/l při titraci vzorku [ml]

q ..... navážka vzorku [g]

### 6.3.2 Číslo zmydlnění

Asi 2,0000 g látky se odváží do baňky z neutrálního skla a přidá se 25 ml odměrného kihového roztoku KOH 0,5 mol/l. Směs se udržuje 1 hodinu ve varu pod zpětným chladičem. Pak se přidá 1 ml roztoku FF a ihned se titruje odměrným roztokem HCl 0,5 mol/l do odbarvení. Za stejných podmínek se provede i slepý pokus.

Výpočet:

$$z = \frac{(b - a) \cdot 28,05}{q}$$

z ..... číslo zmydlnění [mg KOH/ 1g]

b ..... spotřeba odměrného roztoku HCl 0,5 mol/l při slepém pokusu [ml]

a ..... spotřeba odměrného roztoku HCl 0,5 mol/l při titraci vzorku [ml]

q ..... navážka vzorku [g]

### 6.3.3 Jodové číslo

Podle předpokládané hodnoty jodového čísla se odváží množství látky uvedené v Tab. VIII. Látka se rozpustí v 10 ml chloroformu, přidá se 20 ml odměrného roztoku bromidu jodného 0,1 mol/l. Baňka se uzavře a směs se po promíchání nechá stát na tmavém místě. Po 30 minutách se přidá 1,5 g KI a ihned titruje odměrným roztokem  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 mol/l do odbarvení vodné vrstvy. Za stejných podmínek se provede slepý pokus.

**Tab. X:** Navážky podle hodnoty jodového čísla

jodové číslo	navážka [g]
vyšší než 100	0,1000 - 0,2000
50 - 100	0,2000 - 0,5000
20 - 50	0,5000 - 0,8000
nižší než 20	1,0000 - 2,0000

Výpočet:

$$j = \frac{(b - a) \cdot 1,269}{q}$$

j ..... jodové číslo [%]

b ..... spotřeba odměrného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 mol/l při slepém pokusu [ml]

a ..... spotřeba odměrného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 mol/l při titraci vzorku [ml]

q ..... navážka vzorku [g]

### 6.3.4 Peroxidové číslo

Asi 5,0000 g látky se v baňce rozpustí v 50 ml směsi bezvodé kyseliny octové a chloroformu (3:2). Přidá se čerstvě připravení roztok KI a za 60 sekund 100 ml vody, roztok škrobového mazu. Ihned se titruje odměrným roztokem  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,01 mol/l do odbarvení. Za stejných podmínek se provede i slepý pokus.



Výpočet:

$$p = \frac{10 \cdot (b - a)}{q}$$

p ..... peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/ 1 \text{ g}$ ]

b ..... spotřeba odměrného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,01 mol/l při slepém pokusu [ml]

a ..... spotřeba odměrného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,01 mol/l při titraci vzorku [ml]

q ..... navážka vzorku [g]

## 6.4 Výsledky a diskuse

Všechny vzorky byly analyzovány za stejných podmínek. Vzorky byly rozděleny do čtyř skupin. Každá skupina byla skladována v odlišných skladovacích podmínkách.

1. skupina – vzorky byly skladovány v originálních obalech za skladovacích podmínek doporučených výrobcem
2. skupina - vzorky byly ve světlých skleněných láhvích umístěny za okno a tím vystaveny působení přímého slunečního světla, prakticky nechráněny obalem. Byla simulována výloha obchodu
3. skupina – vzorky byly ve tmavých skleněných láhvích umístěny za okno a tím vystaveny působení přímého slunečního světla, částečně chráněny obalem. Byla simulována výloha obchodu
4. skupina – vzorky byly umístěny ve tmavých skleněných lahvích do termostatu, byly vystaveny teplotě 40 °C. Byly simulovány nevhodné skladovací podmínky např. u tepelného zařízení

Skladování vzorků probíhalo po dobu tří měsíců. Během této doby bylo vždy po měsíci odebráno příslušné množství vzorku k analýzám. U první skupiny vzorků byly analýzy provedeny ihned na počátku a slouží jako výchozí a referenční hodnoty.

Tab. XI: Výsledky analýzy skupiny 1 na počátku skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	1.85 $\pm$ 0,0411	189.03 $\pm$ 1.4674	187.18	114.61 $\pm$ 1.9947	4.56 $\pm$ 0.0544
2	0.39 $\pm$ 0,0067	187.63 $\pm$ 0.5586	187.24	117.94 $\pm$ 1.5988	11.85 $\pm$ 0.0327
3	0.17 $\pm$ 0,0047	188.81 $\pm$ 1.5314	188.64	113.4 $\pm$ 0.6022	1.28 $\pm$ 0.0017
4	4.44 $\pm$ 0.1226	188.93 $\pm$ 0.9149	184.49	135.2 $\pm$ 1.2607	3.18 $\pm$ 0.1409
5	3.26 $\pm$ 0.0170	190.26 $\pm$ 1.4461	187	135.44 $\pm$ 2.8986	3.34 $\pm$ 0.0205
6	0.28 $\pm$ 0.0094	187.26 $\pm$ 1.3847	186.98	136.86 $\pm$ 1.1821	4.13 $\pm$ 0.0748
7	3.38 $\pm$ 0.0386	187.95 $\pm$ 2.6296	184.57	137.12 $\pm$ 2.3578	4.34 $\pm$ 0.1419
8	0.28 $\pm$ 0.0086	188.9 $\pm$ 0.2148	188.62	134.19 $\pm$ 4.9399	2.85 $\pm$ 0.1469
9	0.19 $\pm$ 0.0125	186.82 $\pm$ 0.7289	186.63	115.35 $\pm$ 1.2627	2.53 $\pm$ 0.1018
10	0.73 $\pm$ 0.0094	188.24 $\pm$ 0.3226	187.51	83.46 $\pm$ 1.7099	10.11 $\pm$ 0.1897
11	0.23 $\pm$ 0.0125	186.54 $\pm$ 2.6278	186.31	130.04 $\pm$ 1.9437	5.41 $\pm$ 0.0580
12	0.23 $\pm$ 0.0054	190.07 $\pm$ 2.6636	189.84	126.42 $\pm$ 1.4335	3.19 $\pm$ 0.1525
13	0.34 $\pm$ 0.0219	188.11 $\pm$ 0.8323	187.77	79.45 $\pm$ 2.0146	4.57 $\pm$ 0.1264

Tab. XII: Výsledky analýzy skupiny 1 po 1 měsíci skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	2.00±0.0241	197.19±0.7741	195.19	105.94±0.825	7.68±0.8312
2	0.51±0.0023	196.88±1.6649	196.37	106.14±0.2782	14.36±0.5408
3	0.35±0.0119	194.59±2.0530	194.24	105.7±0.9090	2.51±0.4590
4	4.71±0.0170	197.22±2.6123	192.51	123.04±0.613	9.47±0.0613
5	3.74±0.0216	197.79±0.3191	194.05	123.8±1.4885	14.47±0.0424
6	0.63±0.0024	194.46±1.3493	193.83	121.55±0.8084	13.88±0.2655
7	3.59±0.0446	199.94±2.4496	196.35	125.73±0.3348	4.29±0.0942
8	0.53±0.0269	195.19±0.9090	194.66	125.35±1.4078	5.46±0.3106
9	0.42±0.0107	195.27±3.4239	194.85	106.27±0.2886	2.95±0.1389
10	1.74±0.0362	195.59±2.3295	193.85	79.13±0.7192	10.53±0.1464
11	0.43±0.0130	194.12±0.3599	193.69	123.96±0.1257	17.74±0.1250
12	0.42±0.0132	194.52±1.1295	194.10	119.51±0.296	3.23±0.0408
13	0.48±0.0111	194.94±1.3186	194.476	80.91±0.4507	5.53±0.2800

Tab. XIII: Výsledky analýzy skupiny 2 po 1 měsíci skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	1.93±0.0094	190.01±1.8376	188.08	111.94±0.694	49.35±0.6430
2	0.42±0.0125	191.22±0.7244	190.80	107.15±2.1754	42.52±3.8214
3	0.19±0.0094	192.62±1.9726	192.43	103±1.1172	35.66±1.4321
4	4.54±0.1674	190.33±1.0870	185.79	123.95±1.8657	38.31±0.7577
5	3.36±0.0249	188.29±3.2343	184.93	125.28±1.5663	45.21±0.2165
6	0.39±0.0216	191.51±0.6359	191.12	125.59±0.3655	49.35±5.9859
7	3.47±0.0330	191.31±0.5631	187.84	127.06±0.4209	44.29±0.5570
8	0.37±0.0094	192.83±0.8043	192.46	124.45±0.712	86.3±2.9720
9	0.31±0.0294	188.84±2.5312	188.53	104.21±1.328	56.88±1.1222
10	0.87±0.0205	190.77±2.5639	189.9	75.5±0.9096	89.23±1.4266
11	0.36±0.0125	189.66±1.9540	189.3	122.5±1.1314	81.94±1.1403
12	0.31±0.0047	192.17±3.4635	191.86	116.81±2.1651	38.75±0.5945
13	0.38±0.0170	192.78±0.9999	192.40	75.7±1.5801	48.93±0.4504

Tab. XIV: Výsledky analýzy skupiny 3 po 1 měsíci skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	1.95±0.0450	186.79±0.7632	184.84	106.79±0.9526	11.89±0.1519
2	0.45±0.0082	198.34±1.9369	197.89	111.31±0.8998	31.04±0.5770
3	0.20±0.0125	179.1±2.4950	178.90	104.17±0.9090	6.07±0.5885
4	4.66±0.0249	187.23±0.9770	182,57	124.25±2.0089	9.51±0.2604
5	3.53±0.1177	197.63±1.8120	194.1	119.84±2.8914	13.35±0.6174
6	0.44±0.0125	203.2±2.9604	202.76	119.79±3.2813	11.96±1.0066
7	3.49±0.0624	190.4±1.6119	186.91	122.23±0.5898	22.68±0.5953
8	0.39±0.0216	198.68±1.3247	198.29	123.05±1.9068	25.58±0.3756
9	0.33±0.0294	199.2±0.5114	198.87	99.55±1.96	7.12±0.1687
10	1.05±0.1143	198.64±1.1348	197.59	76.22±0.8682	29.87±0.4439
11	0.38±0.0094	197.4±1.8940	197.78	120.8±0.5897	29.75±0.2050
12	0.34±0.0205	203.55±1.5819	203.21	118.21±0.6412	8.4±0.0929
13	0.45±0.0216	195.36±1.1410	194,91	76.45±0.3059	18.97±0.4451

Tab. XV: Výsledky analýzy skupiny 4 po 1 měsíci skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmydelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	1.99 $\pm$ 0.0570	181.67 $\pm$ 0.2485	179.68	103.08 $\pm$ 0.4483	14,11 $\pm$ 0.2127
2	0.48 $\pm$ 0.0118	192.26 $\pm$ 0.7370	191.78	105.3 $\pm$ 0.6541	35,39 $\pm$ 0.1396
3	0.27 $\pm$ 0.0100	191.06 $\pm$ 0.4428	190.79	101.2 $\pm$ 0.4784	15,54 $\pm$ 0.1416
4	4.59 $\pm$ 0.0300	187.58 $\pm$ 2.2747	182.99	121.07 $\pm$ 0.1639	30,46 $\pm$ 0.1956
5	3.68 $\pm$ 0.1044	189.38 $\pm$ 1.0444	185.7	124.39 $\pm$ 1.8696	31,25 $\pm$ 0.6199
6	0.3 $\pm$ 0.0140	192.17 $\pm$ 1.4896	191.87	126.51 $\pm$ 0.2625	35,46 $\pm$ 1.6259
7	3.58 $\pm$ 0.0530	189.13 $\pm$ 0.9207	185.55	130.82 $\pm$ 0.8289	13,80 $\pm$ 0.0860
8	0.26 $\pm$ 0.0140	187.45 $\pm$ 1.0203	187.19	103.24 $\pm$ 0.6397	30,04 $\pm$ 0.2043
9	0.34 $\pm$ 0.0137	186.33 $\pm$ 0.2866	185.99	100.18 $\pm$ 0.049	19,62 $\pm$ 0.6182
10	1.54 $\pm$ 0.0210	188.14 $\pm$ 0.8474	186.6	76.62 $\pm$ 0.7862	13,38 $\pm$ 0.2677
11	0.4 $\pm$ 0.1036	188.67 $\pm$ 0.8208	188.27	120.22 $\pm$ 0.2145	31,27 $\pm$ 0.7439
12	0.39 $\pm$ 0.0044	186.79 $\pm$ 1.1324	186.4	117.86 $\pm$ 1.118	7,58 $\pm$ 0.3586
13	0.47 $\pm$ 0.0138	184.6 $\pm$ 0.5435	184.13	76.43 $\pm$ 0.2731	9,08 $\pm$ 0.1939

Tab. XVI: Výsledky analýzy skupiny 1 po 2 měsících skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	2.35 $\pm$ 0.0573	193.46 $\pm$ 0.3694	191.31	101,94 $\pm$ 0,8250	10.0 $\pm$ 0.1887
2	0.57 $\pm$ 0.0082	196.01 $\pm$ 0.3391	195.44	104,81 $\pm$ 1,6619	24.40 $\pm$ 0.0943
3	0.44 $\pm$ 0.0125	195.55 $\pm$ 0.4584	195.11	101,70 $\pm$ 0,6130	4.94 $\pm$ 0.4893
4	4.76 $\pm$ 0.0591	197.83 $\pm$ 0.3395	193.07	119,04 $\pm$ 0,4988	15.67 $\pm$ 0.4074
5	3.80 $\pm$ 0.1071	195.66 $\pm$ 0.9277	191.86	119,80 $\pm$ 1,4885	25.16 $\pm$ 0.1275
6	0.72 $\pm$ 0.0125	198.85 $\pm$ 0.1845	198.13	117,55 $\pm$ 0,8840	27.26 $\pm$ 0.0732
7	3.65 $\pm$ 0.0450	198.38 $\pm$ 0.1470	194.73	121,73 $\pm$ 0,3348	8.29 $\pm$ 0.759
8	0.62 $\pm$ 0.0141	198.34 $\pm$ 0.1395	197.72	121,35 $\pm$ 1,4078	12.76 $\pm$ 0.1594
9	0.59 $\pm$ 0.0047	197.48 $\pm$ 0.2269	196.89	102,27 $\pm$ 0,2886	4.95 $\pm$ 0.1389
10	1.89 $\pm$ 0.0327	198.41 $\pm$ 0.3257	196.52	75,13 $\pm$ 0,7192	12.48 $\pm$ 0.2337
11	0.52 $\pm$ 0.0216	200.27 $\pm$ 0.2295	199.75	119,96 $\pm$ 0,1713	34.96 $\pm$ 0.1883
12	0.46 $\pm$ 0.0141	197.44 $\pm$ 0.1605	196.98	115,51 $\pm$ 0,2960	5.23 $\pm$ 0.0408
13	0.53 $\pm$ 0.0262	196.00 $\pm$ 0.6132	195.47	76,91 $\pm$ 0,4507	6.82 $\pm$ 0.2988



Tab. XVII: Výsledky analýzy skupiny 2 po 2 měsících skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	2.32±0.0741	193.80±1.4732	191,48	95,51±0,2577	86.94±0.8570
2	0.66±0.0170	192.76±1.0449	192,10	99,28±0,2053	101.36±0.5957
3	0.45±0.0125	185.63±1.5885	185,18	95,53±0,2674	93.0±72.37
4	4.73±0.0535	188.34±1.6332	183.61	119,62±0,3523	104.06±1.3609
5	3.84±0.0390	189.39±0.7043	185.55	115,53±0,1143	154.26±0.5751
6	0.73±0.0216	192.77±0.8296	192.04	112,31±0,6934	144.53±1.9597
7	3.70±0.0356	188.50±1.7895	184.80	113,71±0,4624	120.71±0.9084
8	0.69±0.0262	184.27±1.1260	183.58	114,82±0,1103	154.02±0.5976
9	0.45±0.0205	183.32±1.4944	182.87	98,25±0,1144	127.18±0.4268
10	1.85±0.0368	194.58±0.0818	192.73	72,48±0,1438	144.58±0.6141
11	0.53±0.0047	193.05±1.0827	192.52	116,19±0,1668	198.99±1.3262
12	0.49±0.0082	199.36±0.3403	198.87	113,48±2,4218	98.66±0.8418
13	0.56±0.0163	187.78±0.5198	187.22	71,70±1,5801	132.06±0.8777

Tab. XVIII: Výsledky analýzy skupiny 3 po 2 měsících skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	2.36±0.0779	192.12±1.0042	189.76	101,46±1,4409	32.95±0.6060
2	0.77±0.0082	191.55±0.0556	190.78	106,31±0,8998	58.90±0.9585
3	0.59±0.0125	191.10±0.7477	190.51	100,17±0,9146	22.48±0.2983
4	4.81±0.0713	192.3±0.6744	187.49	120,25±2,0089	35.62±0.7084
5	3.86±0.0170	190.67±1.4140	186.81	118,18±0,4738	55.02±0.6943
6	0.84±0.0082	193.13±0.4871	192.29	113,00±1,1172	47.20±0.5050
7	3.84±0.0170	189.63±1.1654	185.79	118,23±0,5898	45.05±1.5604
8	0.71±0.0170	188.48±2.7350	187.77	119,05±1,9068	47.33±1.6392
9	0.51±0.0094	190.10±1.1270	189.59	99,22±0,1134	23.15±0.1132
10	1.88±0.0556	190.43±1.2978	188.55	72,56±0,4599	56.18±0.6607
11	0.55±0.0170	190.43±1.0634	189.88	116,81±0,5897	59.08±0.3000
12	0.54±0.0245	187.04±0.7521	186.5	114,21±0,6344	10.15±0.0082
13	0.63±0.0170	192.80±0.1434	192.17	74,45±0,3059	30.88±0.2034

Tab. XIX: Výsledky analýzy skupiny 4 po 2 měsících skladování

vzorek číslo	číslo kyselosti [mg KOH/1 g]	číslo zmýdelnění [mg KOH/1 g]	esterové číslo [mg KOH/1 g]	jodové číslo [%]	peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	2.41 $\pm$ 0.0432	194.61 $\pm$ 0.2788	192.2	99,51 $\pm$ 0,2146	62.50 $\pm$ 0.3552
2	0.49 $\pm$ 0.0374	191.49 $\pm$ 0.1944	191.00	101,44 $\pm$ 0,3480	83.56 $\pm$ 0.5390
3	0.31 $\pm$ 0.0141	197.34 $\pm$ 0.1281	197.01	96,83 $\pm$ 0,2577	71.48 $\pm$ 0.6132
4	4.78 $\pm$ 0.0589	186.52 $\pm$ 0.2995	181.74	116,32 $\pm$ 0,3432	95.69 $\pm$ 0.4031
5	3.87 $\pm$ 0.0082	194.60 $\pm$ 0.2012	190.73	120,16 $\pm$ 0,1347	95.29 $\pm$ 0.2661
6	0.32 $\pm$ 0.0262	197.77 $\pm$ 0.1306	197.45	117,22 $\pm$ 0,8055	100.57 $\pm$ 0.3674
7	4.01 $\pm$ 0.0998	197.46 $\pm$ 0.0694	193.45	122,22 $\pm$ 0,6092	62.52 $\pm$ 0.4267
8	0.29 $\pm$ 0.0262	198.35 $\pm$ 0.0589	198.06	120,46 $\pm$ 0,3238	95.78 $\pm$ 0.3930
9	0.35 $\pm$ 0.0047	195.88 $\pm$ 0.1636	195.53	101,04 $\pm$ 0,6464	67.80 $\pm$ 0.7072
10	1.69 $\pm$ 0.0660	196.76 $\pm$ 0.2748	195.07	66,73 $\pm$ 0,2004	19.56 $\pm$ 0.2776
11	0.51 $\pm$ 0.0125	199.04 $\pm$ 0.1438	198.53	119,40 $\pm$ 0,3047	88.26 $\pm$ 0.3711
12	0.41 $\pm$ 0.0170	196.45 $\pm$ 0.3071	196.04	115,34 $\pm$ 0,0680	68.52 $\pm$ 1.1745
13	0.54 $\pm$ 0.0047	196.89 $\pm$ 0.6021	196.35	69,58 $\pm$ 0,1476	12.75 $\pm$ 0.2014

Tab. XX: Peroxidové číslo po 3 měsících skladování

vzorek číslo	Počátek skladování peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]	Skupina 1 peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]	Skupina 2 peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]	Skupina 3 peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]	Skupina 4 peroxidové číslo [ $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$ ]
1	4.56±0.0544	15,86±0,3728	175,99±0,3329	48,81±0,3087	117,32±0,1515
2	11.85±0.0327	33,08±0,0205	303,73±0,1103	75,00±0,6492	289,91±0,1482
3	1.28±0.0017	5,49±0,1887	274,45±0,0648	36,28±0,6388	123,81±0,2050
4	3.18±0.1409	21,48±0,2853	300,88±0,0616	53,73±0,3564	158,62±0,1675
5	3.34±0.0205	32,48±0,2719	486,61±0,0163	76,73±0,8166	197,75±0,2089
6	4.13±0.0748	35,98±0,0826	477,84±0,0618	66,89±0,6859	189,72±0,1195
7	4.34±0.1419	10,79±0,1862	407,46±0,0910	72,77±0,2934	173,46±0,0927
8	2.85±0.1469	22,21±0,2213	534,56±0,0680	85,67±0,0822	149,16±0,1087
9	2.53±0.1018	6,19±0,2974	282,25±0,0668	42,02±0,5911	131,64±0,1606
10	10.11±0.1897	12,76±0,2210	258,65±0,8464	78,37±0,6101	27,41±0,1678
11	5.41±0.0580	41,66±0,4992	374,08±0,0490	78,68±0,1452	188,17±0,1880
12	3.19±0.1525	7,36±0,1592	280,51±0,0903	19,85±0,3793	150,44±0,1184
13	4.57±0.1264	8,42±0,1438	266,76±0,0852	39,62±0,4230	22,90±0,1053

Z výsledků, které jsou zaznamenány v tabulkách IX – XVIII a v příložených grafech je patrné, k největším změnám došlo v průběhu skladování u peroxidového čísla. Časový průběh změny tohoto jakostního ukazatele má exponenciální trend, tento vývoj ovšem není konečný, protože doba skladování neumožnila posoudit vývoj v delším časovém horizontu. Časové průběhy dalších sledovaných ukazatelů už nemají tak markantní rychlostí nárůst. Časový průběh čísla kyselosti má lineární charakter, změny čísla zmydelnění a jodového čísla vykazují také lineární průběh.

K největším změnám peroxidového čísla došlo ve skupině 2. Skupina 2 byla skladována na světle ve světlých skleněných obalech. Vznik peroxidů je produktem autooxidace tuků, ke které dochází už při nepatrném kontaktu oleje se vzdušným kyslíkem. Tato reakce probíhá jak při běžné tak i zvýšené teplotě a zúčastňují se jí pouze nenasycené mastné kyseliny. Autooxidace je radikálová řetězová reakce. Vznikají hydroperoxy, které jsou primárními produkty autooxidace a proto mají stejný počet násobných vazeb jako původní kyselina. V této fázi dojde pouze k přesunu násobné vazby. Primárním produktem autooxidace jsou hydroperoxy, které jsou ovšem velmi nestálé a proto se rozkládají za vzniku epoxy-, hydroxy- a oxohydroxykyselin. Vzniká také řada těkavých produktů, které jsou senzory aktivní a mohou poškodit oleje. Vznikají také aldehydy (2-alkenaly, 2,4-akadienaly), které reagují s dalšími složkami potravy nebo jako v tomto případě podléhají další oxidaci a to jak v řetězci, tak v karbonylové skupině. Peroxidové číslo se mění díky autooxidaci samo o sobě, ovšem pokud jsou připraveny vhodné podmínky pro jeho rozvoj, je rychlost růstu tohoto faktoru exponenciální, což je patrné z grafu č. 6. Toto se projevilo při skladování vzorků skupiny 2, kde prudký vzestup peroxidového čísla této skladovací skupiny byl ovlivněn mnoha faktory, jako je kontakt se vzdušným kyslíkem během odebírání potřebného množství vzorků k analýzám, tak hlavně a především byl prudký vzestup potencován ultrafialovým zářením, jehož zdrojem bylo přímě sluneční světlo.

Protože, jak už bylo popsáno byla skupina 2 skladována ve světlých skleněných obalech za oknem, a tak vystavena přímému účinku ultrafialového záření působil tento faktor jako nejvýznamnější při exponenciální tvorbě hydroperoxidů a sekundárních produktů autooxidace. Světlé sklo vzhledem ke své propustnosti prakticky nepohlcuje ultrafialové záření, což v tomto případě působil jako hlavní katalyzátor při rychlé reakci oleje s kyslíkem a následných vzájemných reakcích hydroperoxidů jejich štěpení.

U skupiny 3 tak jako u všech olejů došlo také k autooxidaci a tím ke vzniku primárních a sekundární produktů, které jsou popsány výše. U této skladovací skupiny byl však vzestup peroxidového čísla pozvolnější, ale i přesto došlo k růstu, který vykazoval exponenciální charakter. Tato skupina byla stejně jako skupina 2 skladována za oknem na přímém denním světle, ovšem s tím rozdílem, že jako obalový materiál bylo použito hnědého skla. Tmavé sklo díky svým optickým vlastnostem z velké části pohlcuje ultrafialové záření, takže vliv tohoto faktoru, významný pro předchozí skupinu, měl k vzestupu peroxidového čísla pouze malý přínos. Nejvýznamnějším faktorem zde proto zůstává kontakt se vzdušným kyslíkem během odebírání potřebného množství vzorků k analýzám.

Skupina 4 byla skladována ve tmě sušárny, ale jak je řečeno výše, autooxidace, stejně jako většina chemických reakcí, probíhá lépe za zvýšené teploty, která zde byla použita jako další extrém simulující nevhodné skladování. Působení zvýšené teploty má za následek rychlý vzestup peroxidového čísla, i když tento vzestup není tak rychlý jako při působení ultrafialového záření. Zvýšenou teplotu tedy lze označit za méně výrazný katalyzátor rozvoje vzniku primárních a sekundárních produktů autooxidace.

U kontrolní skupiny 1 byl vzestup peroxidového čísla nejpomalejší. Tato skupina byla skladována dle doporučení výrobce, tedy ve tmě a při teplotě kolem 20 °C. I přes dodržení skladovacích podmínek došlo taktéž v tomto případě k mírnému vzestupu obsahu primárních a sekundárních produktů autooxidace. Obsah oxidačních produktů v této skupině byl také různorodý. Jejich obsah byl v přímé souvislosti s typem uzávěru u obalu dodaného výrobcem. Nárůst byl výraznější u vzorků, jejichž spotřebitelský obal nebyl uzavřen šroubovacím uzávěrem.

Srovnáním výsledků analýz lze dospět k závěru, že nejvýraznějším faktorem, který ovlivňuje vznik produktů autooxidace olejů, je ultrafialové záření a v menší míře pak zvýšená teplota. Nejlepší odolnost vůči autooxidaci, a to nezávisle na způsobu skladování, vykazovaly všechny druhy řepkového oleje. Tato odolnost může být příznivě ovlivněna tím, že během let došlo vyšlechtění nových odrůd řepky olejky, které kromě toho, že neobsahují kyselinu erukovou, jsou vůči autooxidaci odolnější.

V průběhu skladování bylo také zaznamenáno mírné zvýšení čísla kyselosti. Zvyšování kyselosti olejů je projevem toho, že dochází k uvolňování volných mastných kyselin, což je způsobeno hydrolýzou triacylglycerolů obsažených v olejích. Zvyšování tohoto kvalitativního parametru má za následek také obsah mono- a diacylglycerolů.

Avšak žádný ze zvolených způsobů skladování neměl výraznější vliv na rozvoj tohoto faktoru. Na kyselost měla největší vliv především rafinace. Rafinované oleje měly výrazně nižší nárůst kyselosti než oleje surové, polorafinované nebo panenské. Směs rafinovaného a panenského oleje však je proti vzestupu kyselosti odolnější, což se projevilo především při stabilitě olivového oleje. I u tohoto faktoru se však s největší pravděpodobností projevila vliv suroviny. Slunečnicové oleje vykazují menší stabilitu proti uvolňování volných mastných kyselin a tím také větší hodnoty čísla kyselosti. Změny kyselosti mezi vzorky od jednotlivých výrobců jsou srovnatelné. Doba skladování 3 měsíce byla ovšem velmi krátkou dobou pro zachycení výraznější změny.

Během skladování nebyly zjištěny výrazné změny čísla zmydelnění. Což je v přímé souvislosti se změnami kyselosti. Protože se během skladování neuvolnilo ve výrazné míře větší množství volných mastných kyselin, byl vyvozen závěr, že nemohlo dojít ani k výraznému vzestupu čísla zmydelnění, přestože většina mastných kyselin byla esterově vázána. U tohoto sledovaného faktoru se stejně jako u kyselosti neprojevily žádné výrazné změny, které by souvisely se zvoleným způsobem skladování. V tomto případě nebyl zaznamenán ani vliv rafinace na hodnoty zmydelnění a taktéž se neprojevila žádná významná rozdíla mezi použitou surovinou pro výrobu oleje ani nebyl rozdíl mezi jednotlivými výrobci.

Na vývoji jodového čísla taktéž není patrný vliv žádného ze zvolených způsobů skladování. V průběhu skladování došlo k poklesu hodnoty jodového čísla. Tento pokles mohl být způsoben vznikem primárních, sekundárních produktů oxidace a mnohých jiných doprovodných produktů. Vzájemné reakce mezi volnými mastnými kyselinami a triacylglyceroly obsaženými v oleji měly patrně za následek vznik produktů, které neobsahovaly násobné vazby a tím byl zapříčiněn pokles jodového čísla coby ukazatele nenasycenosti olejů. K ovlivnění tohoto jakostního ukazatele nedošlo ani způsobem skladování ani rafinací, patrné jsou však rozdíly mezi jednotlivými surovinami. Zatímco řepkové, slunečnicové a sojové oleje mají srovnatelný stupeň nenasycenosti u olivového oleje je tento ukazatel velmi nízký. Je to způsobeno především tím, že olivový olej obsahuje z nenasycených mastných kyselin ve větší míře pouze kyselinu olejovou, jejíž jedna dvojná vazba snadno podléhá autooxidaci a tím dojde k jejímu zablokování, což se projevuje malým ukazatelem nenasycenosti tohoto oleje.

V průběhu skladování byly zaznamenány také senzorycké změny. Změny se nejvíce projevovaly hlavně u skupiny vzorků 4, která byla skladována v termostatu. Tyto senzorycké změny byly především v oblasti vůně použitých vzorků. I přesto, že u analyzovaných vzorků nebyla provedena detailní senzorycká analýza vykazovaly především surové a polorafinované oleje známky žluknutí, což se projevovalo nepříjemným pachem olejů. U rafinovaných olejů nebyly senzorycké změny tak markantní, i když taktéž došlo k mírnému vzniku zápachu těchto olejů.

Pomocí programu Statk25 bylo provedeno také statistické vyhodnocení získaných výsledků. Po statistickém vyhodnocení všech sledovaných ukazatelů byly statisticky významné rozdíly nalezeny pouze u peroxidového čísla. Z hlediska srovnatelnosti byly porovnávány pouze rafinované řepkové a slunečnicové oleje. Mezi sledovanými oleji od různých výrobců nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny mezi jednotlivými způsoby skladování. Doba skladování nebyla ze statistického hlediska významná.

Cílem práce bylo zjistit vliv rafinace na stabilitu oleju při různých podmínkách skladování. Z prezentovaných výsledků se dá vyvodit závěr, že rafinace jako zušlechťující proces výroby olejů má největší vliv na stabilitu olejů vůči hydrolyze (nejmenší nárůst čísla kyselosti). U dalších sledovaných tukových charakteristik se větší podíl vlivu rafinace neprojevil. Vliv na kyselost olejů má především neutralizace oleje jako jedna ze součástí celého rafinačního procesu

Ze zjištěných hodnot lze jako nejvhodnější materiál pro skladování olejů doporučit tmavé sklo, ovšem pokud skladování probíhá za podmínek udávaných výrobcem, nečiní ani plastové obaly žádné problémy při posuzování jakosti olejů. Typ obalového materiálu závisí zcela na posouzení výrobce a při dodržování skladovacích podmínek nemá typ obalu vliv na vznik produktů, které by mohli ovlivnit zdravotní nezávadnost ani jakost olejů. Na stabilitu olejů měl vliv také uzávěr. Nejvhodnější je šroubovací typ uzávěru, což lze vysvětlit tím, že obal je i po opětovném uzavření hermeticky těsný

Extrémní podmínky skladování při provádění analýzy olejů byly zvoleny z důvodu simulace některých nevhodných způsobů skladování (výloha v obchodě, blízkost topného zařízení), které výrazně ovlivňují stabilitu a jakost olejů. Výrobní sklady jsou v dnešní době ve většině případů klimatizované haly ovšem může se nedopatřením stát, že je paleta s oleji uložena v blízkosti topného zařízení, což bylo simulováno termostatem. Není možno



všechny vyrobený olej ihned uskladnit ve vhodných skladovacích prostorách ve spotřebitelských obalech a proto se k jeho uchování používají zásobní cisterny, které se mnohdy nacházejí volně v otevřených prostorách výrobních firem a jsou tak vystaveny působení povětrnostních podmínek. Jak už bylo popsáno, tak zejména takovýto způsob skladování během letních měsíců není pro oleje velmi vhodný, nevhodnost tohoto skladování není pouze v létě, ale činí problémy také v zimě, kdy zase dochází k vysrážení vosků a tím ke změnám konzistence a reologických vlastností olejů.

Oleje vyráběné firmou Slovmlýn s. r. o. Velká nad Veličkou nejevily v porovnání s dalšími posuzovanými výrobci žádné kvalitativní nedostatky. Pro potřeby firmy a zkvalitnění stability nabízených olejů by bylo vhodné, kdyby došlo ke změně typu uzávěru a to zejména u rafinovaných slunečnicových a řepkových olejů, protože při provedené analýze na počátku skladování byly hodnoty sledovaných ukazatelů a to především peroxidového čísla, vyšší než u výrobců, kteří používají šroubovací typ uzávěru na spotřebitelském balení.

Vzhledem k omezeným časovým možnostem lze uváděné výsledky považovat pouze za předběžné. Pro důkladnější studium uvedeného problému je zapotřebí dlouhodobého sledování. Z tohoto důvodu by bylo vhodné v práci pokračovat a statisticky vyhodnocené výsledky analýz použít k formulaci doporučení jak pro výrobce, tak i pro spotřebitele.

## ZÁVĚR

V práci je vymezeno místo jedlých olejů v rámci skupiny lipidů. Jedlé oleje jsou běžnou a nezbytnou součástí téměř všech kulinárních úprav potravin. Používají se také k výrobě margarínů. Oleje obsahují esenciální mastné kyseliny, které jsou důležité pro správnou funkci našeho organismu a proto je důležité tyto kyseliny do těla dodávat konzumací vhodných olejů v doporučeném množství.

Možnosti analytického sledování kvalitativních parametrů olejů mají široký okruh. Pro stanovení celkového tuku jsou nejrozšířenější extrakční metody, upravené pro různé druhy vzorků. Jednotlivé metody se liší v podmínkách extrakce a v druhu použitého extrakčního činidla. Nejznámější extrakční metodou je Soxhletova metoda, dále je možno použít Grosfeldovu metodu nebo její modifikaci podle Weibulla-Stoldta. Ke stanovení tukových charakteristik se používají chemické a fyzikálněchemické metody. Nejčastěji se stanovuje číslo kyselosti, číslo zmydelnění, jodové číslo, bod tání, index lomu a další. Pro stanovení jednotlivých mastných kyselin se dnes využívá výhradně chromatografických metod a to především plynové chromatografie. Oxidační změny tuků se sledují podle obsahu peroxidů a karbonylových sloučenin pomocí peroxidového čísla a dalších testů.

Panenské oleje jsou skupinou olejů, která je získána pouze fyzikálními postupy. Mezi tyto postupy získávání patří vyluhování nebo lisování. Při výrobě je možno použít tepelného ohřevu nejvíce však na teplotu 50 °C, která nevede ke změnám charakteru oleje. Pro rafinaci panenského oleje se používá pouze promývání vodou, dále je k odstranění hrubých nečistot použito usazování, filtrace nebo je možno použít také odstředování. Panenské oleje obsahují i složky netukové povahy, pro které jsou ceněny a v dnešní době hodně používány a to jak v teplé, tak ve studené kuchyni.

Ke srovnání stability vzorků olejů bez rafinace a po rafinaci bylo použito různých skladovacích podmínek. Tyto podmínky byly zvoleny s ohledem na skladování olejů během výroby, při uvádění do oběhu a podmínek skladování u spotřebitele. Jako skladovací materiál byly použity původní obaly od výrobců, světlé a hnědé skleněné obaly. Nevhodné skladovací podmínky byly simulovány vystavením olejů přímému slunečnímu záření a působení zvýšené teploty. Jedna skupina sledovaných vzorků byla skladována dle doporučení výrobce. Srovnání stability bylo provedeno na základě sledování čísla kyselosti, peroxidového čísla, jodového čísla a čísla zmydelnění.

Srovnáním získaných výsledků analýz se ukázalo, že největší podíl na znehodnocování kvality skladovaných olejů mělo ultrafialové záření a v menší míře také zvýšená teplota. Vliv rafinace na kvalitativní parametry olejů se projevil pouze u čísla kyselosti. Oleje by měly být ve všech etapách uvádění do oběhu skladování dle doporučení výrobce tzn. ve tmě a při teplotě 20 °C. Pokud nejsou vhodné skladovací podmínky dodrženy neměl by být takový olej použit ke konzumaci spotřebitelem.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Pokorný, J., Technologie tuků, vydalo SNTL, Praha, 1986
- [2] Velíšek, J., Chemie potravin 1, vydal OSSIS, Tábor, 1999, ISBN 80-902391-3-7
- [3] Ullrich, L., Chémia a technológia jedlých tukov a olejov, vydalo Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava, 1963
- [4] Karleskind, A., Oils and fats manual 1, vydal Lavoisier Publishing, Paris, 1996, ISBN 2-7430-0087-2
- [5] Voškeruša, J. a kolektiv, Pěstování olejnin v ČSSR, vydal SZN, Praha, 1965
- [6] Rumíšková, M., Základy výživy, vydal Ivan Straka, Újezd u Brna, 2002, ISBN 80-7080-510-2
- [7] Vašák, J., Řepka – žluá expanze ve vyspělém světě
- [8] Discover the Facts About Sunflower Oil, [on – line], [19 – 10 2005],  
dostupný z [http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_m0860/is\\_n1\\_v52/ai\\_8252703](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0860/is_n1_v52/ai_8252703)
- [9] Sochor, M., Slunečnice roční, [on – line], [12 – 09 2005]  
dostupný z [http://botanika.borec.cz/druhy/slunecnice\\_rocni.html](http://botanika.borec.cz/druhy/slunecnice_rocni.html)
- [10] Databáze rostlin: Slunečnice roční, [on – line], [15 – 10-2005]  
dostupný z <http://www.hununpa.cz/modules/news/article.php?storyid=814>
- [11] Kocián, P., Brukev řepka olejka, [on –line], [30 – 10 – 2005]  
dostupný z <http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=172>
- [12] Černík, V., a kol.: Přírodopis 2, vydalo SPN Praha, 1999
- [13] Šlechtění, [on –line], [12 – 09 – 2005]  
dostupný z <http://www.agritec.cz/slechtění03.htm>
- [14] Drdák, M., Základy potravinářských technologií, vydalo Vydavateľstvo Malé Centrum, Bratislava, 1996, ISBN 80-967064-1-1
- [15] Príbela, A., Analýza prírodných látok v požívatinách, vydala ALFA, Bratislava, 1978

- [16] Příbela, A., Rozbor potravin I, edičné stredisko DSVŠT, Bratislava, 1969
- [17] Kyzlink, V., Základy konzervace potravin, vydal SNTL, Praha, 1970
- [18] Davídek, J., Pokorný, J., Janíček, G., Chemie potravin, vydalo SNTL, Praha, 1983
- [19] Kodíček, M., Lipidy [on-line], [29-10-2005],  
dostupný z [http://www.vscht.cz/eds/knihy/uid\\_es-002/hesla/lipidy.html](http://www.vscht.cz/eds/knihy/uid_es-002/hesla/lipidy.html)
- [20] Kysylka, J., Lipidy, [on – line], [17-03-2006],  
dostupný z <http://www.biotox.cz/naturstoff/chemie/ch-lipidy.html>
- [21] Marounek, M., Březina, P., Šimůnek, J., Fyziologie a hygiena výživy, skripta Vysoké vojenské školy pozemního vojska, vydal VVŠ PV Vyškov, 2000, ISBN 80-7231-057-7
- [22] Vodrážka, Z., Biochemie (2), vydala Academia nakladatelství Československé akademie věd Praha, 1992, ISBN 80-200-0441-6
- [23] Lékopis, vydal Avicenum – Zdravotnické nakladatelství Praha, 1987
- [24] Příbela, A., Šorman, L., Smirnov, V., Návody na laboratórne cvičenie z analýzy potravin, vydalo Edičné stredisko SVŠT Bratislava, 1979
- [25] Lícha, V., Technologie pro 3. ročník pro učební obor prozní chemik – provozní chemička: Tukový průmysl a kosmetika, vydal Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 1992, ISBN 80-7105-030-X
- [26] Čepička, J., Obecná potravinářská technologie, vydalo VŠCHT, Praha, 1995, ISBN 80-7080-239-1
- [27] Ratledge, C., Biotechnology for oils and fats industry, vydal the American oil Chemists' society, 1984
- [28] Felix, C., Vše o tucích typu omega – 3, vydalo Nakladatelství Pragma, Praha, 1998, ISBN 80-7205-886-X
- [29] Vegetable and animals oils and fats, [on-line], [01-05-2006]  
dostupný z <http://www.fao.org/es/faodef/fdef14e.htm>
- [30] Vyhláška 77/2003, kterou se stanoví požadavky na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje

- [31] Nestl, P., Topping, D., Marsh, J., effect of polyenoic fatty acids (n-3) on lipid and lipoprotein metabolism, vydal W. E. M. Lands, Biloti, Missisipi, 1987, ISBN 0-935315-15-2
- [32] Mourts, T. L., Effects of oil processing conditions on flavour stability – deguming, refining, hydrogenation and dezodoration, vydal W. E. M. Lands, Biloti, Missisipi, 1987, ISBN 0-935315-15-2
- [33] Lanfmaier, F., Mládek, M., Radil, M., Pomocné látky kožedělného průmyslu, vydalo SNTL, Praha, 1985
- [34] Karleskind, A., Oils and fats manual 2, vydal Lavoisier Publishing, Paris, 1996, ISBN 1-898298-08-4
- [35] Fats and oils, The Columbia encyklopedia, [on-line], [01-05-2006],  
dostupý z <http://www.encyclopedia.com/html/f/fatsNoil.asp>
- [36] Fatty acid, The Columbia encyklopedia, [on-line], [01-05-2006],  
dostupý z <http://www.encyclopedia.com/html/f/fattyaci.asp>
- [37] Laposata, M., Fatty acids: the dangerous and not so dangerous, [on-line], [01-05-2006], dostupný z  
[http://www.highbeam.com/doc/1G1:20161454/Fatty+acids%7eC%7e+the+dangerous+and+the+not+so+dangerous.html?refid=ency\\_botnm](http://www.highbeam.com/doc/1G1:20161454/Fatty+acids%7eC%7e+the+dangerous+and+the+not+so+dangerous.html?refid=ency_botnm)
- [38] Gunstone, F., The chemistry of oils ad fats, [on-line], [01-05-2006],  
dostupný z <http://www.blackwellpublishing.com/book.asp?ref=1405116269&site=1>
- [39] Hagan, A., T., Fats and oils, [on-line], [01-05-2006]  
dostupný z <http://waltonfeed.com/grain/faqs/iie.html>
- [40] Niir, B., Modern technology of oils, fats and its derivatives, vydal NIIR, 2006, ISBN 81-7833-085-7

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MK	Mastná kyselina
TAG	Triacylglycerol
ATP	Adenosintrifosfát
MO	Mikroorganismus
FF	Fenolftalein

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr.1 Cis-9-octadecenová kyselina (olejová kyselina)	14
Obr. 2 Trans-9-octadecenvá kyselina (elaidová kyselina)	14
Obr. 3 Vitamín A	20
Obr. 4 Vitamín D	20
Obr. 5 Vitamín E	21
Obr. 6 Vitamín K	22
Obr. 7 Schéma metabolismu tuků	25
Obr. 8 Slunečnice roční	27
Obr. 9 Řepka olejka	30
Obr. 10 Schéma výroby rostlinného oleje	33



**SEZNAM TABULEK**

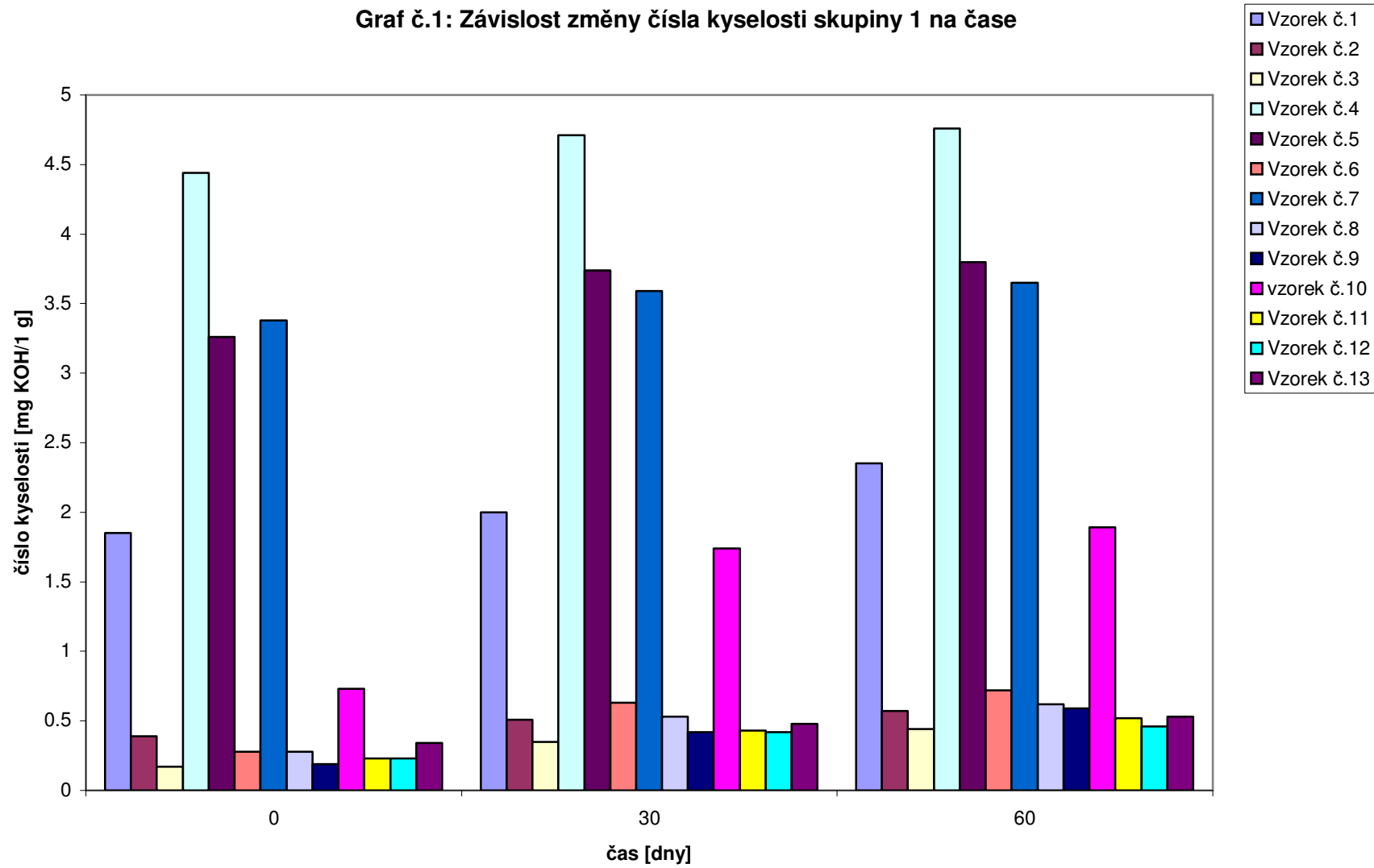
Tab. 1 Nasycené mastné kyseliny	12
Tab. 2 Monoenové mastné kyseliny	14
Tab. 3 $\omega$ – 3 nenasycené mastné kyseliny	15
Tab. 4 $\omega$ – 6 nenasycené mastné kyseliny	15
Tab. 5 Obsah MK ve slunečnicovém oleji	26
Tab. 6 Obsah MK v řepkovém oleji	29
Tab. 7 Nejvýše přípustný obsah vody v semenech	34
Tab. 8 Obsah doprovodných látek ve vybraných olejích	41
Tab. 9 Seznam a označení použitých vzorků	52
Tab. 10 Navážky podle hodnoty jodového čísla	56
Tab. 11 Výsledky analýzy skupiny 1 na počátku skladování	59
Tab. 12 Výsledky analýzy skupiny 1 po 2 měsíci skladování	60
Tab. 13 Výsledky analýzy skupiny 2 po 2 měsíci skladování	61
Tab. 14 Výsledky analýzy skupiny 3 po 1 měsíci skladování	62
Tab. 15 Výsledky analýzy skupiny 4 po 1 měsíci skladování	63
Tab. 16 Výsledky analýzy skupiny 1 po 2 měsících skladování	64
Tab. 17 Výsledky analýzy skupiny 2 po 2 měsících skladování	65
Tab. 18 Výsledky analýzy skupiny 3 po 2 měsících skladování	66
Tab. 19 Výsledky analýzy skupiny 4 po 2 měsících skladování	67
Tab. 20 Peroxidové číslo po 3 měsících skladování	68

## SEZNAM PŘÍLOH

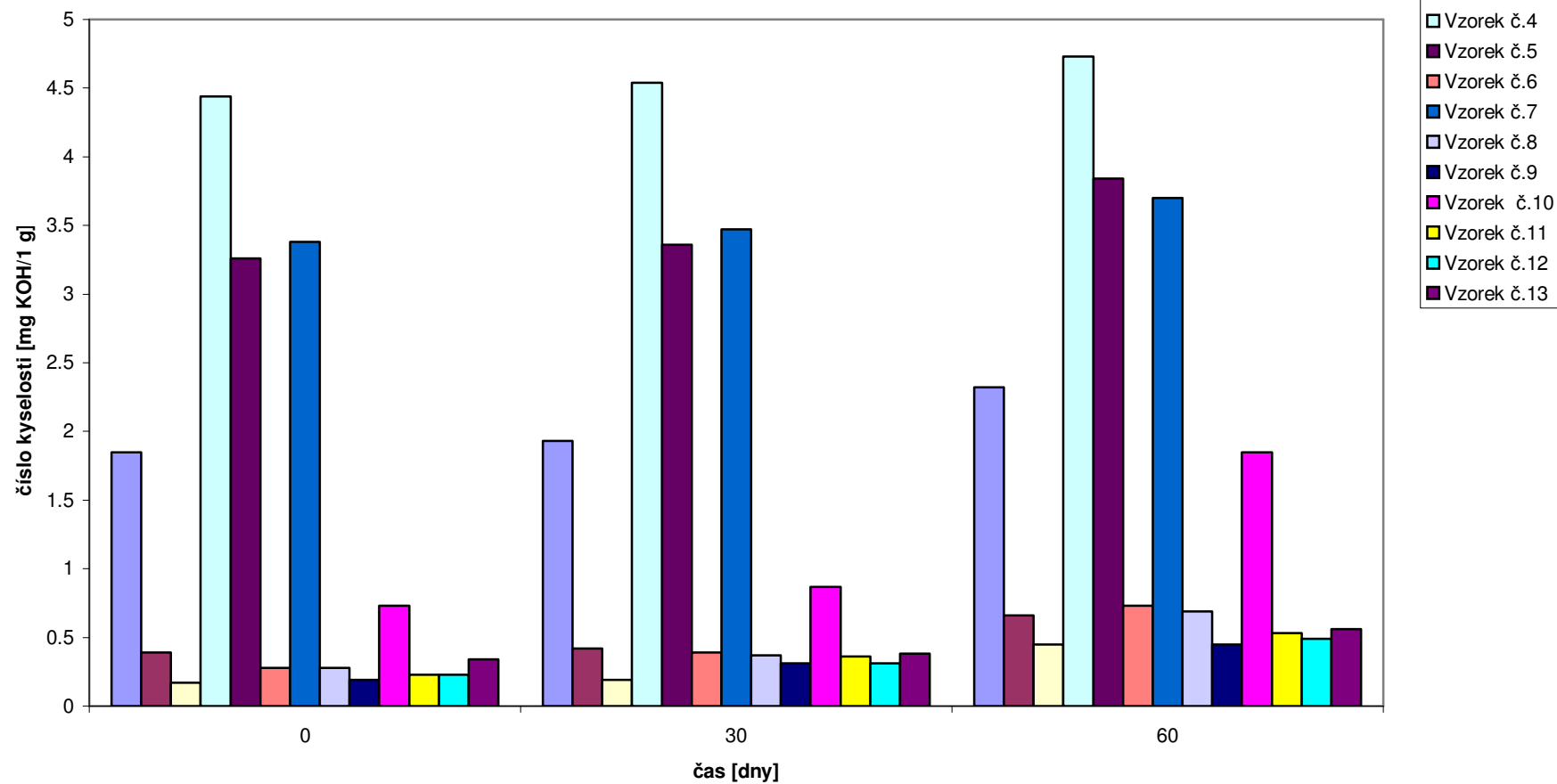
Příloha 1-16

Graf č.1 -16

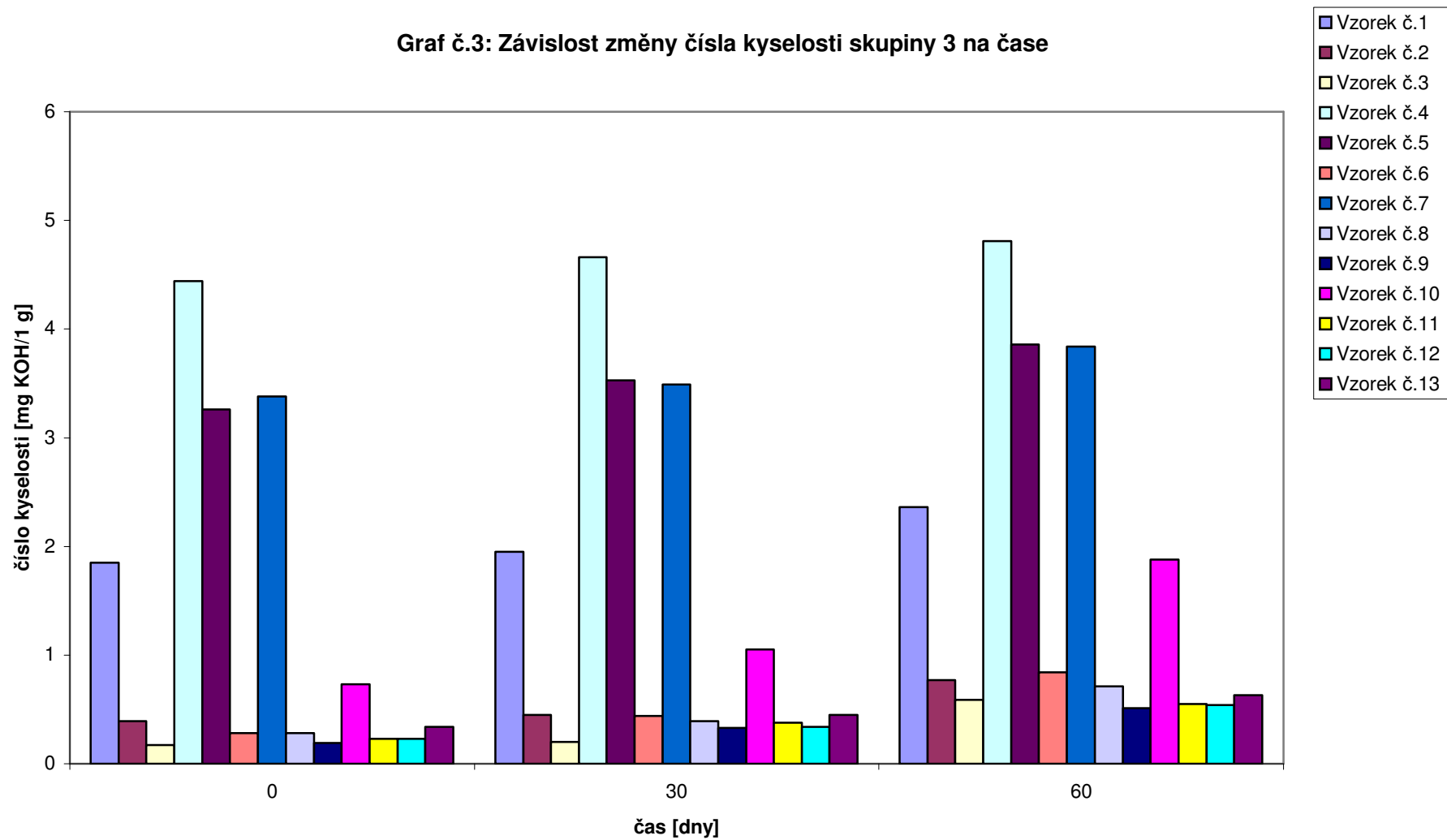
Graf č.1: Závislost změny čísla kyselosti skupiny 1 na čase



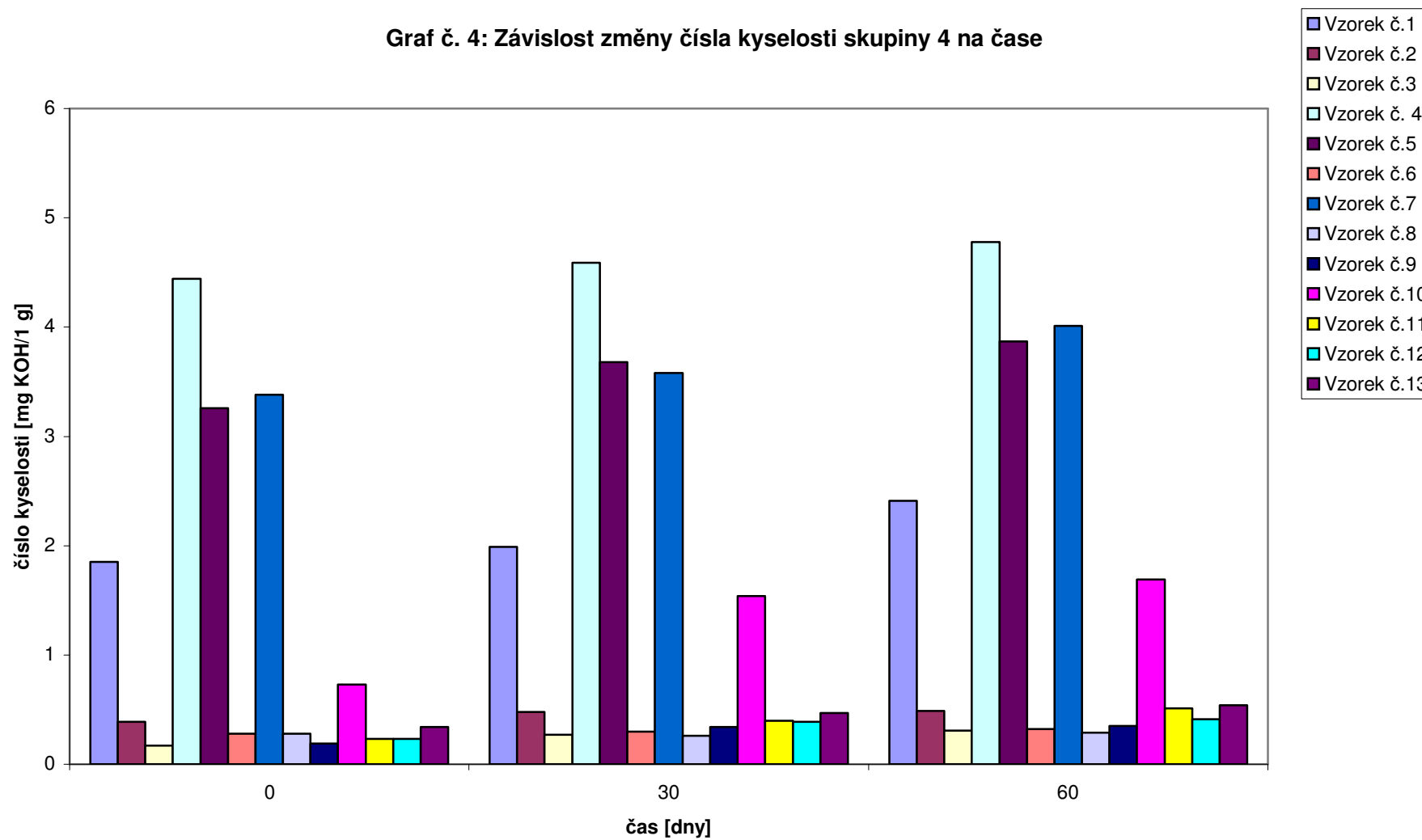
Graf č.2: Záslislost změny čísla kyselosti skupiny2 na čase



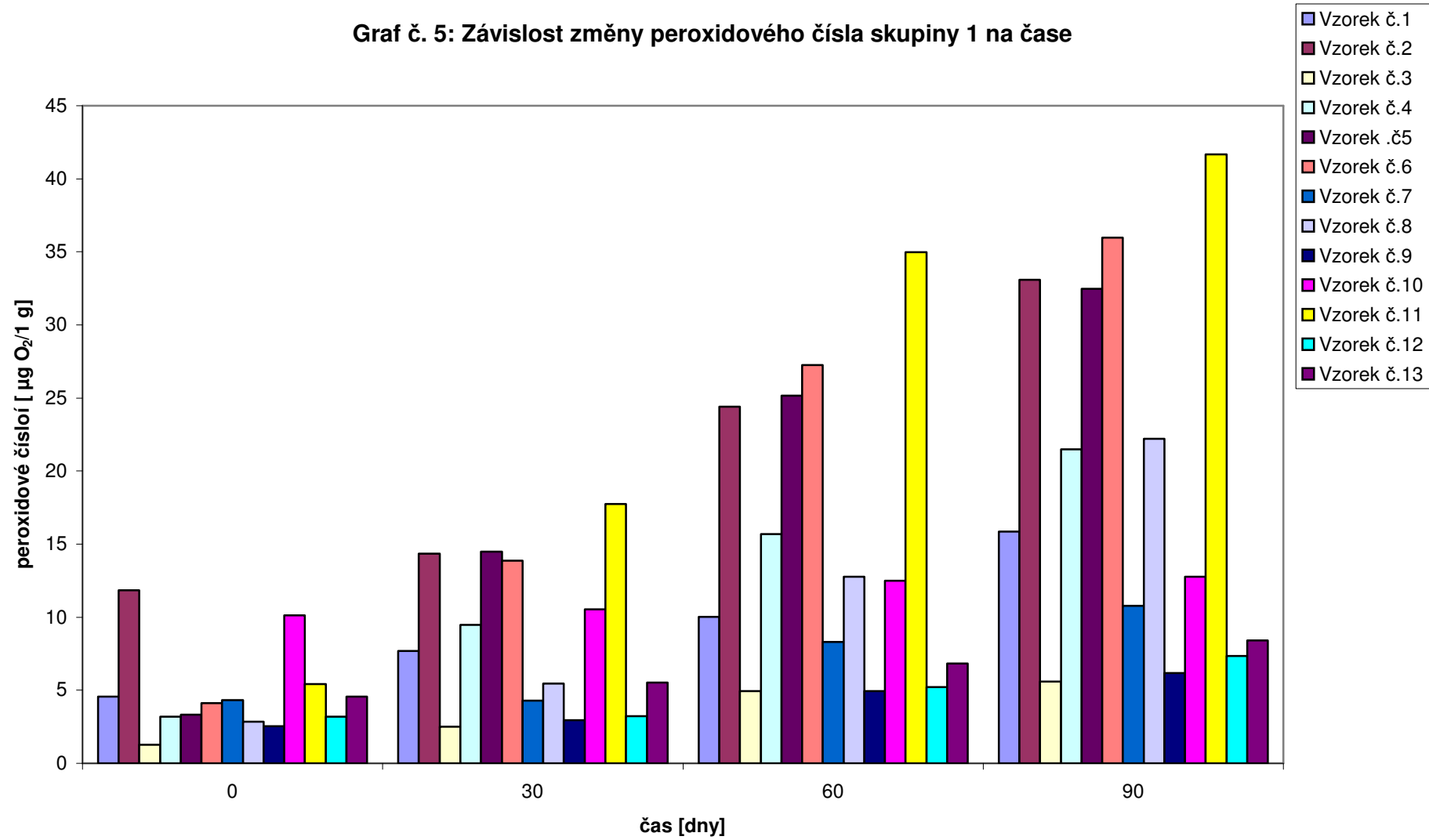
Graf č.3: Závislost změny čísla kyselosti skupiny 3 na čase



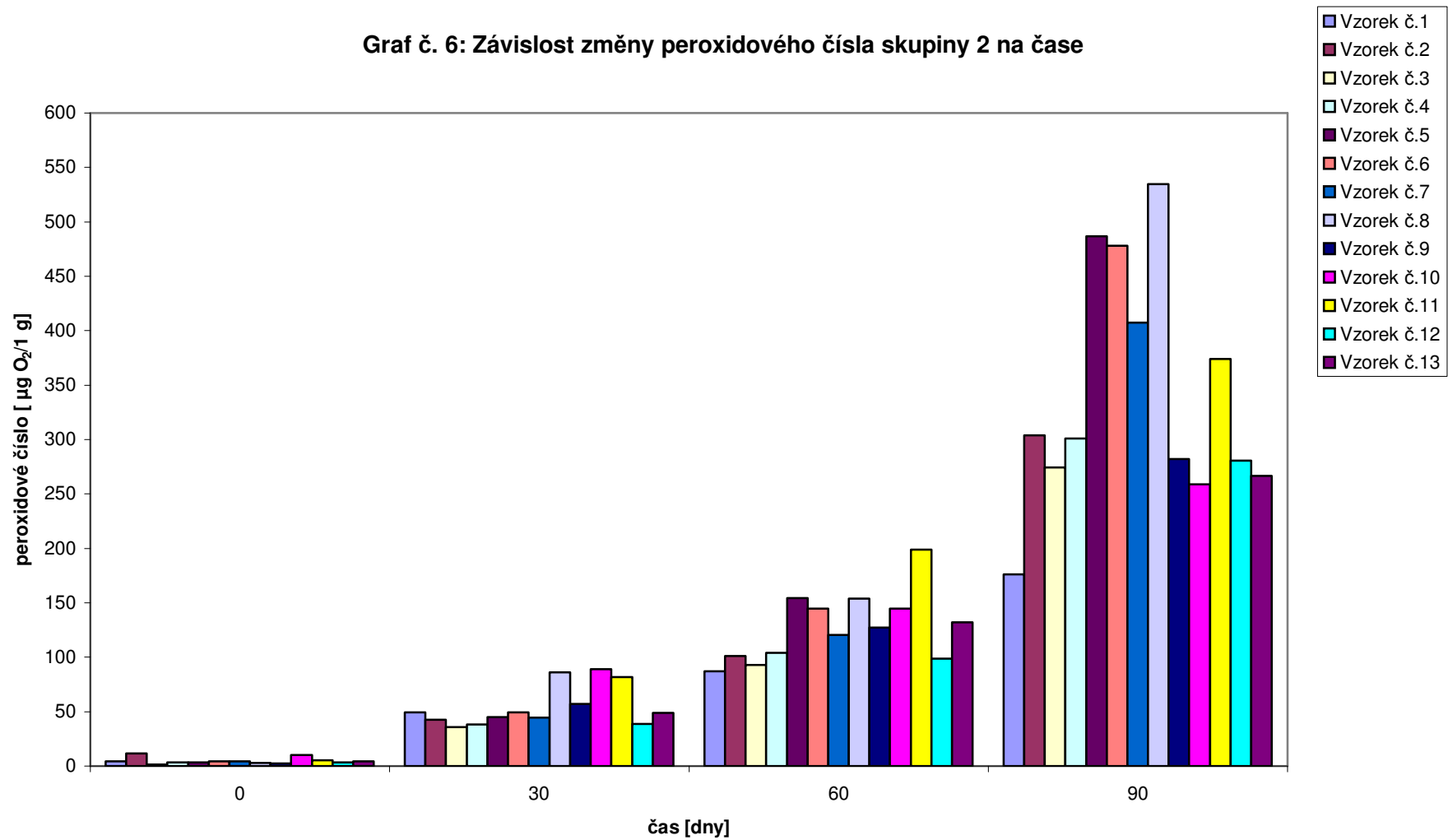
Graf č. 4: Závislost změny čísla kyselosti skupiny 4 na čase



Graf č. 5: Závislost změny peroxidového čísla skupiny 1 na čase

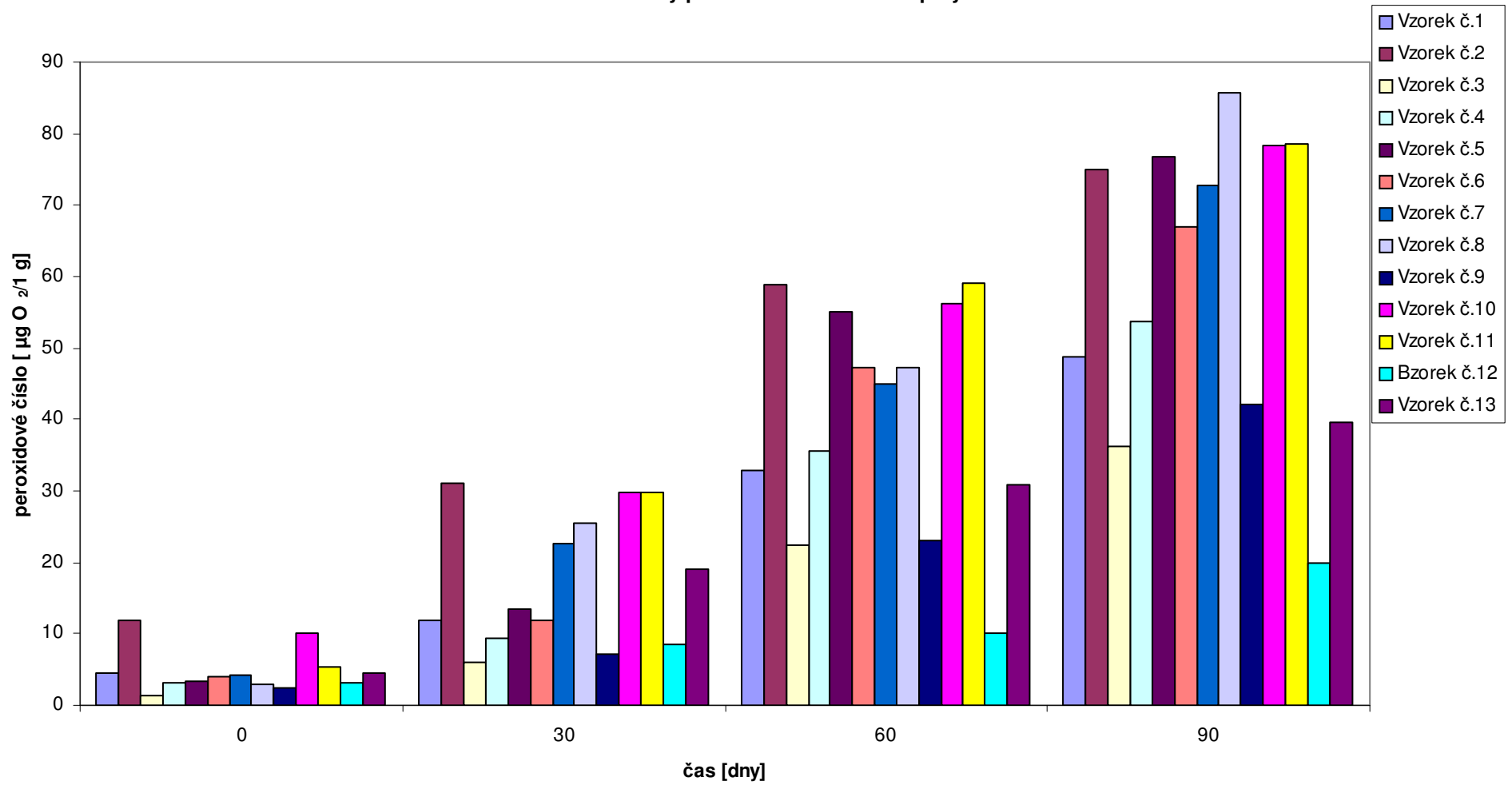


Graf č. 6: Závislost změny peroxidového čísla skupiny 2 na čase

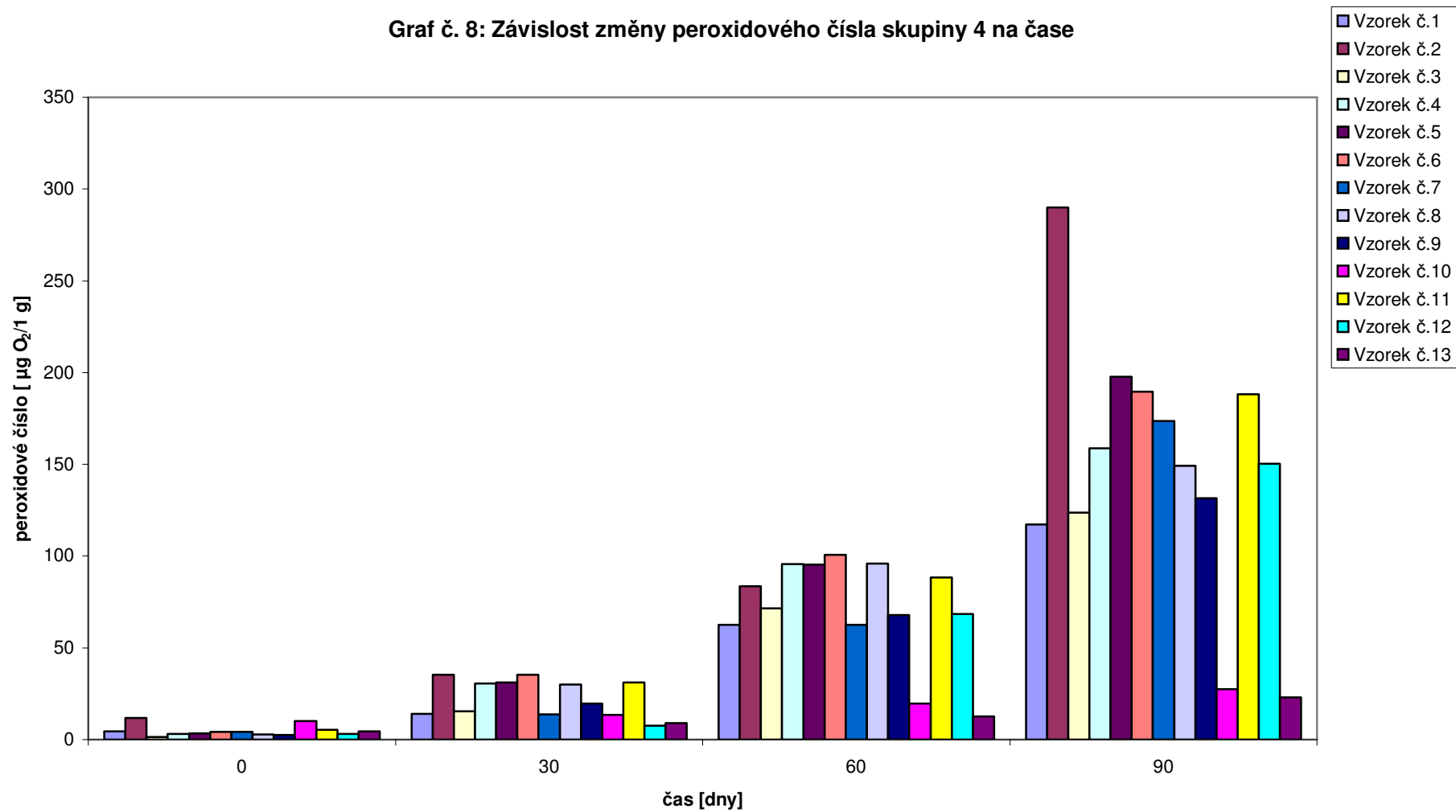




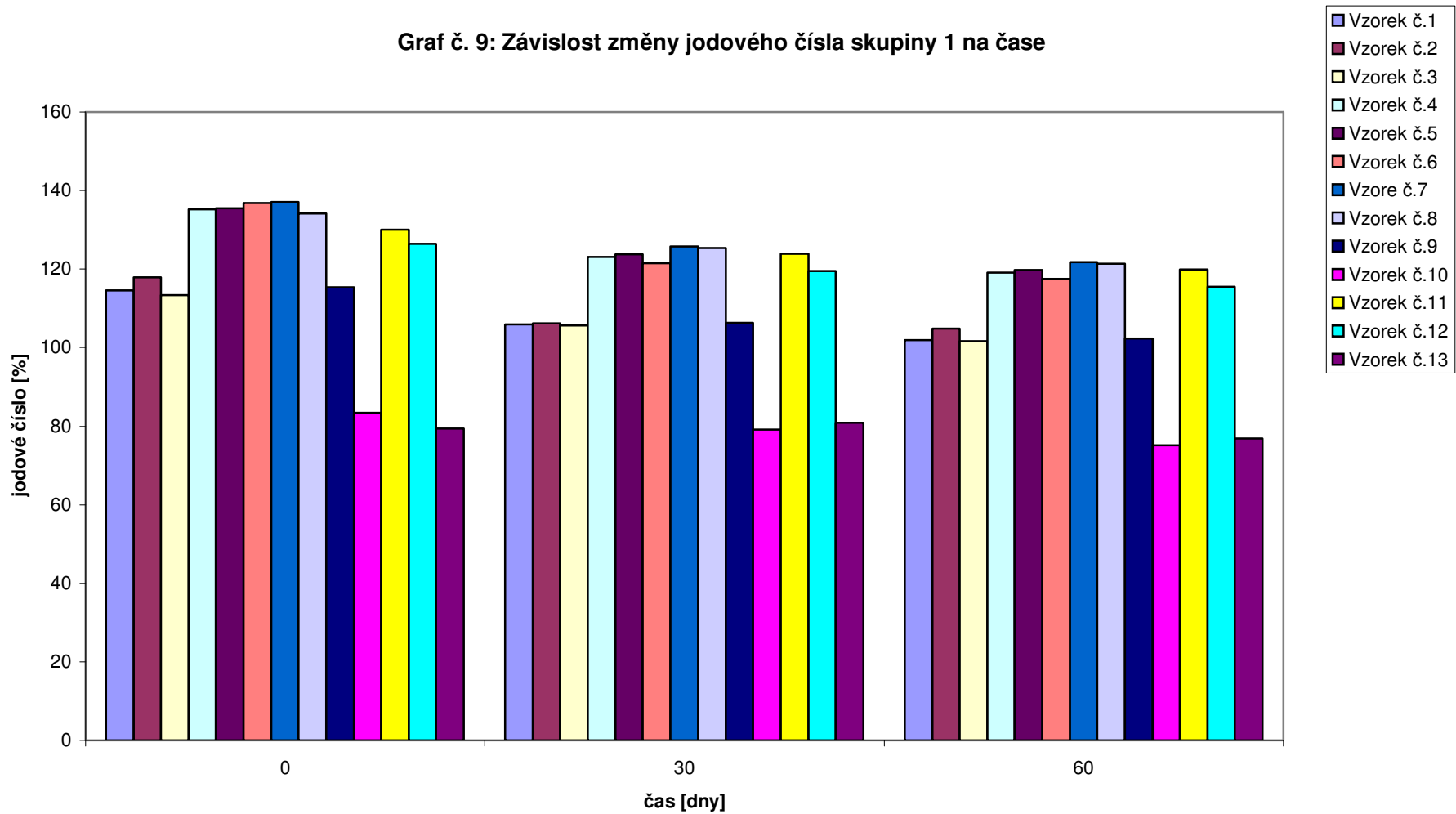
Graf č. 7 Závislost změny peroxidového čísla skupiny3 na čase



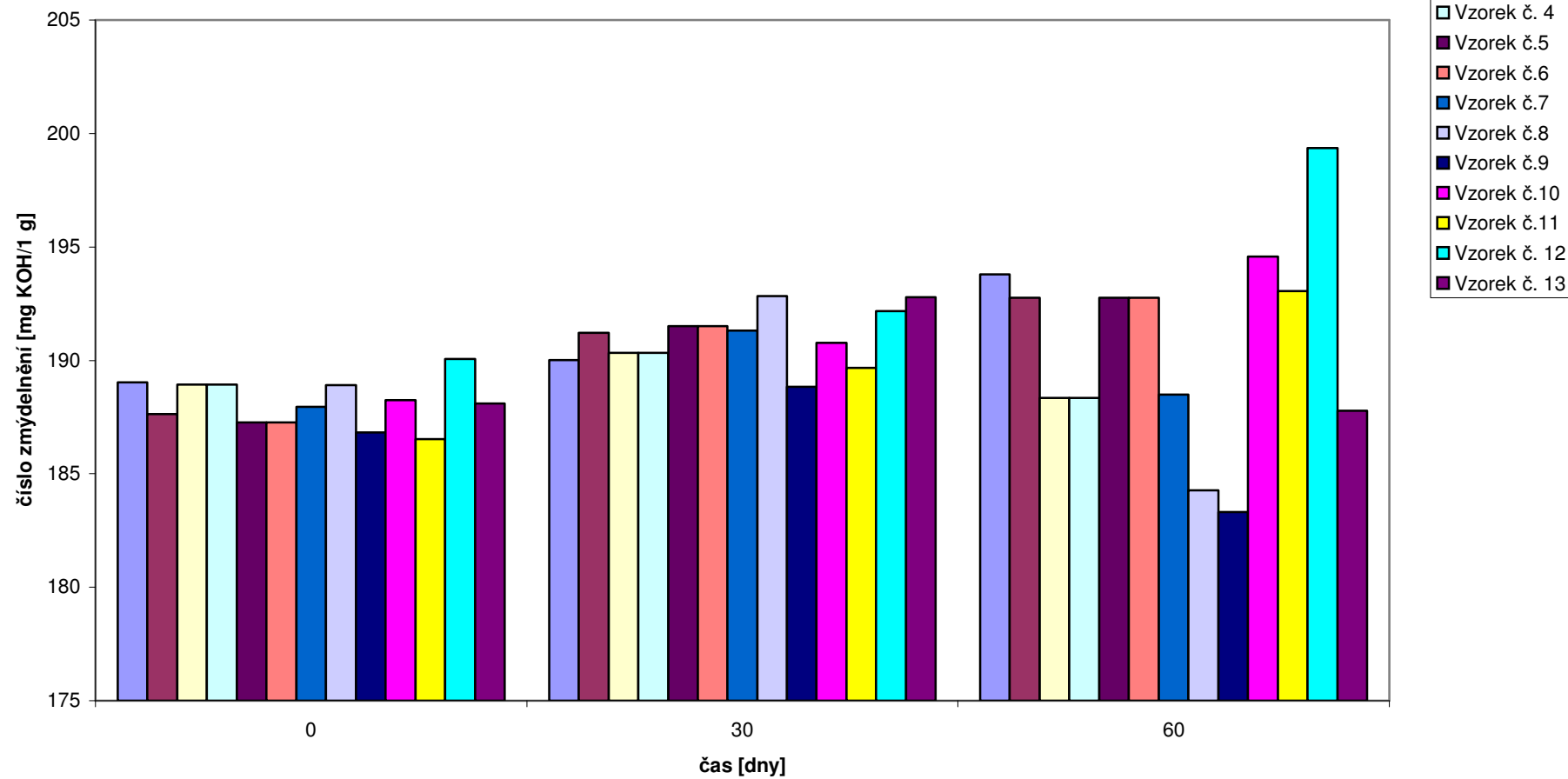
Graf č. 8: Závislost změny peroxidového čísla skupiny 4 na čase



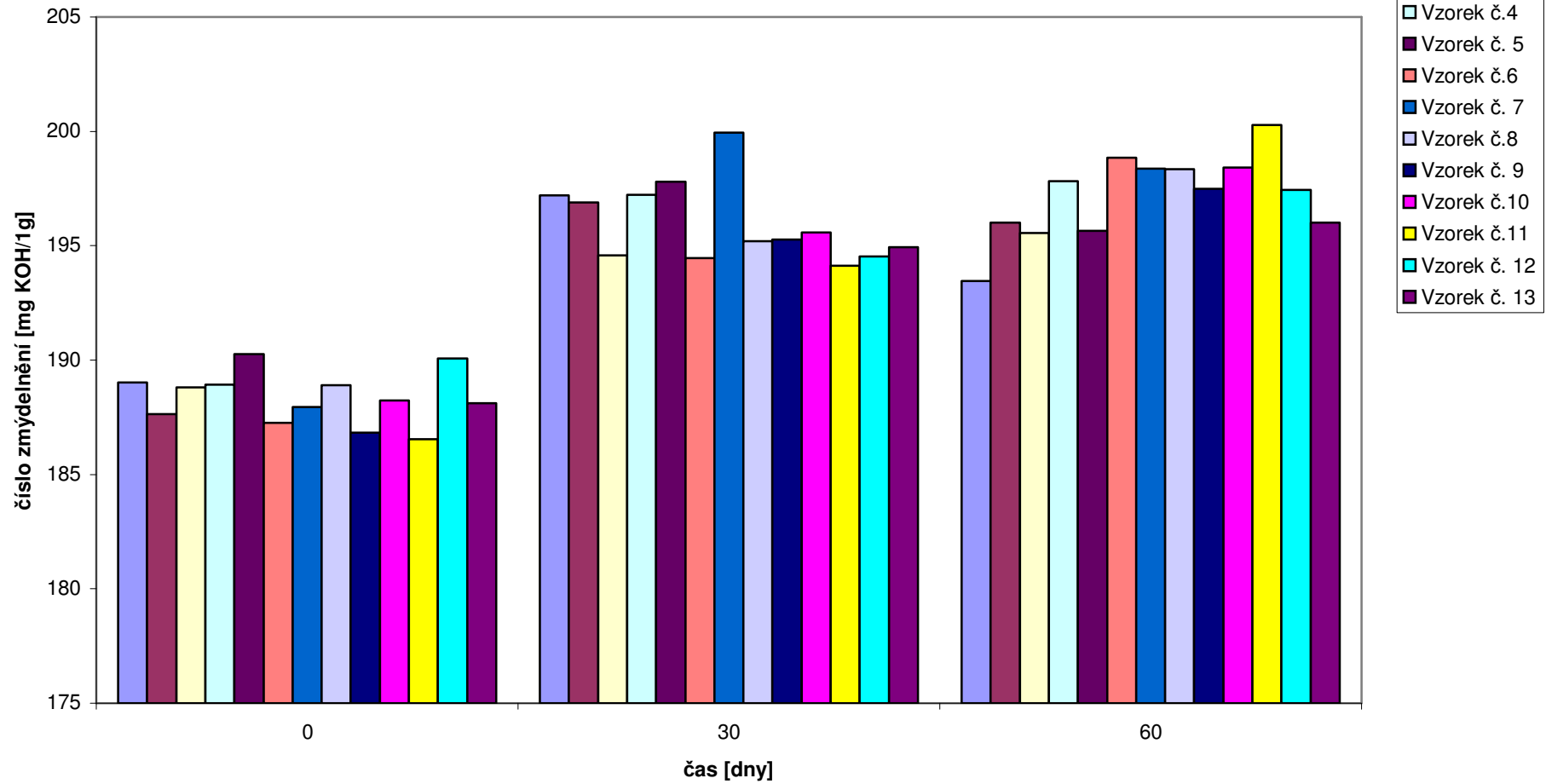
Graf č. 9: Závislost změny jodového čísla skupiny 1 na čase



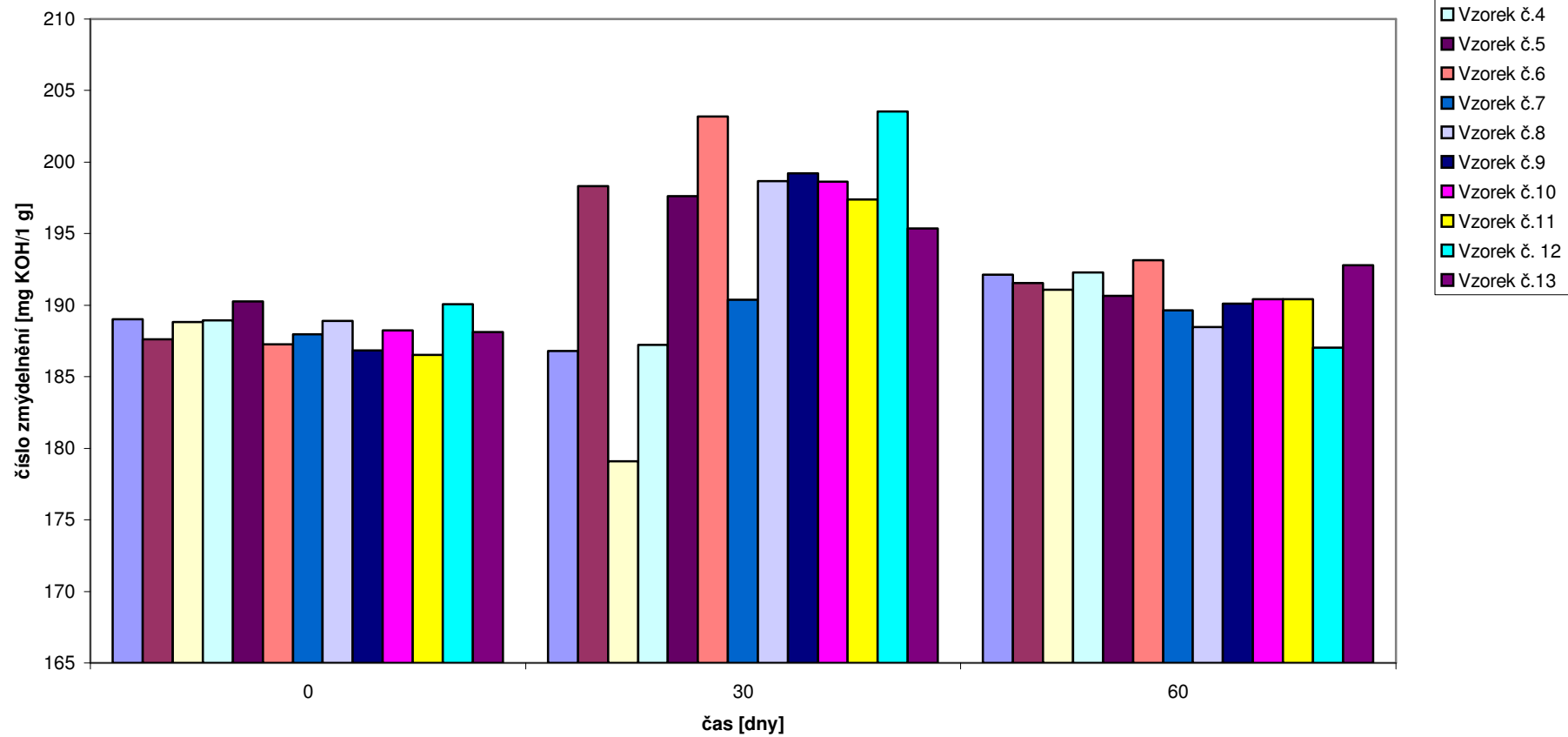
Graf č. 10 Závislost změny čísla zmydelnění skupiny 2 na čase



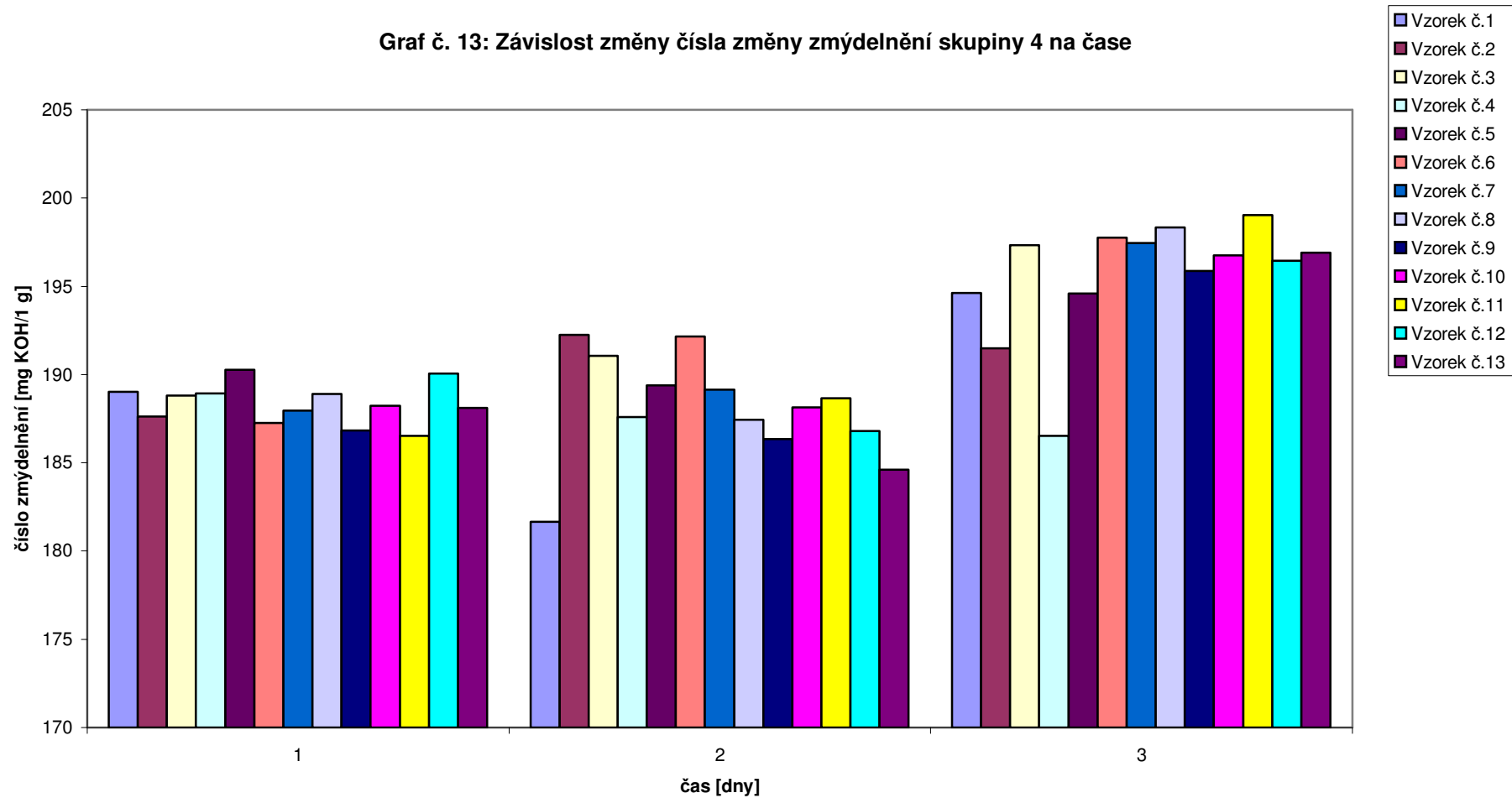
Graf č. 11: Závislost změny čísla zmydelnění skupiny 1 na čase



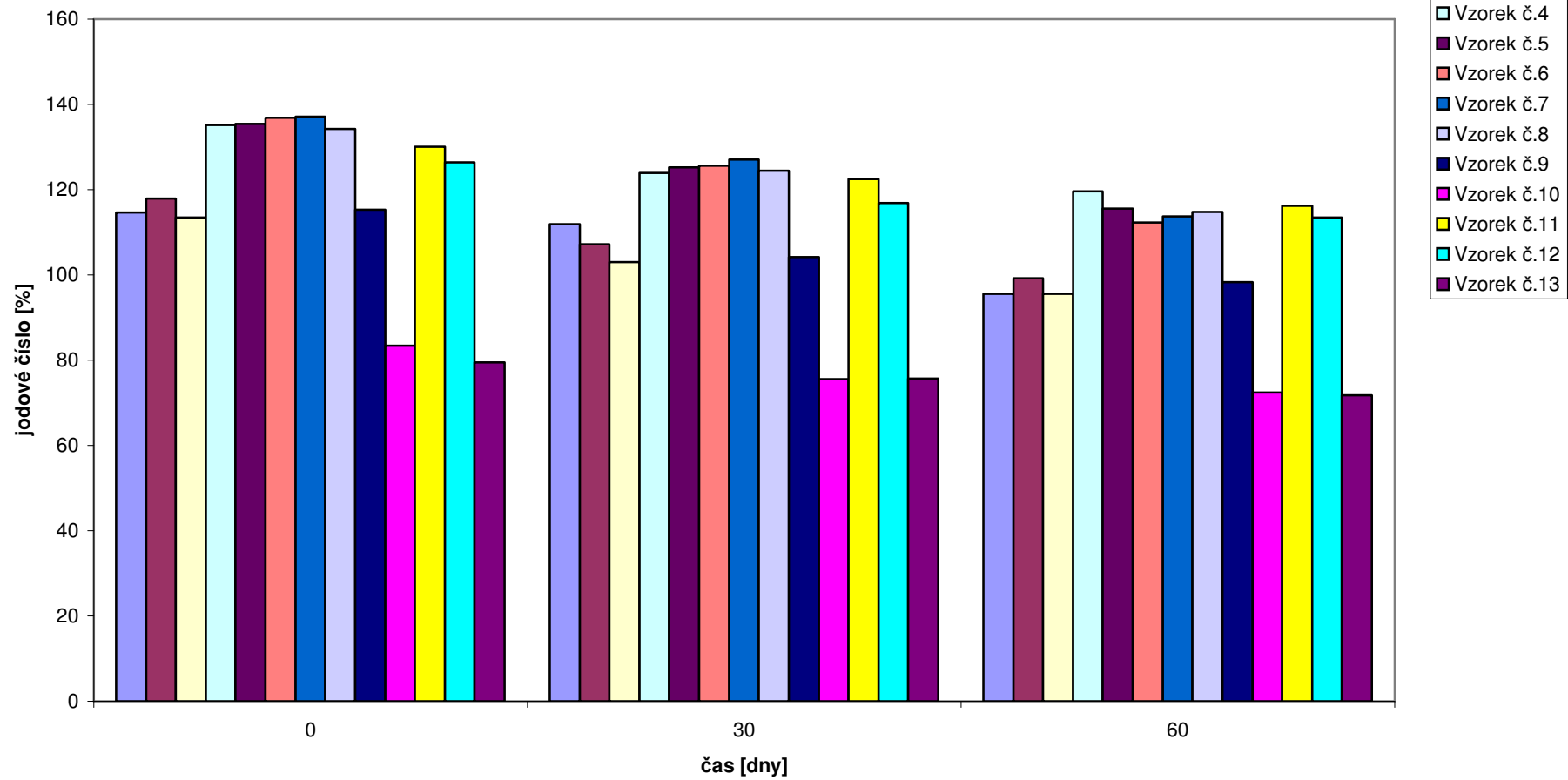
Graf č. 12: Závislost změny čísla zmydelnění skupiny 3 na čase



Graf č. 13: Závislost změny čísla změny zmýdelnění skupiny 4 na čase

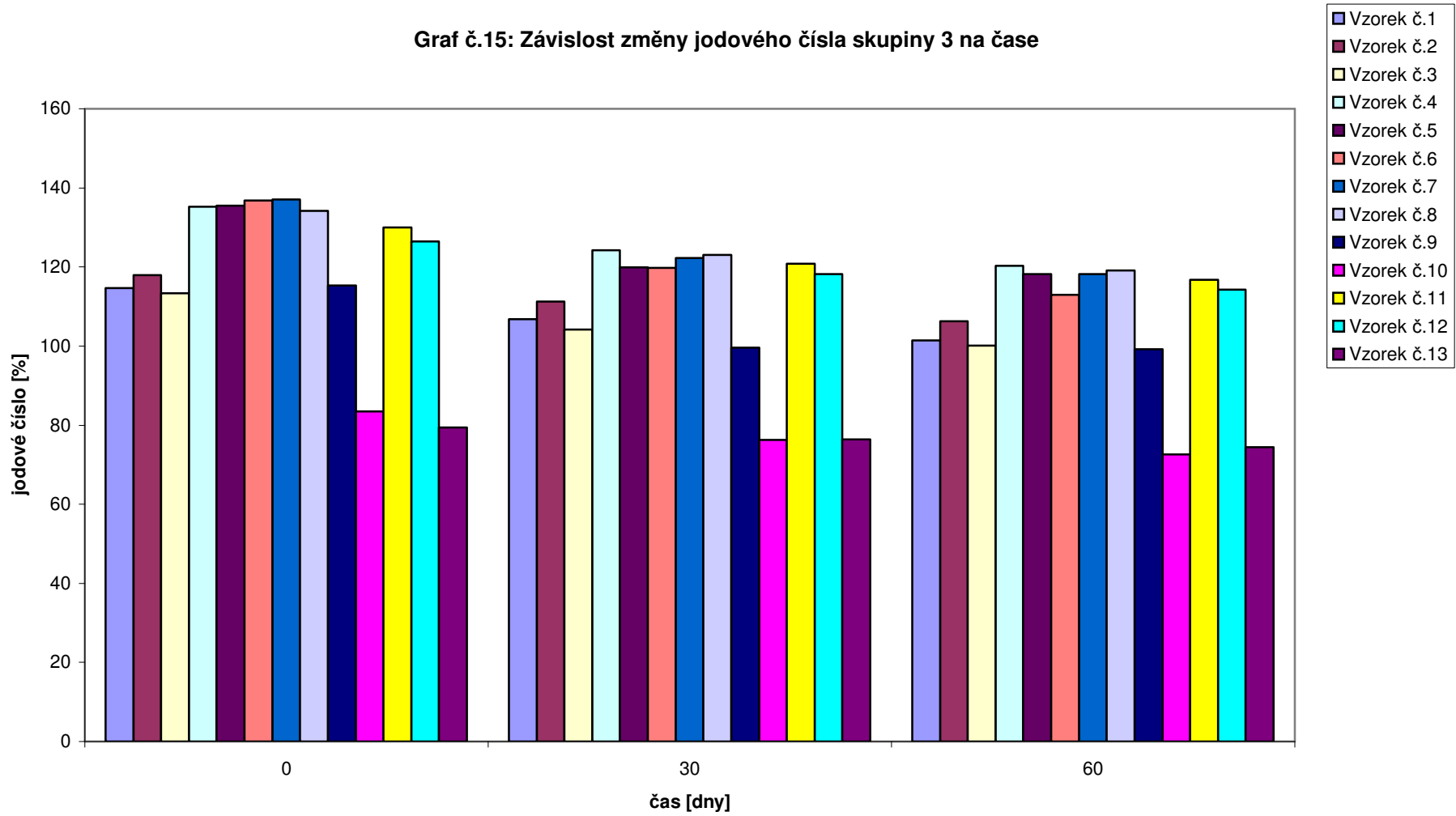


Graf č. 14: Závislost změny jodového čísla skupiny 2 na čase





Graf č.15: Závislost změny jodového čísla skupiny 3 na čase



Graf č. 16: Závislost změny jodového čísla skupiny 4 na čase

