

Charakteristika jakostních změn dlouhodobě skladovaných potravin

Bc. Veronika Tioková

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Tioková**
Osobní číslo: **T16243**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Charakteristika jakostních změn dlouhodobě skladovaných potravin**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. Charakteristika krizových stavů a možností zabezpečení stravování obyvatelstva.
2. Charakteristika změn probíhajících během dlouhodobého skladování potravin se zaměřením na různé skladovací teploty.

II. Praktická část

1. Založení skladovacího pokusu s vybranými trvanlivými potravinami při 4 různých teplotách.
2. Chemická, mikrobiologická a senzorická analýza potravin v 6 intervalech (na počátku skladování a dále po 1, 3, 6, 9 a 12 měsících skladování).
3. Diskuse získaných výsledků a formulace závěrů práce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] BUBELOVÁ, Z., TREMLOVÁ, B., BUŇKOVÁ, L., POSPIECH, M., VÍTOVÁ, E., BUŇKA, F. The effect of long-term storage on the quality of sterilized processed cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 2015, 52, 8, 4985-4993. ISSN 0022-1155
- [2] BUBELOVÁ, Z., ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKOVÁ, L., TALÁR, J., ZAJÍČEK, V., FOLTIN, P., BUŇKA, F. Quality changes of long-life foods during three-month storage at different temperatures. *Potravinářstvo*, 2017, 11, 1, 43-51. ISSN 1337-0960
- [3] KILCAST, D. a P. SUBRAMANIAM (eds.). *The stability and shelf-life of food*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. ISBN 1-85573- 500-8
- [4] KILCAST, D. a P. SUBRAMANIAM (eds.). *Food and beverage stability and shelf life*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. ISBN 978-1- 84569-701- 3
- [5] ZASYPKIN, D. a T.C. LEE. Storage stability and nutritive value of food for long-term manned space mission. In WELTI-CHANGES, J., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., AGIULERA, J.M. (Eds.) *Engineering and food for the 21 st century*. Boca Raton, CRC Press, 2002, 979-991. ISBN: 978-1- 56676-963- 1.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zuzana Bubelová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

2. února 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

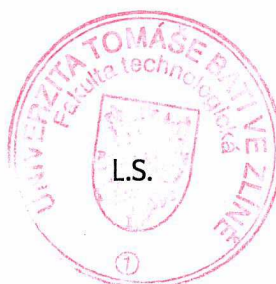
25. dubna 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: *Tiskota Veronika*

Obor: *Technologie potravin*

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně *25.4.2018*

.....
Tiskota

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

V teoretické části diplomové práce byly charakterizovány krizové situace a stavy, které mohou nastat působením škodlivých sil a jevů vyvolaných činností člověka, nebo přírodními vlivy. Dále byly popsány možnosti zabezpečení stravování obyvatelstva, složek záchranného systému a vojáků v těchto situacích a také změny některých složek potravin, které mohou nastat během jejich dlouhodobého skladování v různých teplotních podmínkách.

V praktické části diplomové práce byly během ročního skladování sledovány chemické, mikrobiologické, senzorycké a reologické změny u deseti vybraných trvanlivých potravin. Předpokladem pro výběr těchto potravin byla jejich delší údržnost v nepříznivých klimatických podmínkách. Vybrané trvanlivé potraviny byly vystaveny čtyřem různým teplotám (mrazírenská, chladiřenská, pokojová a termostatová – 40 °C), které měly simulovat podnebné (klimatické) pásy.

Klíčová slova: teplota skladování, délka skladování, jakostní změny, trvanlivé potraviny

ABSTRACT

The theoretical part of the diploma thesis deals with characterization of crisis situations and conditions, that can occur due to harmful forces and phenomena caused by human activities or natural influences. In addition, thesis describes how to secure the diet of population, rescue system and army in these situations, as well as changes in some food components that may occur during their long-term storage under different temperature conditions.

The experimental part of thesis is focused on the monitoring of the chemical, microbiological, sensory and rheological changes in ten selected long-life foods during the one year-long storage. A prerequisite for choosing these foods was their longer shelf life in unfavourable climatic conditions. Selected long-life foods were exposed to four different temperatures (refrigerating, cooling, room and thermostat – 40 °C) to simulate climatic zones.

Keywords: storage length, storage temperature, quality changes, long-life foods

Velmi ráda bych poděkovala svému konzultantovi, panu Ing. Tomášovi Šopíkovi, za jeho cenné rady, informace a materiál, které mi poskytl ke zhotovení diplomové práce, a také za jeho čas, který mi byl ochoten věnovat, jak při práci v laboratoři, tak při odborných konzultacích.

Dále bych ráda poděkovala i paní laborantce, Ing. Ludmile Zálešákové, za její trpělivost a cenné rady, které mi ochotně předávala při práci v laboratoři.

V neposlední řadě bych chtěla moc poděkovat mé vedoucí diplomové práce, paní Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D, za její odborné vedení, čas, ochotu a cenné rady i připomínky během konzultací.

Velké díky patří také mé rodině za trpělivost a pochopení, poskytnutí skvělého studijního zázemí a jejich plné podpory během celého studia.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I. TEORETICKÁ ČÁST	12
1 MOŽNOSTI ZABEZPEČENÍ STRAVOVÁNÍ OBYVATELSTVA ČR V KRIZOVÝCH STAVECH	13
1.1 CHARAKTERISTIKA KRIZOVÝCH SITUACÍ A STAVŮ	13
1.1.1 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	14
1.1.2 SYSTÉM HOSPODÁŘSKÝCH OPATŘENÍ PRO KRIZOVÉ STAVY	14
1.2 MOŽNOSTI ZABEZPEČENÍ STRAVOVÁNÍ OBYVATELSTVA ČR V KRIZOVÝCH SITUACÍCH	15
1.2.1 BOJOVÁ DÁVKA POTRAVIN	16
1.2.2 BOJOVÁ DÁVKA POTRAVIN PRO TROPICKÉ OBLASTI.....	17
1.2.3 INDIVIDUÁLNÍ POTRAVINOVÁ DÁVKA	18
1.2.4 HUMANITÁRNÍ BALÍČEK	18
2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SKUPIN POTRAVIN A ZMĚNY V NICH PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM SKLADOVÁNÍ	20
2.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TRVANLIVOST POTRAVIN	20
2.1.1 VNITŘNÍ FAKTORY	20
2.1.2 VNĚJŠÍ FAKTORY	21
2.1.3 PRODLOUŽENÍ TRVANLIVOSTI POTRAVIN POMOCÍ POTRAVINÁŘSKÝCH OBALOVÝCH MATERIÁLŮ	22
2.2 STERILOVANÉ VÝROBKY	22
2.2.1 OBALOVÝ MATERIÁL.....	23
2.2.2 ZMĚNY PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM SKLADOVÁNÍ.....	23
2.2.2.1 Maillardova reakce.....	24
2.2.2.2 Oxidační reakce.....	25
2.2.2.3 Reakce bílkovin s oxidovanými tuky	27
2.2.2.4 Hydrolýza	28
2.3 DEHYDRATOVANÉ VÝROBKY	28
2.3.1 OBALOVÝ MATERIÁL	28
2.3.2 ZMĚNY PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM SKLADOVÁNÍ.....	29
2.3.2.1 Mikrobiologické změny	29
2.3.2.2 Chemické změny	30
2.4 VÝROBKY S VYSOKÝM OBSAHEM JEDNODUCHÝCH CUKRŮ.....	30

2.4.1	DŽEM	30
2.4.2	MED	30
2.4.3	OBALOVÝ MATERIÁL	31
2.4.4	ZMĚNY PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM SKLADOVÁNÍ.....	31
2.4.4.1	Změny viskozity	32
2.4.4.2	Krystalizace	32
2.2.1.3	Vznik furanu a pyranu	32
II.	PRAKTICKÁ ČÁST	34
3	CÍL PRÁCE.....	35
4	METODIKA PRÁCE	36
4.1	CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH VZORKŮ TRVANLIVÝCH POTRAVIN.....	36
4.2	POPIS SKLADOVACÍHO EXPERIMENTU	36
4.3	POUŽITÉ POMŮCKY, CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJE.....	38
4.3.1	POMŮCKY.....	38
4.3.2	CHEMIKÁLIE.....	38
4.3.3	PŘÍSTROJE	39
4.4	PRINCIPY A POSTUPY POUŽITÝCH METOD STANOVENÍ.....	39
4.4.1	SUŠINA	39
4.4.1.1	Postup stanovení.....	40
4.4.2	PH.....	40
4.4.2.1	Postup stanovení.....	41
4.4.3	AMONIAK	41
4.4.3.1	Postup stanovení.....	41
4.4.4	TIOBARBITUROVÉ ČÍSLO	42
4.4.4.1	Postup stanovení.....	43
4.4.5	HRUBÁ BÍLKOVINA.....	44
4.4.5.1	Postup stanovení.....	45
4.4.6	TUKY.....	46
4.4.6.1	Postup stanovení.....	46
4.4.7	VISKOZITA A VISKOELASTICKÉ VLASTNOSTI	47
4.4.7.1	Postup stanovení.....	47
4.4.8	SENZORICKÁ ANALÝZA	49
4.4.8.1	Postup hodnocení	49
4.4.9	MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA	49
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	50
5.1	PH.....	50
5.2	SUŠINA.....	50

5.3 TUK.....	51
5.2 HRUBÁ BÍLKOVINA	57
5.3 AMONIAK.....	57
5.4 TIOBARBITUROVÉ ČÍSLO.....	58
5.5 MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA	64
5.6 SENZORICKÁ ANALÝZA.....	75
5.7 VIZKOZITA A VIZKOELASTICKÉ VLASTNOSTI.....	89
ZÁVĚR	94
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	96
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	105
SEZNAM OBRÁZKŮ	106
SEZNAM TABULEK.....	107

ÚVOD

V případě mimořádných událostí, jako jsou různé krizové stavy, by měl mít každý vyspělý stát patřičné potravinové rezervy pro své obyvatelstvo, členy integrovaného záchranného systému a vojenských složek.

Protože k mimořádným situacím dochází stále častěji a vojsko ČR je posíláno na mise i do jiných států světa nacházejících se v odlišných klimatických pásech (ať už arktickém, či tropickém), je nutné tato místa pravidelně zásobovat dávkami potravin. Při přepravě potravin sestávají při různých teplotách po různě dlouhou dobu. Konzervy či dehydratované potraviny, které jsou primárně určeny k dlouhodobému skladování, se doporučuje skladovat při pokojové teplotě. Lze očekávat, že při teplotách mrazírenských, nebo naopak vyšších, nebudou trvanlivé potraviny zcela stabilní a jejich dlouhodobé skladování bude spojeno s významnými fyzikálně-chemickými změnami, zejména tedy při teplotách vyšších. V průběhu dlouhodobého skladování potravin může docházet k různým změnám vedoucím ke snížení nutriční hodnoty, snížení stravitelnosti některých složek potravin a zhoršení biologické dostupnosti některých živin (esenciálních aminokyselin apod.). Vlivem určitých reakcí dochází i k degradaci základních makronutrientů (proteiny, lipidy a sacharidy), ale i mikronutrientů (vitaminy, minerální látky).

V praktické části této práce byly popsány změny v kvalitě různých druhů potravin s dlouhou životností během ročního skladování při 4 různých teplotách (-18°C , 5°C , 23°C a 40°C). Teploty byly vybrány tak, aby simulovaly odlišné klimatické podmínky, ve kterých by tyto potraviny mohly být použity ke stravování během krizových situací a vojenských operací za účelem zajištění vysoké úrovně udržitelnosti. Potraviny byly hodnoceny mikrobiologickými rozbory (celkový počet aerobních a fakultativně anaerobní mezofilních mikroorganismů, aerobních a anaerobních mikroorganismů tvořících spor, počet kvasinek a plísní), chemickými analýzami (stanovení pH; obsahu sušiny; amoniaku, tiobarbiturového čísla, aminokyselin, bílkovin a tuků), reologickými analýzami (viskozita a viskoelastické vlastnosti) a senzorickými analýzami (vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně, intenzita pachutí).

Jelikož v dostupné literatuře chybí informace týkající se popisu změn během dlouhodobého skladování konkrétních druhů potravin, bylo cílem této práce popsat změny během

skladování v těchto potravinách a na základě toho zjistit, zda mohou být vhodné pro sestavení dávek potravin.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MOŽNOSTI ZABEZPEČENÍ STRAVOVÁNÍ OBYVATELSTVA ČR V KRIZOVÝCH STAVECH

V dnešní době je člověk čím dál častěji vystavován následkům mimořádných událostí (povodně, zemětřesení, válečné konflikty, atd.), které přicházejí většinou neočekávaně a mohou ohrožovat životy a zdraví obyvatel, nebo způsobovat velké škody na majetku a životním prostředí. Mimořádné události lze pokládat za příčiny krizových situací. Je-li při vzniku mimořádné události zasažena velká část území, je nutné zajistit a dodat postiženému obyvatelstvu dostatek potravin v co nejkratším čase, aby byla zabezpečena jejich výživa.

Bezpečnost je primárním požadavkem jakékoliv potravy a je také důležitou a nezbytnou součástí kvality potravin. Kvalita potravin zahrnuje souhrn charakteristik, který pokrývá hygienické, nutriční, technologické, senzorické a informační aspekty, stejně jako vlastní užitnou hodnotu danou snadností kulinární přípravy, spotřeby a samozřejmě i aspekty ekonomické. Všechny tyto parametry určují v souladu s právními normami spokojenost zákazníků. Změny mikrobiálních, chemických, biochemických a fyzikálních vlastností mohou mít za následek ztrátu kvality potravin. Jakákoliv mikrobiální nebo chemická kontaminující látka může vážně uškodit při spotřebě potravin. Je proto důležité dodržovat správné hygienické podmínky a konzervační techniky, které zabrání růstu nežádoucích mikroorganismů znehodnocujících výsledný produkt, nebo přítomnosti infekčních bakterií [1,2].

1.1 Charakteristika krizových situací a stavů

Krizová situace je mimořádná událost způsobena škodlivým působením sil a jevů vyvolaných činností člověka nebo přírodními vlivy. Krizovými situacemi mohou být také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. V těchto situacích je vyhlášen krizový stav nebezpečí, nouzový stav, ohrožení státu nebo válečný stav [3].

V případě, že se jedná o krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany ČR před vnějším napadením, lze vyhlásit některý z nevojenských (civilních) krizových stavů:

- *Stav nebezpečí* - může vyhlásit hejtman kraje, jsou-li ohroženy životy, zdraví, majetek, životní prostředí a není možné odvrátit ohrožení běžnou činností správních úřadů, orgánů krajů a obcí, složek integrovaného záchranného systému nebo subjektů kritické infrastruktury;
- *Nouzový stav* - může vyhlásit vláda v případě živelních pohrom, ekologických nebo průmyslových havárií, nehod nebo jiného nebezpečí, které ve značném rozsahu ohrožují životy, zdraví nebo majetkové hodnoty, nebo vnitřní pořádek a bezpečnost.

Jedná-li se o krizové situace, které souvisejí se zajišťováním obrany ČR před vnějším nepřítelem, lze vyhlásit některý z vojenských krizových stavů:

- *Stav ohrožení státu* - může vyhlásit parlament na návrh vlády, je-li bezprostředně ohrožena svrchovanost státu, územní celistvost státu, nebo jeho demokratické základy;
- *Válečný stav* - při napadení ČR, nebo při nutnosti plnění mezinárodních smluvních závazků o společné obraně proti napadení (účast ČR v obranných systémech mezinárodní organizace, jíž je členem), rozhoduje parlament o vyhlášení válečného stavu a vyslovuje souhlas s vysláním a pobytem ozbrojených sil ČR mimo území ČR. Vláda dále rozhoduje o účasti na mírových operacích podle rozhodnutí mezinárodní organizace, jíž je ČR členem, a to se souhlasem přijímajícího státu, účast na záchranných pracích při živelních pohromách, průmyslových nebo ekologických haváriích [4, 5, 6].

1.1.1 Integrovaný záchranný systém

Na řešení krizových situací se podílí integrovaný záchranný systém (IZS), který je určen pro koordinaci záchranných a likvidačních prací. Patří zde Hasičský záchranný sbor ČR, zdravotnická záchranná služba a Policie České republiky. Ostatní složky IZS (např. Armáda ČR, správní úřady či fyzické osoby) poskytují při záchranných a likvidačních pracích plánovanou pomoc na vyžádání [1, 7].

1.1.2 Systém hospodářských opatření pro krizové stavy

Pro řešení krizových situací je mimo jiné nutné mít připraveny prostředky, které je možno využít k okamžitému použití ve prospěch obyvatel, kteří jsou krizovou situací nějak

zasazení. Tyto prostředky musí být k dispozici především pro nouzové přežití obyvatel, pro podporu IZS a pro podporu činnosti státní správy. Tento úkol je zákonem povinná plnit Správa státních hmotných rezerv a je celý rozpracován v tzv. „Systému hospodářských opatření pro krizové stavy“. Státní hmotné rezervy vznikají na základě požadavků krizových plánů ústředních správních úřadů a je možné je rozčlenit na hmotné rezervy, pohotovostní zásoby, zásoby pro humanitární pomoc a mobilizační rezervy. Patří zde i zásoby pro zajištění surovinové a potravinové bezpečnosti České republiky [7, 8].

1.2 Možnosti zabezpečení stravování obyvatelstva ČR v krizových situacích

V krizových situacích je třeba zabezpečit jak zasahující složky IZS, tak i ostatní obyvatelstvo stravou, kterou si nejsou schopni zajistit standardním způsobem. Zajištění výživy si vyžaduje vyčlenění určitých finančních prostředků. Aby bylo možno tyto prostředky odhadnout, je třeba přibližně znát potřebu 1 osoby na 1 den. Tuto potřebu lze vymezit prostřednictvím stravných dávek dle fyzické zátěže obyvatel. Pro plánování výživy při krizových stavech, kdy se předpokládá, že budou trvat pouze krátkodobě (cca do 30 dnů), je vhodné vybrat a sledovat pouze ty nutriční faktory, u nichž by i krátkodobý deficit mohl znamenat ohrožení zdravotního stavu řady obyvatel.

Výživové doporučené dávky (VDD) stanovují pro určitou skupinu obyvatel energetickou hodnotu, kterou by každý jedinec z této skupiny měl denně přijmout. Dále doporučují množství a strukturu živin - bílkoviny živočišné, bílkoviny rostlinné a bílkoviny celkem, tuky, kyselina linolová a sacharidy, které mají dodat energii, a rovněž množství vitaminů a minerálních látek - vápník, fosfor, železo, vitaminy A, B₁, B₂, B₃ a vitamin C. Všechny hodnoty jsou udávány na osobu a den[4, 7, 9].

VDD jsou v Armádě ČR uváděny jako stravní dávky, které se dělí na jednotlivé kategorie s ohledem na průměrné zatížení vojáků. Při výcviku malých jednotek pohybujících se na velkém prostoru bez stálého stanoviště, nebo pokud se jednotka z místa se stálým zásobováním vydává na dlouhodobou činnost mimo toto místo, je proviantní zabezpečení řešeno tzv. bojovou dávkou potravin [10].

1.2.1 Bojová dávka potravin

Bojová dávka potravin (BDP, viz Obr. 1) je určena jako individuální strava speciálně vyvinuta pro vševojskové použití. Lze ji použít nejen ve stavech branné pohotovosti nebo válečných stavech, ale také při živelních pohromách či jiných akcích složek IZS. Dále může být využita při rekreačních a sportovních aktivitách, kdy nejsou k dispozici chladicí zařízení. BDP je známá také pod ekvivalentem MRE (Meals Ready to Eat). BDP zabezpečuje stravovací potřeby jednotlivce na dobu 24 hodin. Možnost více variant složení BDP umožňuje jeho opakované používání, nejdéle však na dobu 30 po sobě následujících dnů.

BDP musí splňovat základní jakostní a technické požadavky jako jsou:

- senzorická vhodnost použitých potravin;
- zdravotní nezávadnost potravin při zachování požadavku na dlouhodobé 24 měsíční skladování při teplotách od 0 °C do 25 °C a relativní vlhkosti do 70 %;
- energetická a nutriční bilance BDP je v souladu s potřebami člověka při dlouhodobě namáhavé fyzické činnosti a odpovídá požadavkům na základní stravovací dávku v armádách NATO;
- jednoduchá manipulace při přípravě jídel a nápojů;
- balení hotových pokrmů je vodotěsné a označení pokrmů v národním jazyce a ve dvou oficiálních jazycích NATO;
- je určena rovněž minimální energetická hodnota dávky, která nesmí klesnout pod 13 400 kJ, tj. přibližně 3200 kcal;
- odolnost proti mechanickému poškození, UV záření a vodě [1, 11, 12, 13].



Obr. 1: Bojová dávka potravin [14]

1.2.2 Bojová dávka potravin pro tropické oblasti

Tyto bojové dávky potravin byly vyvinuty speciálně pro stravování vojáků v tropických oblastech (dále BDP-T, viz Obr. 2). Jejich složení a užitná hodnota se liší od již dříve zavedených bojových dávek potravin. Při jejich sestavování bylo nutno respektovat specifické požadavky na jednotlivé potravinové komponenty, zejména s ohledem na podmínky skladování, použití potravin s dlouhou dobou minimální trvanlivosti (DMT) při extrémně vysokých teplotách, sníženou hmotnost použitých potravin a zajištění odpovídajícího pitného režimu [15].



Obr. 2: Bojová dávka potravin pro tropické oblasti [15]

1.2.3 Individuální potravinová dávka

Tato dávka byla navržena na základě zkušeností uživatelů BDP ve spolupráci s předními odborníky z oblasti vojenských a outdoorových aktivit. Koncept individuální potravinové dávky odpovídá požadavkům na skladbu a nutriční parametry dávky pro krátkodobé zajištění jednotlivce během 8 hodinového aktivního výkonu. Individuální potravinové dávky (viz. Obr. 3) jsou mobilní variantou stravy pro jednotlivce, který se nachází v podmínkách neumožňující zajistit si stravu standardním způsobem.

Mezi její výhody patří lehké, mobilní a skladné provedení, je odolná vůči UV záření a vodě a má vynikající bariérové vlastnosti. Její obsah již není nutné ohřívat, a proto je vhodná pro extrémní outdoorové aktivity, Airsoft, turisty, řidiče kamiónů, v nouzi po záplavách či sněhových kalamitách [16].



Obr. 3: Individuální potravinová dávka [16]

1.2.4 Humanitární balíček

Humanitární balíček (viz. Obr. 4) je další alternativou pro zabezpečení stravy obyvatel po vyhlášení krizových stavů. Obsahuje vybrané základní komponenty a speciální prostředky, které jsou určeny k poskytnutí fyzické osobě vážně materiálně postižené. Podporuje okamžité řešení nouzové situace osoby, bez nutnosti další odborné asistence. Humanitární balíček obsahuje navíc 0,5 l pitné vody připravené k okamžité spotřebě [17].



Obr. 4: Humanitární balíček [17]

2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SKUPIN POTRAVIN A ZMĚNY V NICH PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM SKLADOVÁNÍ

Než se samotná potravina nebo potravinářský výrobek dostane na talíř konzumenta, mnohdy podstoupí dlouhou cestu, během které u ní probíhá spousta chemických, mikrobiologických, fyzikálních či organoleptických změn. Tyto změny (reakce) vedou mimo jiné k degradaci základních živin, jako jsou bílkoviny, tuky, cukry, vitaminy a minerální látky. Začíná k nim docházet již po sklizni rostliny nebo usmrčení zvířete a probíhají dále i při jejím zpracování. Existuje řada technologických operací a kroků, díky kterým lze docílit prodloužení trvanlivosti výrobků. K nejznámějším patří pasteurace nebo sterilace, chlazení, mrazení, fermentace a sušení.

Je nutné si uvědomit, že průběh těchto reakcí neskončí, jakmile je výrobek po zpracování zabalen. Ačkoliv je balení potravin jedním z hlavních faktorů, které přispívají ke konzervaci potravin, a v dnešní době se kladou stále vyšší požadavky na navržení obalů tak, aby splňovaly zvláštní podmínky každého konkrétního produktu, může i při skladování docházet k degradačním změnám, které ovlivňují jeho výslednou texturu, výživovou hodnotu, ztrátu hmotnosti a chuť potraviny, tedy souhrnně trvanlivost a následně i použitelnost. Trvanlivost potravin je definována jako časový úsek, během něhož je výrobek bezpečný a udržuje si požadované senzorycké, chemické, fyzikální, mikrobiologické a funkční vlastnosti [18, 19, 20].

2.1 Faktory ovlivňující trvanlivost potravin

Trvanlivost potravin může ovlivnit spousta mikrobiologických, chemických a fyzikálních faktorů, které se dle typu působení dělí na vnitřní a vnější.

2.1.1 Vnitřní faktory

Vnitřními faktory jsou vlastnosti konečného produktu. Jsou ovlivněny typem a kvalitou surovin i složením a strukturou produktu. Patří mezi ně:

- vodní aktivita (a_w);
- hodnota pH a celková kyselost;

- oxidačně-redukční potenciál;
- přítomnost kyslíku;
- přirozená mikroflóra;
- složení výrobku;
- ostatní živiny;
- použití konzervačních prostředků do výrobku.

2.1.2 Vnější faktory

Vnější faktory jsou naopak takové, na které konečný produkt narazí prostřednictvím potravinového řetězce. Řadí se mezi ně:

- časový a teplotní profil v průběhu zpracování;
- regulace teploty při skladování a distribuci;
- relativní vlhkost prostředí;
- složení atmosféry uvnitř obalu;
- skladování a distribuce;
- vystavení světlu během skladování a distribuce;
- mikrobiální prostředí v průběhu zpracování;
- následné tepelné zpracování;
- manipulace spotřebitelem.

Výše zmíněnými faktory je stimulována celá řada dějů, které omezují trvanlivost potravin. Možností jak zvýšit trvanlivost je tzv. překážkový efekt. Jedná se o působení mnoha činitelů, např. snížená teplota při skladování, řádné tepelné opracování, přípravky s antimikrobním nebo antioxidačním působením, vakuové balení a kontrolovaná atmosféra obalů s cílem omezit růst mikroorganismů [19, 25].

2.1.3 Prodloužení trvanlivosti potravin pomocí potravinářských obalových materiálů

Obal je výrobek zhotovený z materiálu jakékoli povahy a určený k pojmání, ochraně, manipulaci, dodávce, popřípadě prezentaci výrobků určených spotřebiteli nebo jinému konečnému uživateli.

Hlavní funkcí potravinářských obalových materiálů je chránit potraviny před znehodnocením vnějšími i vnitřními vlivy, mechanickým poškozením, kontaminací cizorodými látkami, působením hmyzu a hlodavců atd.

Dle vyhlášky č. 38/2001 Sb. v platném znění musí být používány pouze zdravotně nezávadné obaly a obalové materiály, které jsou vhodné pro kontakt s potravinami [20, 21, 22].

Existuje mnoho faktorů, které je třeba zvážit při výběru optimálního obalového materiálu pro určitý výrobek, včetně přípravy, zpracování, požadované trvanlivosti a celkových nákladů. Někdy mohou být určité obaly zásadním předpokladem výroby potravin – např. plechovky, sklenice a láhve v případě sterilovaných výrobků nebo fólie nepropustné pro plyny v případě balení potravin v modifikované atmosféře nebo za vakua.

V posledních desetiletích se pro balení mnoha potravinářských produktů začaly používat obalové materiály vyráběné z polymerních materiálů. Využívají se jako alternativa k tradičním materiálům jako je papír, sklo a kov. Výhodou jsou nejenom dobré bariérové vlastnosti, ale také jejich nízká cena, snadná výroba, nízká hmotnost, všestrannost ve velikosti a tvaru a široká škála mechanických vlastností [23, 24, 25].

2.2 Sterilované výrobky

Tepelná sterilace (termosterilace) se řadí k nepoužívanějším metodám konzervace potravin. Jejím prvotním cílem je usmrcení přítomných mikroorganismů a přímá inaktivace enzymů za účelem prodloužení doby udržitelnosti, požadované jakosti a zdravotní nezávadnosti výrobku. Termosterilaci je vhodné provést jen do té míry, aby došlo v co největší míře k zachování organoleptických a nutričních vlastností potravin. Při sterilaci tedy nemusí být dosaženo úplné sterility potravin, ale stačí tzv. obchodní sterilita, při níž jsou usmrceny pouze ty druhy a formy mikroorganismů, které by mohly během skladování narušit zdravotní nezávadnost potravin [26, 27, 28].

2.2.1 Obalový materiál

Konzervářství je technologie, která využívá tři hlavní typy obalů – z kovů, plastů a skla. Kovové obaly patří sice k dražším typům obalů, na druhou stranu přinášejí produktu značné benefity, které jim jiný materiál není schopen poskytnout. Kovový obal neboli konzerva je pevný, neprodyšný, má dobrou tepelnou vodivost a vysokou životnost. Zatímco klasické konzervy jsou určeny pro dlouhodobé skladování a konzervaci netrvanlivých potravin v běžných teplotních a vlhkostních podmínkách, polokonzerva, která se nejčastěji vyrábí v materiálové variantě polypropylenová miska/hliníková fólie na uzavírání, poskytuje sice produktu také zvýšenou trvanlivost, ale oproti konzervám mnohem nižší, obvykle do 6 měsíců. V potravinářství se konzervy využívají převážně pro masné výrobky, sušené a kondenzované mléko, ovocné kompoty, sterilizovanou zeleninu a houby v různých nálevech, atd.

Tak jako ve všech odvětvích potravinářského průmyslu, i do světa konzervářství vstoupily nové technologie, včetně nanotechnologií. Těchto inovací využívají hlavně armádní složky, které jako první začaly používat samoohřívací plastové konzervy v současnosti tvořené obvykle z třívrstvého laminátu. Pro potřeby armády byly vyvinuty i konzervy MRE. Tyto obaly musí vydržet nejenom náročný transport, ale i rozdílné skladovací teploty. Od roku 1993 byla každá dávka potravin vybavena bezplamenným ohřívačem. Ohřívač funguje na základě probíhající reakce vody s hořčnatou složkou za přítomnosti kuchyňské soli, která funguje jako elektrolyt. Jídlo se ohřeje díky chemické reakci těchto látek, za vzniku hydroxidu hořčnatého a plynného vodíku [29, 30].

2.2.2 Změny probíhající během skladování

Protože ani sterilovaná potravina není úplně stabilní, dochází u ní při dlouhodobém skladování k významným chemickým, mikrobiologickým a organoleptickým změnám, zejména při skladování za vyšší teploty. Rozsah a druh reakcí závisí na jejich chemickém složení a podmínkách během skladování. Tyto reakce bývají zpravidla degradační a způsobují snížení výživové hodnoty potravin, hmotnostní ztráty, změny aroma a chuti nebo výskyt nežádoucích barevných změn [31, 32].

2.2.2.1 *Maillardova reakce*

Jednou z nejvýznamnějších reakcí probíhajících během skladování nejen ve sterilovaných výrobcích bohatých na redukující cukry je Maillardova reakce neboli reakce neenzymatického hnědnutí, při které dochází k interakci redukujících cukrů s aminokyselinami.

V průběhu třech fází těchto reakcí vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které reagují jak vzájemně, tak i s přítomnými aminosloučeninami. Jedná se o složitý systém chemických reakcí, během kterého vznikají sensoricky významné těkavé látky, hnědé pigmenty melanoidiny a dochází ke snížení nutriční hodnoty potravin především v důsledku reakce cukrů a dalších karbonylových sloučenin s lyzinem, esenciální a často limitující aminokyselinou.

Mezi nejvýznamnější sacharidy v potravinách podílející se na této reakci patří z monosacharidů zejména glukóza, fruktóza, v některých případech (např. u masa a masných výrobků) pentózy, např. ribóza, z disacharidů pak laktóza a maltóza. Reakčními partnery redukujících sacharidů jsou bílkoviny a volné aminokyseliny [33, 34].

I. Počáteční fáze

Z výživového hlediska lze označit za důležitou počáteční fázi reakce, která probíhá při skladování již za pokojové teploty. Dochází ke vzniku produktů snižujících biologickou využitelnost lyzinu v potravinách. Konkrétně se jedná o reakci volných ϵ -aminoskupin lyzinu s karbonylovou skupinou redukujícího cukru za vzniku odpovídajícího cyklického N-substituovaného glykosylaminu, který následně podléhá nevratnému Amadoriho přesmyku za vzniku nízkomolekulárních nevyužitelných premelanoidinů. Tyto sloučeniny nejsou štěpitelné proteolytickými enzymy savců včetně člověka.

II. Střední fáze – Streckerova degradace aminokyselin

Střední fáze reakce probíhající při skladování, ale i za vyšších teplot, se nazývá Streckerova degradace. Význam Streckerovy degradace spočívá především ve vzniku reaktivních a často sensoricky aktivních aldehydů a amoniaku. Streckerovy aldehydy se spolu s α -aminokarbonylovými sloučeninami významně podílejí na tvorbě mnoha heterocyklických sloučenin určujících aroma potravin a hnědých pigmentů melanoidinů. Za negativní stránku Streckerovy degradace aminokyselin se považují ztráty esenciálních aminokyselin (valin, leucin, izoleucin, treonin, metionin, fenylalanin, lyzin a tryptofan).

III. Závěrečná fáze

V závěrečné fázi reakce, která probíhá při tepelné úpravě za vyšších teplot, např. při smažení, pečení nebo právě sterilaci, dochází k reakcím meziproductů vedoucích k tvorbě heterocyklických sloučenin a vysokomolekulárních pigmentů, které způsobují hnědé zbarvení potravin[35, 57].

2.2.2.2 Oxidační reakce

Dalším typem reakcí, které mohou probíhat během skladování ve sterilovaných výrobcích, jsou oxidační reakce.

1. Oxidační reakce tuků

Během těchto reakcí dochází k oxidaci (žluknutí) tuků za vzniku hydroperoxidů. Ty sice samy o sobě nemají vliv na sensorickou kvalitu, ale jsou prekurzory tvorby látek s charakteristickými aroma, které způsobují změnu barvy, textury a snižují nutriční kvalitu potravin. Žluknutí tuků je doprovázeno vyšším či nižším stupněm oxidace, přičemž rozeznáváme několik typů oxidačních reakcí lipidů v potravinách, např. autooxidace vzdušným kyslíkem, oxidace hydroperoxydy či peroxidem vodíku, oxidace singletovým kyslíkem, enzymatická oxidace katalyzována lipoxygenázami aj.

Nejvýznamnější a podstatnou složkou všech lipidů jsou mastné kyseliny. Jejich autooxidace je nejběžnějším typem oxidace za podmínek skladování potravin. Při běžných teplotách se vzdušným kyslíkem oxidují jen nenasycené mastné kyseliny. Za vyšších teplot dochází také k autooxidaci nasycených mastných kyselin, řetězové radikálové reakci probíhající ve třech stupních.

I. Iniciační reakce

Produktem první, iniciační fázi reakce, jsou volné radikály a hydroperoxydy. Mezi tzv. sekundární produkty patří např. těkavé karbonylové sloučeniny vedoucí ke vzniku pachutí („off-flavours“). K vyvolání iniciační fáze reakce je důležitý přístup světla a kyslíku, zatímco vlastní průběh reakce souvisí zejména s vyšší teplotou skladování.

II. Propagační reakce

V druhé fázi, tzv. propagační reakci vzniká peroxylový radikál, který je velmi reaktivní, takže odtrhne atom vodíku z další molekuly nenasyčené mastné kyseliny za vzniku hydroperoxidu a dalšího volného radikálu mastné kyseliny.

III. Terminační reakce

Pokud je koncentrace volných radikálů v reakčním systému dost vysoká, je pravděpodobné, že dva volné radikály spolu zreagují za vzniku neradikálového, poměrně stabilního produktu a tím reakční řetězec skončí. Tato třetí fáze se nazývá terminační.

Oxidované tuky bývají zpravidla hůře stravitelné a odštěpené oxidované mastné kyseliny se obtížněji vstřebávají na rozdíl od výchozích neoxidovaných tuků. Také se značně zhoršuje senzorická jakost potravin [35, 36].

2. Oxidační reakce bílkovin a aminokyselin

Při oxidačních reakcích probíhajících u bílkovin je důležitá jejich struktura, která je primárně tvořena typem a sekvencí aminokyselin. Nejvíce oxylabilními aminokyselinami jsou sirné aminokyseliny cystein a metionin, které oxidují pomocí kyslíku (autooxidace) nebo enzymů dehydrogenáz. Dalšími velice nestabilními aminokyselinami jsou tryptofan, který v kyselém prostředí snadno podléhá oxidačním reakcím a tyrozin podléhající převážně enzymovým oxidacím.

Deaminace je jednou z častých oxidačních reakcí aminokyselin probíhajících při skladování. Dává vzniku nových chuťových a vonných látek. Reakce probíhá působením činidel nebo enzymů oxidáz. Dochází při ní k odstranění aminoskupiny $-NH_2$ z molekuly aminokyseliny a její přeměně na amoniak.

3. Oxidační reakce sacharidů

a) Jednoduché cukry

Oxidace monosacharidů může probíhat v závislosti na pH prostředí, teplotě, obsahu vody a dalších faktorech buď enzymově, oxidačními činidly nebo autooxidací vzdušným kyslíkem. Na těchto reakcích se podílejí všechny funkční skupiny molekuly cukru za vzniku cukerných kyselin.

Aldehydová skupina se oxiduje enzymově, při karamelizaci a také běžnými oxidačními činidly v bazickém i kyselém prostředí na karboxylovou skupinu.

Autooxidace probíhá pomalu v neutrálním prostředí a rychleji v bazickém. Z D-glukózy a D-fruktózy vznikají 1,2-endiol nestálé hydroperoxydy, jež se rozkládají na kyselinu mravenčí a D-arabinonovou [1, 33].

UV záření, zvláště za přítomnosti kyslíku vyvolává rozsáhlý radikálový rozklad cukrů. D-glukóza se oxiduje na kyselinu D-glukonovou, dalšími produkty jsou D-arabinoza, oxid uhličitý a mnoho dalších degradačních produktů, např. kyselina glykolová.

b) Redukující oligosacharidy

Redukující oligosacharidy se vlastnostmi a reaktivitou podobají jednoduchým cukrům. Působením kyselin se hydrolyzují na monosacharidy, částečně dochází také k intramolekulární dehydrataci za vzniku anhydrocukrů.

Rychlost hydrolýzy (inverze) závisí na kyselosti prostředí a teplotě a dalších faktorech souvisejících se strukturou oligosacharidů. Fruktooligosacharidy jsou obecně ještě méně stálé, než glukooligosacharidy. Např. i samotná fruktóza se dokonce v neutrálních roztocích rozkládá již při teplotě 60 °C [35, 37].

2.2.2.3 Reakce bílkovin s oxidovanými tuky

Oxidované tuky reagují vzájemně a také s ostatními složkami potravin za podmínek skladování. Na reakcích s proteiny, ale i peptidy a volnými aminokyselinami se podílejí hlavně volné radikály a hydroperoxidové, epoxidové a aldehydové funkční skupiny oxidovaných tuků. U bílkovin se reakci účastní hlavně thiolové, sulfidové a aminové skupiny, v malé míře také peptidové vazby.

Reakcemi bílkovin s oxidovanými tuky vznikají hlavně tmavé makromolekulární nerozpustné produkty. Důsledkem reakcí je snížená rozpustnost, stravitelnost a využitelnost bílkovin. Současně dochází k barevným změnám, především u masa.

S aminoskupinami aminokyselin reagují také volné mastné kyseliny a jejich estery včetně triacylglycerolů. Jako produkty reakce vznikají příslušné amidy mastných kyselin. Ty mohou být prekurzory netěkavých nitrozosloučenin, které se řadí mezi endogenní kontaminanty [35, 38].

2.2.2.4 *Hydrolyza*

Díky enzymům, které nebyly působením vysokých teplot inaktivovány, mohou při skladování potravin probíhat i enzymatické reakce. Jedná se především o reakce proteolytických enzymů, které při skladování způsobují spontánní hydrolyzu bílkovin, buď částečnou, kdy vzniká směs různých peptidů a aminokyselin, nebo totální, při které vznikají jednotlivé aminokyseliny [35].

2.3 Dehydratované výrobky

Dehydratace neboli sušení potravin je jednou z nejstarších anabiotických konzervačních metod a také jednou z důležitých operací v potravinářském průmyslu. Provádí se za účelem zachování trvanlivosti potravin. Při dehydrataci dochází ke snížení množství vlhkosti a tudíž i ke snížení aktivity vody v potravinové matrici. Ta se sníží na takovou úroveň, která zpomalí aktivitu mikroorganismů, enzymů i některých chemických reakcí.

Dle vyhlášky Mze č. 398/2016 Sb. v platném znění se dehydratovaným výrobkem rozumí potravina vzniklá smísením složek se sníženým obsahem vlhkosti, pastovité nebo sypké konzistence, která se před konzumací obnoví zejména tekutinou.

Vyrábí se celá řada skupin dehydratovaných výrobků, např. polévky, omáčky, bujóny, šťávy, směsi pro přípravu hotových pokrmů, krémů, polev, dezertů, atd. Kvalita dehydratovaných potravin závisí nejen na počáteční kvalitě surovin, ale také na změnách, ke kterým došlo během zpracování a skladování. Velkou výhodou dehydratovaných potravin je jejich ekonomicky výhodnější přeprava, skladování a jednoduchost přípravy [39, 40, 41].

2.3.1 **Obalový materiál**

Dehydratované produkty najdeme v plastových vaničkách, lepenkových skládačkách, sáčcích a konzervách. Některé obaly na tyto potraviny obsahují i silnou hliníkovou folii, protože obal zde neslouží pouze jako ochrana produktu, ale zároveň i jako nádobí, ve kterém se jídlo připravuje a také konzumuje. Nejčastější variantou balení dehydratovaných potravin jsou sáčky. Z důvodu zvýšené bariéry jsou často tyto sáčky kompozitní, tzn. složené z více vrstev, které jsou mechanicky neoddělitelné.

V sáčcích zdaleka nekončí jen typické produkty typu polévka, dehydratovaná omáčka s těstovinami, granule či instantní nápoje. K velmi populárním a velice průrazným patří značka Indiana Beef – Jerky, která vyrábí sušené maso. Každé balení obsahuje absorbér kyslíku, který zachovává chuť a aroma bez jakékoli negativní kontaminace po celou dobu trvanlivosti produktu [42].

2.3.2 Změny probíhající během skladování

Dehydratované potraviny obsahují nízké procento vody. Průměrně se jejich vodní aktivita pohybuje mezi 0,2-0,6. Tento typ potravin tedy představuje nevhodné prostředí pro růst mikroorganismů. Růst většiny patogenů je inhibován při a_w nižší než 0,9. Minimální hodnota pro bakterie působící kažení potravin je 0,90-0,91, pro kvasinky 0,87-0,94 a pro plísně 0,70-0,80. Převážná část mikroorganismů není schopna růstu již při a_w pod 0,60. To ale neznamená, že při technologických procesech, které vedly k dehydrataci potravin, byly všechny mikroorganismy inhibovány [43, 44].

2.3.2.1 Mikrobiologické změny

Při následné rehydrataci (znovuobnovení potraviny vodou do původního stavu) nebo při nedostatečně provedené dehydrataci se mohou mikroorganismy dále rozmnožovat a způsobovat nežádoucí změny.

a) Produkce toxických metabolitů

Mikroorganismy vegetující v potravinách produkují různé zplodiny svého metabolismu, řada mikroorganismů je schopna produkovat látky s toxickými účinky např. plísňové toxiny - mykotoxiny (patulin, kyselina byssochlamová, aflatoxiny apod.), či bakteriální toxiny (botulotoxin).

b) Snížení nutriční hodnoty

Mikroorganismy pro svůj růst a rozmnožování spotřebovávají nutričně významné složky potravin, což vede ke snížení nutriční hodnoty.

c) Změny sensorických vlastností

Povlak plísně obvykle negativním způsobem ovlivní nejen bezpečnost a zdravotní nezávadnost, ale také sensorickou přijatelnost potraviny. Většina mikroorganismů také produkuje různé sensoricky významné látky, nebo takové vytváří změnou složek

potraviny. Tyto procesy mohou potravinu změnit tak, že se stane pro spotřebitele chuťově nepřijatelná a nekonzumovatelná [43, 44, 45].

2.3.2.2 Chemické změny

Kromě mikrobiálních změn ovlivňuje a_w v potravinách také rychlost mnoha důležitých enzymových a neenzymových reakcí - hydrolyzu lipidů a jejich autooxidaci. Tyto reakce byly podrobněji vysvětleny v kapitole 2.2.2.2. A_w souvisí rovněž s organoleptickými vlastnostmi potravin.

Další degradační změny probíhající v dehydrovaných potravinách během skladování zahrnují vývoj nežádoucího zbarvení způsobené zpravidla neenzymatickým hnědnutím prostřednictvím Maillardových reakcí, které byly podrobně popsány v kapitole 2.2.2.1 [44, 46].

2.4 Výrobky s vysokým obsahem jednoduchých cukrů

Mezi výrobky, které přirozeně obsahují převážně jednoduché cukry složené z jedné nebo dvou molekul glukózy či fruktózy, patří med, džem, popř. marmeláda.

2.4.1 Džem

Džem je potravina vyrobená ze směsi přírodních sladidel, vody, pulpy a dřeně, nebo přírodních sladidel, vody, dřeně z jednoho nebo více druhů ovoce, které jsou následně přivedené do vhodné rosolovité konzistence. Džemy jsou tvořeny výhradně jednoduchými cukry - glukózou, fruktózou a sacharózou. Poměr glukózy a fruktózy se mění podle druhu použitého ovoce a odrůdy. Co se týče složitých cukrů, jsou obsaženy pouze v minimálním množství. Celulóza, hemicelulóza a pentózany jsou pravidelnou složkou ovocné dužniny, pecek, jader a slupek. Ovoce obsahuje i alkoholové cukry. Nejnámější z nich je sorbitol. K technologicky nejdůležitějším patří pektiny, které doprovázejí v plodech celulózu. Pro výběr džemů je nejvhodnější použít ovoce s vyšším podílem pektinu [47, 48, 49, 50].

2.4.2 Med

Pod pojmem med se rozumí potravina přírodního charakteru, složená převážně z glukózy, fruktózy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice), nebo na živých

částech rostlin včelami (*Apis mellifera*), které je sbírají, přetvářejí, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat a zrát v plástech.

Téměř většinu cukrů v medu tvoří fruktóza (ovocný cukr) a glukóza (hroznový cukr), jediné redukující cukry obsažené v medu. Ve většině medů převažuje obsah fruktózy nad glukózou. Kromě těchto cukrů bývá v medu obsažena i sacharóza, která je běžnou součástí nektaru a medovice, ale enzymaticky se štěpí, a proto se její výskyt v medu pohybuje okolo 1 %. Ze složitějších cukrů jsou v medu obsaženy dextriny a oligosacharidy, z nichž převládá maltóza, která tvoří asi třetinu všech oligosacharidů přítomných v medu [51, 52, 53].

2.4.3 Obalový materiál

Mezi nejvhodnější obalové materiály pro skladování džemu i medu patří sklo, keramika, kamenina a nerezové nádoby. Z kovů je nejlepší nerezavějící ocel, hliník a nádoby opatřené povrchem z potravinářského cínu a laku. Jako nouzový materiál lze použít polyetylenové obaly, ty jsou nejvíce využívány pro výrobu jednoporcových medů a džemů [54, 55].

2.4.4 Změny probíhající během skladování

Vzhledem ke svému složení představuje džem a med nevhodné prostředí pro růst a vývoj bakterií. Medy obsahují průměrně kolem 80 % přirozeně se vyskytujících cukrů, u džemů je to o něco méně, proto jsou při výrobě doslazovány sacharózou. V proslazených potravinách probíhají nemikrobní změny pomaleji než v potravinách neproslazených. Dochází ke zpomalení enzymových pochodů, např. oxidaci, na které se podílí zpomalená difúze kyslíku do proslazené hmoty. Přídavek cukru činí prostředí v podstatě fyziologicky suchým. Fyziologická suchost potravin je přímo závislá na osmotickém tlaku. Monosacharidy vyvolávají vyšší osmotický tlak a jsou tedy účinnější, než sacharóza při stejné koncentraci. Proto džem, u kterého došlo při varu k hlubší inverzi (podrobněji vysvětleno v kapitole 2.2.2.2), odolává při stejném obsahu cukru osmofilním plísním z rodu *Aspergillus* (*Aspergillus glaucus*), a osmofilním kvasinkám z rodu *Zygosaccharomyces* (např. *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosaccharomyces bailii*), lépe, než výrobek, v němž zůstalo příliš mnoho sacharózy a málo invertu [27, 56, 58, 59].

2.4.4.1 Změny viskozity

Při dlouhodobém skladování také může docházet ke změně viskozity medu i džemu. U džemu je změna viskozity způsobena především odpařováním vody nebo prudkým zchlazením. U medu dochází ke změně viskozity krystalizací.

2.4.4.2 Krystalizace

Krystalizace je přirozený proces, který je způsoben tím, že je med přesycen cukry. Stupeň přesycení je nejvíce závislý na glukóze, jelikož je ve vodě nejméně rozpustná. Roztok je nasycen tehdy, je-li při 20 °C poměr glukózy k vodě roven 0,9. Ostatní cukry přítomné v medu ovlivňují stupeň přesycení jen nepatrně. Celý proces krystalizace má dvě fáze.

V první fázi se nejprve vytvoří zárodečné krystaly, dochází k tzv. nukleaci, jejichž vznik ovlivňují podmínky skladování a získání medu.

V druhé fázi zárodečné krystaly rostou až do velikosti viditelné pouhým okem a med zkrystalizuje v celém svém objemu. Tato fáze krystalizace probíhá jako difúze, a proto je závislá na viskozitě medu. Viskozita je logaritmicky závislá na teplotě, takže ochlazený čerstvě vytočený med pod -1 °C krystalizuje mnohem později (i za několik let).

Zchlazením, tj. prudkým zvýšením viskozity, se totiž zpomalí pohyb molekul cukru ke krystalizačním centřům a tím i celý proces krystalizace. Pokud teplota při krystalizaci není optimální, tvoří se obvykle krystaly velké. Medy skladované při teplotách nižších než 15° C zůstávají tekuté i několik let.

Proces krystalizace rovněž zpomaluje, či mu zcela zabraňuje, vyšší obsah fruktózy, která při stejné teplotě dosahuje stupně přesycení až při mnohem vyšší koncentraci v roztoku než glukóza. Krystalizaci zpomalují též dextriny. Většina medů v krystalickém stavu má žlutou až žlutohnědou barvu [52, 60].

2.2.1.3 Vznik furanu a pyranu

Monosacharidy podléhají v silně kyselém prostředí dehydrataci, produkty těchto reakcí jsou deriváty furanu a pyranu. Protože se pH medu pohybuje rozmezí 3,4 – 6,1 a pH džemu 3,2 – 3,4, může u nich při dlouhodobém skladování k této reakci docházet. Navíc, pokud je skladovací teplota vyšší, reakce probíhá rychleji [61].

Při dehydrataci monosacharidů dochází ke ztrátě jedné až tří molekul vody. Reakce probíhá mezi karbonylovou a -OH skupinou. Vznik těchto derivátů je velice složitý mechanismus probíhající v mnoha krocích. Všechny vzniklé furany a pyrany mohou následně podléhat dalším reakcím. Například rozkladu 5-hydroxymetyl-2-furankarbaldehydu na kyseliny a α -angelikalakton, který se může společně s karbonylovými sloučeninami účastnit Maillardovy reakce. Furany, ale i pyrany mohou také kondenzovat a vznikají tak polymerní barevné produkty [35, 62, 63].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo v rámci teoretické části charakterizovat možnosti zabezpečení stravování obyvatelstva ČR v krizových stavech a dále popsat změny probíhající během dlouhodobého skladování v určitých skupinách trvanlivých potravin.

V rámci praktické části diplomové práce bylo hlavním cílem sledovat změny, které probíhají během dlouhodobého skladování ve vybraných vzorcích trvanlivých potravin.

Vzorky byly podrobeny jednoletému skladovacímu pokusu při čtyřech různých teplotách, které měly simulovat odlišné klimatické pásy.

V pravidelných intervalech byly provedeny chemické, mikrobiologické, reologické a senzorické analýzy.

Na základě těchto analýz bylo dalším cílem diplomové práce zjistit, zda mohou být vybrané potraviny vhodné pro sestavení dávek potravin v případě krizových stavů. Při sestavování takových dávek je hlavním kritériem zachování jejich nutriční hodnoty. Je proto žádoucí, aby v potravinách, ze kterých jsou dávky sestavovány, docházelo při skladování k minimálním změnám.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Charakteristika analyzovaných vzorků trvanlivých potravin

Pro založení jednoletého skladovacího experimentu bylo vybráno 10 trvanlivých potravin. Tyto produkty byly zakoupeny v obchodním řetězci Makro. Základní informace o množství základních živin v jednotlivých potravinách jsou uvedeny v Tab. 1

Trvanlivé potraviny byly vybrány tak, aby doplnily skupinu potravin analyzovaných v minulých dvou letech v rámci podobného experimentu (instantní bramborová kaše, instantní gulášová polévka, balkánský sýr v plechovce, předpečené bagety, hotový pokrm – segedínský guláš, konzervy – kuřecí maso ve vlastní šťávě, paštika, tuňák).

4.2 Popis skladovacího experimentu

Byl založen skladovací experiment se všemi potravinami z Tab. 1 uloženými v různých teplotních podmínkách:

- mrazák (-18 °C);
- lednice (5 °C);
- sklad (23 °C);
- termostat (40 °C).

Potraviny byly v různých časových intervalech (viz dále) podrobeny chemickým (stanovení pH, obsahu sušiny, bílkovin, tuků, amoniaku a tiobarbiturového čísla), sensorickým (vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně, intenzita pachutí), mikrobiologickým (stanovení celkového počtu aerobních a fakultativně anaerobních mezofilních mikroorganismů, počtu aerobních a anaerobních mikroorganismů tvořících spory, kvasinek a plísní) a reologickým (stanovení viskozity) analýzám. Viskozita byla stanovena pouze u džemu, medu a nutelly. U těchto tří potravin nebyl s ohledem na jejich složení analyzován obsah bílkovin, tuků, amoniaku a tiobarbiturové číslo.

Tab. 1: Seznam vzorků vybraných trvanlivých potravin

Potravina	Výrobce	Bílkoviny (g/100g)	Tuky (g/100g)	Sacharidy (g/100g)
Ovesná kaše jablko + skořice	Dr. Oetker spol. s.r.o.	12,0	7,4	64
Müsli křupavé čokoládové	Emco spol. s r.o.	7,9	17,0	63,0
Džem meruňkový	Hamé s.r.o.	0,2	0,1	69,4
Med květový	Medokomerc s. r. o.	0,3	0,0	81,7
Nutella	Ferrero Česká republika s.r.o.	6,0	31,6	57,6
Instantní nudle	Icecook Vietnam joint stock company	9,1	18,3	63,4
Kuře na paprice	Vitana a.s.	2,4 ¹	8,5 ¹	6,8 ¹
Instantní nudlová polévka s hovězí příchutí	Tiha spol. s.r.o.	9	18,1	61,6
Dobrý hostinec svíčková	Nestlé Česko s.r.o.	11,8	4,1	69,4
Čočka s klobásou	Hamé s.r.o.	6,4	7,9	13,9

¹ 2,4 g/100 ml hotového výrobku, 8,5 g/100 ml hotového výrobku, 6,8 g/100 ml hotového výrobku

Všechny analýzy byly provedeny v určitých časových intervalech, a to před zahájením skladování a po 1, 3, 6, 9 a 12 měsících skladování. Výjimkou byla mikrobiologická analýza, provedena pouze před započtím skladování a po 1, 3 a 12 měsících skladování, a dále chemická analýza bílkovin a tuků, provedena pouze na začátku skladování a po 12. měsících skladování. Po 1 měsíci byly analyzovány pouze potraviny skladované v termostatu, po 3 měsících potraviny skladované při všech 4 teplotách, po 6 měsících při 5, 23 a 40 °C, po 9 měsících pouze při 5 a 23 °C a po 12 měsících opět při všech skladovacích teplotách.

4.3 Použité pomůcky, chemikálie a přístroje

4.3.1 Pomůcky

- běžné laboratorní sklo a pomůcky;
- hliníkové misky;
- filtrační papír KA4 (Papírny Pernštejn s.r.o.).

4.3.2 Chemikálie

- hexan (Sigma-Aldrich, Německo);
- peroxid vodíku (Petr Lukeš, Uherský Brod);
- síran měďnatý pentahydrát (MERCK, Německo);
- síran sodný (MERCK, Německo);
- hydroxid sodný (Sigma-aldrich, Německo);
- indikátor Tashiro (Petr Lukeš, Uherský Brod);
- kyselina šťavelová (Petr Lukeš, Uherský Brod);
- chlorid vápenatý (Sigma-aldrich, Německo);
- kyselina chloristá (MERCK, Německo);
- uhličitan draselný (MERCK, Německo);
- kyselina tiobarbiturová (Sigma-aldrich, Německo);

- etanolický roztok butylhydroxytoluenu (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol) (Sigmaaldrich, Německo);
- kyselina boritá (Lach:ner, Česká republika);
- indikátor dle Conway (Petr Lukeš, Uherský Brod);
- kyselina chlorovodíková (Lach:ner, Česká republika);
- kyselina sírová (Lach:ner, Česká republika);
- destilovaná voda (Aqua max basic, Česká republika).

4.3.3 Přístroje

- Analytické váhy (Selva-váhy s.r.o., GR-200, Česká republika);
- homogenizátor Stomacher (Masticator Silverup, Španělsko);
- sušárna (Venticell 55 Standard, Česká republika);
- třepačka (Heidolph, Promax 21, Verkon, Česká republika);
- centrifuga (Hettich EBA 21, USA)
- pH metr Spear Eutech - pH tester s pevnou vpichovou elektrodou (EUTECH INSTRUMENTS, Nizozemí);
- reometr RheoStress 1 (HAAKE, Brémy, Německo);
- spektrofotometr UV mini 1240 (Shimadzu Europa GmbH, Německo);
- extraktor Soxtherm Gerhardt (Gerhardt GmbH & Co. KG, Německo);
- mineralizátor Block Digest 12 (J. P. Selecta, Španělsko);
- destilační zařízení Behr S2 (Behr, Německo).

4.4 Principy a postupy použitých metod stanovení

4.4.1 Sušina

Ke stanovení sušiny analyzovaných vzorků byla použita gravimetrická metoda s pískem nebo bez písku (dle typu vzorku). Písek byl použit jako nasávací hmota u nesympkých

vzorků (med květový, džem meruňkový, nutella, omáčka kuře na paprice a čočka s klobásou). Tato metoda je založena na úbytku hmotnosti vzorku vlivem sušení při teplotě 105 ± 2 °C. Sušina je množství látek zbylých po vysušení vzorku do konstantního úbytku hmotnosti. Rozdíl celkové hmotnosti vzorku a jeho sušiny určuje vodný podíl. Podle druhu vázané vody (kapilární, volná, vázaná sorpcí apod.) na pevnou fázi je třeba k uvolnění molekul vody různé energie, dané teplotou vysušení.

4.4.1.1 Postup stanovení

Do vysušených a předem zvážených hliníkových misek s pískem byly na analytických vahách naváženy 3 g vlhkého homogenizovaného vzorku s přesností 0,0001 g a do hliníkových misek bez písku bylo naváženo 5 g sypkého homogenizovaného vzorku s přesností 0,0001 g. Vzorky byly rozprostřeny do stejnoměrné vrstvy a sušeny v sušárně přehřáté na teplotu 105 °C do konstantního úbytku hmotnosti.

Po vysušení a vychladnutí vzorků byly misky se vzorky zváženy na analytických vahách s přesností 0,0001 g.

Obsah sušiny ve vzorcích byl spočítán dle vzorce (1) pro výpočet obsahu sušiny v % (w/w):

$$\text{Sušina (\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_n} \cdot 100 \quad (1)$$

m_1 Hmotnost suché prázdné hliníkové misky nebo misky s pískem [g]

m_3 Hmotnost hliníkové misky se vzorkem po vysušení [g]

m_n Navážka vzorku [g]

Výsledkem byl aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou získaný ze tří hodnot stanovení od každého analyzovaného vzorku ($n = 3$) [64, 65].

4.4.2 pH

Hodnota pH je záporná hodnota dekadického logaritmu aktivity vodíkových iontů v roztoku. Stanovení pH spočívá v měření elektromotorického napětí galvanického článku

tvořeného indikační a referenční elektrodou v prostředí vodného roztoku vzorku při stanovené teplotě. Hodnota pH se ve vodných roztocích pohybuje vždy v rozmezí 0 – 14. Po ponoření pH metru do roztoku vzorku dochází k porovnávání potenciálu mezi vzorkem (elektrolytem) a referenční, kalomelovou nebo argentochloridovou elektrodou.

4.4.2.1 Postup stanovení

Hodnota pH byla stanovena vpichovým pH metrem v homogenizovaném vzorku, v případě dehydratovaných potravin ve vodném výluhu homogenizovaného vzorku. Výsledkem byl aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou získaný ze tří hodnot stanovení od každého analyzovaného vzorku ($n = 3$) [66, 67].

4.4.3 Amoniak

Mezi často využívané metody pro stanovení amoniaku, jakožto jednoho ze štěpných produktů při rozkladu bílkovin, patří metoda dle Conwaye. Jedná se o difúzní metodu, ke které se využívá speciální nádoba, tzv. Conwayova nádobka.

Přednosti této metody je snadná příprava vzorků ve formě výluhu, jednoduché provedení s využitím kvantitativní titrační analýzy a nenáročný výpočet obsahu amoniaku v analyzovaném vzorku.

Celá reakce probíhá přibližně 2 hodiny při pokojové teplotě a postupně dochází k vytěsnění amoniaku ze vzorku uhličitanem draselným a jeho absorpci v roztoku kyseliny borité. Po ukončení reakce se provede titrace vzniklého boritanu amonného kyselinou sírovou do růžového zbarvení.

4.4.3.1 Postup stanovení

Conwayova nádobka byla po celém obvodu okraje potřena vrstvou vazelíny. Do střední jamky nádobky byl pipetován 1 ml roztoku kyseliny borité a přidány dvě kapky indikátoru (směs bromkresolové zeleně a metylčerveně). Dále byl do oddělené jamky ve tvaru kruhové výseče po obvodu nádobky pipetován 1 ml výluhu homogenizovaného vzorku (ředění s vodou v poměru 1:3) společně s 1 ml nasyceného roztoku uhličitanu draselného. Poté byla nádobka přikryta a dobře utěsněna skleněnou destičkou a obsah opatrně promíchán tak, aby nedošlo ke smíchání reakční směsi s kyselinou boritou.

Po uplynutí doby 2 hodin bylo množství absorbovaného amoniaku (zelené zbarvení) stanoveno titračně - kyselinou sírovou o koncentraci $0,005 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ na již zmiňovaný indikátor do růžového zbarvení. Ze spotřeby kyseliny sírové byl stanoven obsah amoniaku (2) v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ve vzorku.

$$NH_3 = \frac{V_{H_2SO_4} \cdot F \cdot 170}{0,25} \quad (2)$$

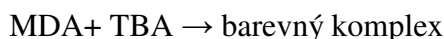
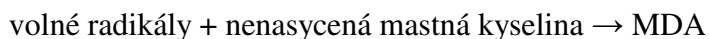
NH_3	Množství amoniaku [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]
$V_{H_2SO_4}$	Spotřeba H_2SO_4 [ml]
F	Faktor H_2SO_4

Výsledkem byl aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou získaný ze tří hodnot stanovení od každého analyzovaného vzorku ($n = 3$) [68, 69, 70].

4.4.4 Tiobarbiturové číslo

Metoda tiobarbiturového čísla je využívána ke stanovení obsahu malondialdehydu (MDA), sekundárního produktu oxidace lipidů. Stanovení MDA slouží jako ukazatel oxidativního stresu v potravinách či organismu a nejznámější metodou stanovení je reakce s kyselinou tiobarbiturovou – TBARS metoda (z angl. thiobarbituric acid reactive substances = látky reaktivní s kyselinou tiobarbiturovou).

Metoda je založena na spektrometrickém stanovení barevných komplexů, které vznikají reakcí produktů lipidní peroxidace s kyselinou 2-tiobarbiturovou (TBA). Malondialdehyd má schopnost reagovat s TBA za vzniku barevného komplexu, u kterého je následně měřena absorbance při vlnové délce 538 nebo 450 nm (podle barvy výsledného produktu).



Další tvorbě MDA během samotného měření je zabráněno přidáním antioxidantu – nejčastěji BHT (butylhydroxytoluen) k reakční směsi. U všech analyzovaných vzorků

potravin byla použita vlnová délka 538 nm (červenohnědý produkt). Tiobarbiturové číslo se udává v jednotkách absorbance při dané vlnové délce na 1 mg vzorku [71, 72].

4.4.4.1 Postup stanovení

Do 50 ml zkumavky bylo naváženo 5 g homogenizovaného vzorku s přesností 0,001 g. Poté bylo do zkumavky přidáno 15/30 ml kyseliny chloristé (dle typu vzorku) o koncentraci 3,86 % a 0,5/1 ml 4,2% etanolového roztoku BHT (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol). Stejným způsobem byl připraven slepý pokus č. 1 s tím rozdílem, že místo vzorku bylo přidáno 5 ml destilované vody. Dále s ním bylo pracováno jako se vzorkem. Vzorek i slepý pokus byly dobře rozmíchány a nechány třepat na třepačce po dobu 15 min. Následně byly odstředěny při 6000 ot/min po dobu 5 min.

Z takto připravených vzorků byla odebrána alikvotní část (4 ml) do skleněné zkumavky a k tomuto množství pipetovány 4 ml roztoku kyseliny tiobarbiturové o koncentraci 0,02 mol·l⁻¹. Současně byl připraven i slepý pokus č. 2. Do skleněné zkumavky byly pipetovány 4 ml vzorku s tím rozdílem, že místo kyseliny tiobarbiturové byly přidány 4 ml destilované vody.

Připravené vzorky i se slepými pokusy byly zahřívány ve vodní lázni (100 °C) po dobu 45 min. Poté byly reakční směsi zchlazeny a přefiltrovány přes stříkačkový filtr. Následně byla proměřena absorbance při vlnové délce 538 nm a vypočítáno tiobarbiturové číslo (4). Výsledkem byl aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou získaný ze 3 hodnot 2 paralelních stanovení (n = 6). Výsledky byly uvedeny v jednotkách absorbance na miligram vzorku (A₅₃₈·mg⁻¹).

$$T\check{C} = \frac{A_{vz} - A_{sp1} - A_{sp2}}{m} \cdot 1000 \quad (3)$$

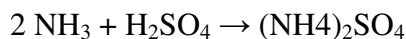
TČ	Tiobarbiturové číslo (A ₅₃₈ ·mg ⁻¹)
A _{vz}	Absorbance vzorku
A _{sp1}	Absorbance slepého pokusu č. 1 (s kyselinou tiobarbiturovou)
A _{sp2}	Absorbance slepého pokusu č. 2 (se vzorkem)
m	Navážka vzorku [g] [69,73].

4.4.5 Hrubá bílkovina

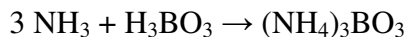
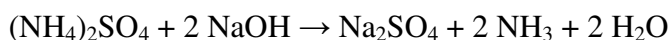
Pro zjištění obsahu hrubé bílkoviny byla použita metoda stanovení N-látek podle modifikace normy ČSN EN ISO 20483 s následným přepočtem (4) na obsah hrubé bílkoviny.

Bílkoviny obsahují průměrně 16 % dusíku. Tohoto poznatku využívá metoda odměrné analýzy, tzv. Kjeldahlova metoda, pomocí níž lze určit celkový dusík (suma bílkovinného a nebílkovinného dusíku) a tím i přibližný obsah bílkovin v potravinách a potravinářských výrobcích [76].

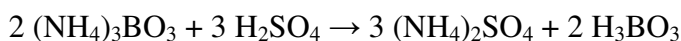
Organická dusíkatá látka je mineralizována koncentrovanou kyselinou sírovou při teplotě varu kyseliny. Rozklad je urychlen zvýšením teploty varu (např. síranem draselným) a vhodným katalyzátorem, např. oxidem mědnatým, síranem mědnatým, rtutí, peroxidem vodíku nebo selenem. Dusík přítomný ve formě aminových a některých jiných funkčních skupin (kromě nitro-, nitrozo-, azo- a hydrazo-skupin) je převeden na amoniak, který zůstane vázán ve formě síranu amonného.



Ze síranu amonného je poté uvolněn amoniak pomocí 30% roztoku NaOH a přehnán vodní párou v Parnas-Wagnerově destilačním přístroji do předlohy se známým nadbytečným množstvím odměrného roztoku kyseliny trihydrogen borité (modifikace Winklerovou metodou).



Vzniklý boritan amonný je pak acidimetry titrován odměrným roztokem kyseliny sírové na indikátor Tashiro.



Z množství spotřebované kyseliny sírové je vypočten obsah dusíku (1ml 0,05 mol·l⁻¹ H₂SO₄ odpovídá 1,4 mg dusíku) a výsledek vyjádřen na 100 g vzorku. Obsah dusíku je přepočten na obsah tzv. hrubé bílkoviny vynásobením faktorem 6,25 [75].

4.4.5.1 Postup stanovení

Obsah hrubé bílkoviny byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody s úpravou podle Winklera, za použití přepočítávacího koeficientu 6,25.

Mineralizace:

Do mineralizační zkumavky bylo naváženo 0,25 g vzorku s přesností na 0,1 mg. Ke vzorku přidáno 10 ml koncentrované kyseliny sírové, 2 kapky peroxidu vodíku a lžička směsného katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ v poměru 10:1). Mineralizace probíhala 60 minut při teplotě 400 °C.

Destilace amoniaku s vodní parou:

Po mineralizaci byl vzorek kvantitativně převeden do 25 ml odměrné baňky a doplněn po rysku destilovanou vodou. Do destilační baňky přístroje Behr S2 bylo pipetováno 10 ml mineralizátu, 30% roztok NaOH byl přidán automaticky. Uvolněný amoniak byl destilován vodní parou po dobu 420 sekund, a poté jímán do titrační baňky s 50 ml 2% kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný byl titrován kyselinou sírovou o koncentraci 0,025 mol·l⁻¹ na indikátor Tashiro ze zeleného do stálého červenofialového zbarvení. Každý vzorek byl 2x mineralizován a následně 2x destilován.

Obsah hrubé bílkoviny v g byl vypočten dle vzorce 4:

$$m_B = a \cdot 10^{-3} \cdot c \cdot M_N \cdot f_t \cdot f_z \cdot f_{př} \quad (4)$$

a	Spotřeba odměrného roztoku H_2SO_4 při titraci (ml)
c	Přesná koncentrace odměrného roztoku H_2SO_4 ($c = 0,022912 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$)
M_N	Molární hmotnost dusíku ($M_N = 14,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
f_t	Titrační faktor ($f_t = 2$)
f_z	Zředovací faktor ($25 \text{ ml} / 10 \text{ ml} = 2,5$)
$f_{př}$	Přepočítávací faktor podle druhu potraviny (6,25).

Obsah hrubé bílkoviny v % byl vypočten dle vzorce 5:

$$B = m_{Bn} \cdot 100 \quad (5)$$

n Hmotnost navážky vzorku (g).

Výsledkem byl aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou získaný ze čtyř hodnot stanovení od každého analyzovaného vzorku (n = 4) [74, 77].

4.4.6 Tuky

Pro stanovení celkového obsahu tuků byla použita modifikovaná metoda extrakce podle Soxhleta, která spočívá v extrakci nepolárních netěkavých látek z rozemletého a vysušeného vzorku (popř. rozetřeného s mořským pískem) hexanem, petroletherem nebo diethyletherem v Soxhletově extraktoru po dobu 4–6 hod. Poté je z extraktu ve varné baňce odpařeno rozpouštědlo (vakuová odparka, sušárna) a odparek je zvážen. Metoda se využívá pro materiály s vysokým obsahem tuku a malým obsahem vody a sacharidů [78, 79].

4.4.6.1 Postup stanovení

Do papírové extrakční patrony byly naváženy 3 g analyzovaného vzorku s přesností na 0,1 mg a přikryto smotkem vaty. Patrona byla vložena do drátěného držáku a následně do vysušené a zvážené extrakční baňky se 100 ml hexanu. Extrakční baňka s patronou byla vložena na zábrus extraktoru Soxtherm. Byla spuštěna chladicí voda, tlakový vzduch a program s názvem Hexan. Extrakce probíhala po dobu 2,5 hodiny. Po skončení extrakce byl hexan oddestilován a zbytek hexanu volně odpařen v digestoři. Extrakční baňky byly dosušeny v sušárně za teploty 105 °C po dobu 1 hodiny. Vychladnutí následně probíhalo v exsikatoru 30 minut. Po vychladnutí byla baňka s vyextrahovaným tukem zvážena. Každý vzorek byl analyzován 3x (n = 3).

Obsah celkových lipidů v % byl vypočten dle vzorce 6:

$$T = ((m_b - m_a) / n) \times 100(6)$$

m_a Hmotnost prázdné baňky (g)

m_b Hmotnost baňky s tukem (g)

n Navážka vzorku (g) [79, 80].

4.4.7 Viskozita a viskoelastické vlastnosti

Viskozita je jednou ze základních charakteristik kapalin. Jde o veličinu charakterizující vnitřní tření a závisí především na přitažlivých silách mezi částicemi. Kapaliny s větší přitažlivou silou mají větší viskozitu, větší viskozita znamená větší brzdění pohybu kapaliny nebo těles v kapalině. Pro ideální kapalinu má viskozita nulovou hodnotu. Kapaliny s nenulovou viskozitou se označují jako viskózní. Čím je hodnota viskozity nižší, tím je kapalina tekutější [81].

Viskoelastická materiálová souvisí se schopností materiálů tlumit mechanické vibrace. Uvažujme harmonické dynamické namáhání (tzn. střídavě v tahu a tlaku) materiálu v oblasti elastických deformací. Při takovém namáhání se napětí i poměrná deformace všeobecně mění s časem.

Ideálně elastický materiál je takový druh materiálu, u kterého veškerá energie akumulovaná v materiálovém vzorku při jeho zatížení je zpětně využita při odlehčení tohoto vzorku. U těchto materiálů tedy nedochází k žádné nevratné změně vložené mechanické energie v teplo.

Ideálně viskózní materiály se chovají úplně naopak při harmonickém namáhání ve srovnání s čistě elastickými materiály. Veškerá energie vložená v materiálovém vzorku při jeho zatížení se nevratně mění v teplo. Nedochází tedy k žádnému zpětnému využití vložené mechanické energie při odlehčení tohoto vzorku [92].

4.4.7.1 Postup stanovení

Reologická analýza, tedy stanovení viskozity a viskoelastických vlastností vzorků potravin, byla provedena za použití dynamického oscilačního smykového reometru RheoStress 1. Dynamická oscilační reometrie spočívá v řízené deformaci vzorku (v malém rozsahu

deformací), při které se zkoumá chování při toku látek. Tato metoda slouží mimo jiné ke zjišťování elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti v závislosti na zvoleném rozsahu frekvencí. Pro výpočet komplexního modulu pružnosti (G^*) dále platí:

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \quad (7)$$

Vzorky potravin (med, džem a nutella) byly před analýzou vytemperovány ve vodní lázni na teplotu 35 °C a proměřeny třikrát [82].

Stanovení viskozity u džemu a nutelly:

Měření těchto vzorků probíhalo na geometrii deska/deska (MCP 35 a P35 Ti L, průměr 35 mm, mezera 1 mm) při teplotě 20,0 ± 0,1 °C. Vzorek byl nanesen na spodní část desky (neotáčivá) v přebytku tak, aby byla po sjetí měřící desky (otáčivá) pokryta celá měřící plocha. Přebytky vzorků byly odebrány a po okraji byl nanesen silikonový olej pro zabránění vysychání vzorků. V průběhu měření byl monitorován modul elasticity (G') a modul viskozity (ztrátový modul G''). Tyto parametry byly určeny jako frekvence funkce v rozmezí 0,005 – 100,0 Hz (amplituda smykového napětí 2 Pa).

Stanovení viskozity u medu:

Měření vzorku probíhalo v geometrii válec/válec (Z10 DIN, mezera 2,1 mm) při teplotě 20,0 ± 0,1 °C. Pro potřeby měření bylo naváženo 1,50 g medu. V průběhu měření byl monitorován modul elasticity (G') a modul viskozity (ztrátový modul G''). Program na měření se skládal z 5 kroků:

1. krok: míchání materiálu; otáčky 40,0 1/s po dobu 60 s,
2. krok: lineární nárůst otáček z 0,0 1/s na 150,0 1/s po dobu 120 s,
3. krok: lineární snížení otáček ze 150,0 1/s na 0,0 1/s po dobu 120 s,
4. krok: lineární nárůst otáček z 0,0 1/s na 40,0 1/s po dobu 30 s,
5. krok: míchání; otáčky 40,0 1/s po dobu 60 s.

4.4.8 Senzorická analýza

Senzorická analýza je vědecká disciplína, kterou lze definovat jako analytickou metodu, při níž se tzv. organoleptické vlastnosti potravin stanoví výhradně lidskými smysly - chutí, čichem, zrakem, hmatem a sluchem. Její význam spočívá v tom, že vystihuje takové kvalitativní ukazatele, které není možno, alespoň ne úplně, charakterizovat přístrojovou technikou. Důležité informace lze získat poměrně rychle a zpravidla i levně. Na tomto základě je tedy často možné přímo korigovat technologické fáze výroby potravin, resp. surovin. Proto je sensorická analýza již řadu desetiletí využívána k výstupní kontrole jakosti a bezpečnosti potravin. Sensorické posuzování potravin je možné chápat jako spojení mezi „vnitřním“ světem potravinářské technologie (zahrnující i vývoj a inovace) a „vnějším“ světem spotřebitelů na trhu.

4.4.8.1 Postup hodnocení

Senzorické hodnocení bylo provedeno smyslovým panelem sestávajícím z vybraných hodnotitelů vyškolených podle normy ISO 8586. Pro posouzení jednotlivých sensorických vlastností (vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně (flavour)) byla použita sedmibodová ordinální stupnice hédonického typu (1 - vynikající, 4 - dobrá, 7 - nepřijatelná), zatímco cizí chutě a vůně (off-flavour), byly hodnoceny intenzitní stupnicí (1 – velmi malá, 4 - střední, 7 - extrémní) [83, 84].

4.4.9 Mikrobiologická analýza

Pomocí mikrobiologických analýz byl stanoven celkový počet aerobních a fakultativně anaerobních mezofilních mikroorganismů podle normy ISO 4833-1: 2013 [85], dále počet aerobních a anaerobních mikroorganismů tvořících spory podle [86] a počet kvasinek a plísní podle normy ISO 6611:2004 [87].

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

V Tab. 2 jsou uvedeny výsledky stanovení pH, obsahu sušiny a obsahu tuku dle použitých metod stanovení uvedených v kapitole 4.4.

5.1 pH

Při stanovení pH (Tab. 2) bylo zjištěno, že se zvyšující se teplotou a dobou skladování se během jednoho roku postupně snižovala hodnota pH u všech vzorků potravin. Hodnota pH u většiny vzorků klesla jen mírně, v řádech desetin, v závislosti na povaze vzorku a skladovací teplotě.

Nejvyšší poklesy hodnot pH byly pozorovány u vzorků instantní nudle, resp. svíčková omáčka, kdy úbytek činil 1,44, resp. 1,15. Tyto změny mohly souviset i s výsledky mikrobiologické analýzy (viz kapitola 5.5), kde bylo, oproti analýzám z 3. měsíce, zjištěno snížení počtu hodnot všech stanovovaných mikroorganismů až o 2 řády (viz

Tab. 4). Dá se tedy konstatovat, že pokles pH u svíčkové omáčky mohlo ovlivnit i růst a rozmnožování mikroorganismů přítomných ve vzorku výrobku. Nízké pH představuje nevhodné podmínky pro mikroorganismy, zejména pro bakterie [58].

Nejnižší úbytek hodnoty pH byl zjištěn u vzorku nutelly, a to o 0,36. Podobné výsledky byly interpretovány v člancích Bubelová a kol. a Lazárková a kol. [38, 91].

5.2 Sušina

Při stanovení sušiny (Tab. 2) ve vzorcích potravin bylo zjištěno, že úměrně déle skladování docházelo ke ztrátě vody odpařováním a tím ke zvyšování obsahu sušiny. Stejný vliv měla i rostoucí teplota při skladování – čím vyšší teplota při skladování, tím vyšší obsah sušiny.

Při skladování vzorků při teplotě 40 °C docházelo k největšímu odpařování a nejméně se vzorky odpařovaly při teplotě -18 °C. Úbytek vody byl úměrný povaze skladované potravin. U vzorků, které patří mezi dehydratované výrobky (instantní polévka, svíčková omáčka, instantní nudle, ovesná kaše a müsli) došlo jen k mírným změnám v obsahu sušiny. Bylo to způsobeno převážně povahou vzorků, ve kterých je během výroby cíleně snižovaná vodní aktivita na minimum. K mírným změnám v obsahu sušiny došlo, také u

konzervovaného výrobku čočka s klobásou. Tyto, minimální, změny jsou připisovány správně zvolenému obalovému materiálu s dobrými bariérovými vlastnostmi, který vyhovuje nepříznivým skladovacím podmínkám.

U vzorku nutelly navýšení činilo pouze o 0,2 %, což bylo opět způsobeno povahou vzorku, oproti džemu a medu má nutella vyšší podíl sušiny. K nejvyššímu odpařování docházelo u vzorku medu, a džemu, kdy obsah sušiny vzrostl až o 6,05 % při nejvyšší skladovací teplotě, u džemu dokonce o 12,7 %. Med i džem jsou potraviny, které obsahují oproti ostatním analyzovaným potravinám větší množství vody. V průběhu skladování, a hlavně při vyšší teplotě, pravděpodobně došlo ke ztrátě ochranné funkce obalového materiálu a tudíž i ke ztrátě vody.

Obecně by se dalo říci, že kromě medu a džemu změny obsahu sušiny ve vybraných vzorcích potravin nebyly nijak významné, mírný růst obsahu sušiny při skladování je přirozeným jevem probíhajícím v potravinách. Podobné výsledky byly interpretovány v člancích Bubelová a kol. a Kince a kol. [13, 91].

5.3 Tuk

Výsledky stanovení obsahu tuku jsou uvedeny v Tab. 2. Dle výsledků je zřejmé, že teplota i délka skladování neměly významný vliv na změny v obsahu tuku. Docházelo pouze k minimálním výkyvům v obsahu tuku, přibližně v rozmezí 1 %, což zhruba odpovídá chybě stanovení. Kromě výrobku kuře na paprice, obsah tuku v potravinách odpovídal obsahům uvedených výrobcí na obalech. U výrobku kuře na paprice výrobce na obale deklaruje obsah tuku 8,5 g/ 100 ml hotového výrobku, tzn., že po nalití 300 ml vody a 200 ml plnotučného mléka do koncentrátu je přepočtený obsah tuku 48 g/100 g² koncentrátu. Námi stanovený obsah tuku se pohyboval kolem 37 % (37 g/100 g), byl stanoven přímo z koncentrátu a po celou dobu stanovení se tento obsah významně neměnil. Výrobce na obale neuvádí hustotu koncentrátu, přesnější přepočet proto nelze provést.

² Za předpokladu, že hustota koncentrátu činí 1g/ml.

Tab. 2: Výsledky stanovení pH, obsahu sušiny a obsahu tuku ve vzorcích potravin

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	pH (-)	Sušina (%)	Tuk (%)
Ovesná kaše	0	-	5,58 ± 0,04	94,98 ± 1,22	7,49 ± 0,12
	1	40	5,33 ± 0,03	95,11 ± 1,34	NS
		-18	5,68 ± 0,05	95,77 ± 1,16	NS
		5	5,60 ± 0,02	96,10 ± 1,56	NS
	3	23	5,52 ± 0,06	95,20 ± 1,47	NS
		40	5,35 ± 0,05	95,69 ± 1,67	NS
		5	5,63 ± 0,03	96,83 ± 1,91	NS
	6	23	5,58 ± 0,02	96,72 ± 1,37	NS
		40	5,23 ± 0,03	97,03 ± 1,34	NS
		5	5,63 ± 0,04	97,26 ± 1,80	NS
	9	23	5,42 ± 0,06	97,08 ± 1,46	NS
		-18	5,57 ± 0,04	97,15 ± 1,09	7,36 ± 0,09
	12	5	5,54 ± 0,03	97,39 ± 1,12	7,17 ± 0,16
		23	5,31 ± 0,06	96,84 ± 1,37	7,00 ± 0,10
		40	5,17 ± 0,02	97,81 ± 1,45	7,54 ± 0,07
	Müsli	0	-	6,47 ± 0,07	96,36 ± 1,49
1		40	6,32 ± 0,05	96,58 ± 1,07	NS
		-18	6,60 ± 0,06	96,86 ± 1,67	NS
		5	6,42 ± 0,05	97,04 ± 1,58	NS
3		23	6,44 ± 0,07	97,43 ± 1,26	NS
		40	6,22 ± 0,02	97,77 ± 1,03	NS
		5	6,21 ± 0,05	96,44 ± 1,18	NS
6		23	6,20 ± 0,06	96,80 ± 1,61	NS
		40	6,08 ± 0,03	97,25 ± 1,06	NS
		5	6,15 ± 0,04	96,26 ± 1,49	NS
9		23	6,11 ± 0,05	97,15 ± 1,27	NS
		-18	6,47 ± 0,04	95,99 ± 1,07	17,54 ± 0,29
12		5	6,13 ± 0,03	96,27 ± 1,36	17,38 ± 0,31
		23	6,07 ± 0,07	96,49 ± 1,94	16,44 ± 0,23
		40	5,96 ± 0,05	97,56 ± 1,82	17,21 ± 0,36

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	pH (-)	Sušina (%)	Tuk (%)	
Džem	0	-	3,20 ± 0,01	70,28 ± 0,87	NS	
	1	40	3,07 ± 0,02	71,27 ± 0,81	NS	
		-18	3,25 ± 0,01	70,72 ± 0,74	NS	
		5	3,21 ± 0,01	71,01 ± 0,90	NS	
	3	23	3,19 ± 0,00	71,03 ± 0,65	NS	
		40	3,08 ± 0,02	74,11 ± 0,82	NS	
		5	3,15 ± 0,02	70,63 ± 0,61	NS	
	6	23	3,11 ± 0,01	72,22 ± 0,73	NS	
		40	3,02 ± 0,01	77,48 ± 0,86	NS	
		5	3,07 ± 0,01	69,98 ± 0,59	NS	
	9	23	3,01 ± 0,00	74,33 ± 0,74	NS	
		-18	3,22 ± 0,02	71,26 ± 0,60	NS	
	12	5	3,00 ± 0,02	71,91 ± 0,67	NS	
		23	2,94 ± 0,01	73,90 ± 0,71	NS	
		40	2,81 ± 0,00	82,98 ± 0,84	NS	
	Med	0	-	3,80 ± 0,03	84,67 ± 0,94	NS
		1	40	3,62 ± 0,01	85,60 ± 0,87	NS
			-18	3,82 ± 0,01	84,16 ± 0,82	NS
5			3,79 ± 0,02	83,95 ± 0,91	NS	
3		23	3,75 ± 0,02	84,36 ± 0,76	NS	
		40	3,64 ± 0,03	87,02 ± 0,97	NS	
		5	3,70 ± 0,01	83,96 ± 0,80	NS	
6		23	3,63 ± 0,00	84,87 ± 0,86	NS	
		40	3,57 ± 0,03	89,36 ± 0,84	NS	
		5	3,61 ± 0,02	83,89 ± 0,93	NS	
9		23	3,49 ± 0,01	85,15 ± 0,74	NS	
		-18	3,72 ± 0,03	83,72 ± 0,73	NS	
12		5	3,54 ± 0,03	84,45 ± 0,81	NS	
		23	3,38 ± 0,01	85,61 ± 0,97	NS	
		40	3,40 ± 0,00	90,72 ± 1,06	NS	

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	pH (-)	Sušina (%)	Tuk (%)
Nutella	0	-	6,12 ± 0,08	99,51 ± 1,54	30,06 ± 0,36
	1	40	5,98 ± 0,06	99,93 ± 1,67	NS
		-18	6,08 ± 0,04	99,48 ± 1,48	NS
	3	5	6,07 ± 0,07	99,89 ± 1,53	NS
		23	6,02 ± 0,06	99,93 ± 1,62	NS
		40	5,99 ± 0,04	99,94 ± 1,37	NS
	6	5	6,01 ± 0,05	99,16 ± 1,70	NS
		23	5,92 ± 0,06	99,26 ± 1,29	NS
		40	5,87 ± 0,06	99,10 ± 1,49	NS
	9	5	5,95 ± 0,07	99,24 ± 1,54	NS
		23	5,96 ± 0,05	99,27 ± 1,47	NS
	12	-18	6,00 ± 0,04	99,51 ± 1,60	30,35 ± 0,30
		5	5,88 ± 0,04	99,63 ± 1,52	31,47 ± 0,32
		23	5,84 ± 0,07	99,85 ± 1,31	31,28 ± 0,29
		40	5,76 ± 0,06	99,72 ± 1,71	31,70 ± 0,39
	Instantní nudle	0	-	6,92 ± 0,10	97,84 ± 1,49
1		40	6,73 ± 0,08	99,16 ± 1,36	NS
		-18	6,91 ± 0,09	98,03 ± 1,74	NS
3		5	6,94 ± 0,07	98,45 ± 1,46	NS
		23	6,92 ± 0,06	98,24 ± 1,61	NS
		40	6,72 ± 0,08	98,18 ± 1,48	NS
6		5	6,78 ± 0,05	97,92 ± 1,50	NS
		23	6,63 ± 0,06	98,13 ± 1,64	NS
		40	6,42 ± 0,09	98,76 ± 1,39	NS
9		5	6,76 ± 0,07	97,51 ± 1,71	NS
		23	6,53 ± 0,08	98,22 ± 1,19	NS
12		-18	6,73 ± 0,06	98,50 ± 1,73	17,51 ± 0,31
		5	6,69 ± 0,09	98,67 ± 1,44	17,98 ± 0,25
		23	6,67 ± 0,06	99,04 ± 1,67	18,54 ± 0,29
		40	5,48 ± 0,07	99,19 ± 1,60	17,73 ± 0,26

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	pH (-)	Sušina (%)	Tuk (%)
Kuře na paprice	0	-	6,21 ± 0,04	97,42 ± 1,24	36,75 ± 0,54
	1	40	6,10 ± 0,03	99,34 ± 1,64	NS
		-18	6,14 ± 0,05	97,61 ± 1,30	NS
		5	6,13 ± 0,02	97,93 ± 1,37	NS
	3	23	6,13 ± 0,06	98,16 ± 1,41	NS
		40	6,05 ± 0,04	98,94 ± 1,54	NS
		5	6,02 ± 0,03	98,57 ± 1,39	NS
	6	23	5,99 ± 0,02	98,45 ± 1,42	NS
		40	5,74 ± 0,06	98,54 ± 1,31	NS
		5	5,87 ± 0,04	98,70 ± 1,70	NS
	9	23	5,87 ± 0,05	98,76 ± 1,64	NS
		-18	6,17 ± 0,03	98,39 ± 1,51	37,45 ± 0,48
	12	5	5,72 ± 0,04	98,52 ± 1,67	37,22 ± 0,39
		23	5,69 ± 0,02	98,34 ± 1,36	37,60 ± 0,52
		40	5,60 ± 0,06	99,15 ± 1,74	36,87 ± 0,61
	Instantní polévka	0	-	6,72 ± 0,08	98,94 ± 1,37
1		40	6,58 ± 0,04	98,45 ± 1,56	NS
		-18	6,70 ± 0,06	97,94 ± 1,42	NS
		5	6,70 ± 0,05	98,23 ± 1,69	NS
3		23	6,67 ± 0,07	98,17 ± 1,47	NS
		40	6,53 ± 0,08	98,80 ± 1,57	NS
		5	6,68 ± 0,06	98,36 ± 1,40	NS
6		23	6,52 ± 0,05	97,72 ± 1,39	NS
		40	6,43 ± 0,05	98,64 ± 1,76	NS
		5	6,61 ± 0,04	98,07 ± 1,42	NS
9		23	6,47 ± 0,06	98,16 ± 1,37	NS
		-18	6,59 ± 0,06	98,74 ± 1,68	18,52 ± 0,31
12		5	6,61 ± 0,07	97,59 ± 1,74	17,58 ± 0,29
		23	6,39 ± 0,05	98,05 ± 1,65	17,59 ± 0,33
		40	6,11 ± 0,06	98,55 ± 1,71	17,75 ± 0,20

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	pH (-)	Sušina (%)	Tuk (%)
Svíčková omáčka	0	-	5,70 ± 0,04	95,20 ± 1,63	3,94 ± 0,03
	1	40	5,06 ± 0,05	96,94 ± 1,40	NS
		-18	5,77 ± 0,00	96,84 ± 1,27	NS
	3	5	5,66 ± 0,06	96,76 ± 1,39	NS
		23	5,10 ± 0,02	96,91 ± 1,40	NS
		40	4,95 ± 0,05	97,07 ± 1,45	NS
	6	5	5,56 ± 0,04	96,57 ± 1,37	NS
		23	5,02 ± 0,03	96,82 ± 1,54	NS
		40	4,72 ± 0,05	97,65 ± 1,61	NS
	9	5	5,41 ± 0,04	97,24 ± 1,47	NS
		23	4,92 ± 0,06	97,39 ± 1,60	NS
	12	-18	5,69 ± 0,02	97,02 ± 1,55	4,12 ± 0,04
		5	5,28 ± 0,06	97,60 ± 1,41	3,85 ± 0,05
		23	4,76 ± 0,03	97,87 ± 1,67	4,23 ± 0,03
		40	4,55 ± 0,04	98,06 ± 1,72	3,91 ± 0,04
	Čočka s klobásou	0	-	5,81 ± 0,05	28,06 ± 0,36
1		40	5,69 ± 0,06	29,03 ± 0,41	NS
		-18	5,75 ± 0,06	28,19 ± 0,30	NS
3		5	5,71 ± 0,04	28,13 ± 0,35	NS
		23	5,64 ± 0,02	28,59 ± 0,29	NS
		40	5,62 ± 0,06	29,14 ± 0,45	NS
6		5	5,60 ± 0,07	28,70 ± 0,33	NS
		23	5,53 ± 0,04	29,31 ± 0,41	NS
		40	5,40 ± 0,05	29,25 ± 0,40	NS
9		5	5,51 ± 0,04	28,97 ± 0,45	NS
		23	5,39 ± 0,06	29,43 ± 0,37	NS
12		-18	5,41 ± 0,04	28,41 ± 0,36	7,77 ± 0,09
		5	5,39 ± 0,04	28,69 ± 0,31	7,80 ± 0,08
		23	5,26 ± 0,03	29,34 ± 0,42	7,42 ± 0,11
		40	5,17 ± 0,01	29,67 ± 0,46	8,06 ± 0,07

NS nestanoveno

Výsledky stanovení hrubé bílkoviny, amoniaku a tiobarbiturového čísla jsou uvedeny v Tab. 3. Pro tyto analýzy byly použity metody stanovení uvedené v kapitole 4.4.

5.2 Hrubá bílkovina

Výsledky stanovení obsahu bílkovin jsou uvedeny v Tab. 3. Dle výsledků, u všech skladovaných potravin, nebyly zaznamenány výrazné změny v obsahu bílkovin během skladování při různých teplotách. Jednotlivé změny v obsahu bílkovin se pohybovaly v rozmezí do 1 %, což zhruba odpovídá chybě stanovení. Kromě výrobku kuře na paprice, obsah bílkovin v potravinách odpovídal obsahům uvedených výrobcí na obalech. U výrobku kuře na paprice výrobce na obale deklaruje obsah bílkovin 2,4 g/ 100 ml hotového výrobku, tzn., že po nalití 300 ml vody a 200 ml plnotučného mléka do koncentrátu je přepočtený obsah bílkovin 4,2 g/100 g³ koncentrátu. Námi stanovený obsah bílkovin se pohyboval kolem 7 % (7 g/100 g), byl stanoven přímo z koncentrátu a po celou dobu stanovení se tento obsah významně neměnil. Výrobce na obale neuvádí hustotu koncentrátu, přesnější přepočet proto nelze provést.

5.3 Amoniak

Výsledky obsahu amoniaku byly zaznamenány do Tab. 3. Obsah amoniaku ve výrobcích rostl s dobou skladování i s vyšší skladovací teplotou. Po jednom roce skladování došlo u všech potravin k významnému zvýšení amoniaku. Nejvyšší nárůst v obsahu amoniaku během skladování byl zaznamenán ve výrobku svíčková omáčka. Po jednom roce skladování došlo při teplotě -18 °C k navýšení obsahu amoniaku o 270 % oproti původní hodnotě, při teplotě 5 °C o 300 %, při teplotě 23 °C také o 300 % a při teplotě 40 °C o 400 %.

Dalšími výrobky, u kterých došlo k výrazným změnám v obsahu amoniaku, byly instantní polévka a kuře na paprice. Změny probíhaly již při teplotě - 18 °C, kdy byl obsah amoniaku navýšen o 275 % v případě polévky a 180 % v případě kuřete, při teplotě 5 °C došlo ke zvýšení od původní hodnoty o 300 % u obou výrobků, při teplotě 23 °C o 325 % v případě

³ Za předpokladu, že hustota koncentrátu činí 1g/ml.

polévky a 350 v případě kuřete. Při teplotě 40 °C činilo navýšení o 400 % v případě polévky a 500 % v případě kuřete. U ostatních vzorů se po roce skladování při teplotě -18 °C pohyboval nárůst amoniaku v rozmezí 140 – 200 %, při teplotě 5 °C o 150 – 280 %, při 23 °C 160 – 300 % a při 40 °C 170 – 400 %.

Nejnižší nárůst obsahu amoniaku byl pozorován u vzorku nutelly. Po jednom roce skladování při teplotě -18 °C došlo k nárůstu o 130 %, při teplotě 5 °C o 160 % a při teplotě 23 °C o 170 %.

Obecně lze říci, že se nárůst amoniaku ve vzorcích výrazně měnil s druhem skladované potraviny a použitou skladovací teplotou. Degradace bílkovin za vzniku amoniaku v potravinách lze přisoudit Streckerově degradaci aminokyselin a Maillardovým reakcím, které probíhají při skladování a jsou urychlovány působením vyšších teplot [33, 35]. Čím vyšší je obsah NH₃ v potravine, tím více docházelo v potravine k degradaci bílkovin. Podobné výsledky byly publikovány v článku Bubelová a kol. [38].

5.4 Tiobarbiturové číslo

Výsledky stanovení tiobarbiturového čísla jsou uvedeny v Tab. 3. S délkou a vyšší teplotou skladování docházelo k významnému zvyšování hodnot tiobarbiturového čísla. Všechny vzorky potravin byly nestabilní při všech skladovacích teplotách.

Po 12 měsících skladování nutelly došlo ke zvýšení tiobarbiturového čísla při teplotě -18 °C o 520 % od původní hodnoty, při teplotě 5 °C o 660 % a při teplotě 23 °C až o 700 %. Nutella obsahuje převážně palmový olej skládající se z triacylglycerolů s krátkými řetězci nasycených mastných kyselin, které jsou méně stabilní oproti živočišným tukům s nasycenými mastnými kyselinami a mnohem rychleji podléhají degradačním změnám. Dále nutella obsahuje rostlinné tuky z lískových ořechů tvořené triacylglyceroly s dlouhými nenasycenými řetězci mastných kyselin, které také podléhají degradačním změnám, dokonce rychleji, než nasycené mastné kyseliny [35].

K dalším výrazným změnám docházelo ve vzorcích výrobků müsli a kuře na paprice. Při teplotě -18 °C vzrostlo tiobarbiturové číslo o 460 % u müsli i kuřete. Při teplotě skladování 5 °C došlo k růstu tiobarbiturového čísla o 530 % u müsli a 520 % u kuřete, při teplotě skladování 23 °C byl nárůst o 550 % u müsli a 570 % u kuřete a při teplotě skladování 40 °C došlo k nárůstu o 800 % u müsli a 1100 % u kuřete. Takto vysoký vývoj lze přisoudit

charakteru jednotlivých vzorků, které obsahují vysoké podíl tuku převážně rostlinného původu.

U ostatních potravin byl vzrůst tiobarbiturového čísla také významný, při teplotě -18 °C se změny tiobarbiturového čísla pohybovaly od 270 % do 430 %, při teplotě 5 °C od 280 % do 530 %, při teplotě 23 °C od 290 % do 550 % a při teplotě 40 °C od 350 % do 700 %.

Tiobarbiturové číslo vyjadřuje množství sekundárních degradačních produktů tuků, proto se výše čísla odvíjí od celkového obsahu tuku v potravine a skladby jednotlivých mastných kyselin. Vyšší hodnota tiobarbiturového čísla znamená rozsáhlejší oxidaci lipidů v potravine. Výsledky podobného experimentu byly popsány v člancích Bubelová a kol. a Gomez a kol. [38, 88].

Tab. 3: Výsledky stanovení obsahu hrubé bílkoviny, amoniaku a tiobarbiturového čísla ve vzorcích potravin

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Hrubá bílkovina (%)	Amoniak (mg·kg ⁻¹)	TBARS (A ₅₃₈ ·mg ⁻¹)	
Ovesná kaše	0	-	10,92 ± 0,23	11,11 ± 0,30	74,60 ± 1,65	
	1	40	NS	26,47 ± 0,43	123,09 ± 2,17	
		-18	NS	13,26 ± 0,22	136,16 ± 2,58	
	3	5	NS	14,02 ± 0,28	149,35 ± 2,71	
		23	NS	14,84 ± 0,17	155,09 ± 2,94	
		40	NS	35,61 ± 0,46	214,72 ± 3,57	
	6	5	NS	15,17 ± 0,31	231,84 ± 3,91	
		23	NS	15,72 ± 0,29	220,90 ± 3,82	
		40	NS	40,94 ± 0,53	307,65 ± 4,94	
	9	5	NS	17,06 ± 0,35	284,36 ± 4,17	
		23	NS	16,83 ± 0,27	309,01 ± 4,20	
	12	-18	NS	11,87 ± 0,21	15,19 ± 0,38	324,25 ± 5,01
		5	NS	11,89 ± 0,35	18,36 ± 0,32	400,17 ± 5,46
		23	NS	11,59 ± 0,19	18,54 ± 0,30	387,61 ± 5,63
		40	NS	11,26 ± 0,28	43,07 ± 0,57	519,30 ± 7,06
Müsli	0	-	8,16 ± 0,08	10,66 ± 0,21	50,59 ± 1,36	
	1	40	NS	18,36 ± 0,41	85,03 ± 1,64	
		-18	NS	11,28 ± 0,30	79,64 ± 1,70	
	3	5	NS	13,07 ± 0,34	88,39 ± 1,83	
		23	NS	12,39 ± 0,24	84,72 ± 1,60	
		40	NS	25,91 ± 0,48	107,16 ± 2,84	
	6	5	NS	14,23 ± 0,27	136,71 ± 3,12	
		23	NS	14,97 ± 0,31	145,60 ± 3,27	
		40	NS	32,06 ± 0,45	224,67 ± 4,29	
	9	5	NS	16,34 ± 0,32	208,04 ± 3,81	
		23	NS	17,12 ± 0,37	215,39 ± 3,70	
	12	-18	NS	7,74 ± 0,07	15,28 ± 0,22	236,07 ± 3,94
		5	NS	8,26 ± 0,05	17,39 ± 0,29	269,53 ± 4,12
		23	NS	7,51 ± 0,08	18,42 ± 0,34	284,71 ± 4,62
		40	NS	7,97 ± 0,06	40,37 ± 0,49	406,12 ± 5,51

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Hrubá bílkovina (%)	Amoniak (mg·kg ⁻¹)	TBARS (A ₅₃₈ ·mg ⁻¹)
Nutella	0	-	5,94 ± 0,05	12,19 ± 0,23	27,40 ± 0,52
	1	40	NS	20,34 ± 0,47	50,51 ± 1,39
		-18	NS	14,38 ± 0,25	60,72 ± 1,41
	3	5	NS	13,62 ± 0,24	69,30 ± 1,48
		23	NS	14,81 ± 0,31	74,23 ± 1,57
		40	NS	23,06 ± 0,45	87,06 ± 1,74
	6	5	NS	15,03 ± 0,21	89,64 ± 1,80
		23	NS	16,27 ± 0,30	96,21 ± 1,99
		40	NS	29,40 ± 0,42	154,13 ± 3,26
	9	5	NS	15,94 ± 0,28	128,04 ± 3,02
		23	NS	16,56 ± 0,31	136,27 ± 3,17
	12	-18	5,57 ± 0,03	16,37 ± 0,36	141,06 ± 3,23
		5	6,13 ± 0,05	17,69 ± 0,34	179,27 ± 3,49
		23	6,48 ± 0,06	18,93 ± 0,37	190,33 ± 3,84
		40	5,82 ± 0,04	38,07 ± 0,49	285,40 ± 4,51
	Instantní nudle	0	-	9,34 ± 0,08	5,08 ± 0,03
1		40	NS	11,54 ± 0,19	101,38 ± 2,09
		-18	NS	7,31 ± 0,04	91,03 ± 1,97
3		5	NS	9,16 ± 0,05	99,77 ± 1,98
		23	NS	8,40 ± 0,03	105,14 ± 2,16
		40	NS	14,64 ± 0,27	130,72 ± 3,15
6		5	NS	9,42 ± 0,04	128,49 ± 3,04
		23	NS	10,39 ± 0,05	125,67 ± 3,19
		40	NS	18,97 ± 0,31	184,08 ± 3,74
9		5	NS	12,08 ± 0,06	176,14 ± 3,56
		23	NS	11,86 ± 0,07	181,62 ± 3,69
12		-18	8,87 ± 0,08	10,19 ± 0,10	217,09 ± 3,99
		5	8,76 ± 0,04	13,74 ± 0,09	246,03 ± 4,06
		23	9,23 ± 0,05	14,68 ± 0,07	257,34 ± 4,18
		40	8,85 ± 0,02	25,43 ± 0,38	312,65 ± 4,91

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Hrubá bílkovina (%)	Amoniak (mg·kg ⁻¹)	TBARS (A ₅₃₈ ·mg ⁻¹)
Kuře na paprice	0	-	6,91 ± 0,03	39,98 ± 0,51	25,80 ± 0,54
	1	40	NS	78,32 ± 1,78	55,39 ± 0,81
		-18	NS	48,61 ± 0,74	39,94 ± 0,67
	3	5	NS	50,06 ± 0,69	48,31 ± 0,75
		23	NS	57,75 ± 0,88	50,09 ± 0,79
		40	NS	95,20 ± 1,94	84,26 ± 1,90
	6	5	NS	74,17 ± 0,71	72,62 ± 0,74
		23	NS	78,29 ± 0,92	80,76 ± 0,97
		40	NS	150,37 ± 3,01	135,57 ± 3,18
	9	5	NS	97,64 ± 1,72	101,07 ± 1,96
		23	NS	100,39 ± 1,94	99,46 ± 1,84
	12	-18	6,81 ± 0,05	72,86 ± 0,87	119,02 ± 1,91
		5	7,29 ± 0,04	125,09 ± 2,43	136,17 ± 2,48
		23	7,25 ± 0,03	137,16 ± 2,51	148,39 ± 2,70
		40	7,34 ± 0,06	186,59 ± 3,87	286,24 ± 4,67
	Instantní polévka	0	-	9,33 ± 0,11	8,04 ± 0,03
1		40	NS	13,27 ± 0,19	138,01 ± 2,56
		-18	NS	9,74 ± 0,04	126,18 ± 3,10
3		5	NS	11,32 ± 0,06	142,06 ± 3,49
		23	NS	10,64 ± 0,05	145,27 ± 3,54
		40	NS	17,68 ± 0,29	184,64 ± 3,81
6		5	NS	16,06 ± 0,25	197,16 ± 3,97
		23	NS	16,98 ± 0,27	199,92 ± 3,95
		40	NS	25,79 ± 0,36	270,37 ± 3,94
9		5	NS	20,17 ± 0,29	249,02 ± 3,80
		23	NS	21,01 ± 0,32	253,18 ± 3,54
12		-18	8,91 ± 0,13	22,33 ± 0,35	294,09 ± 4,53
		5	8,87 ± 0,09	24,70 ± 0,39	328,69 ± 4,70
		23	9,50 ± 0,15	25,64 ± 0,40	317,74 ± 4,61
		40	9,63 ± 0,08	32,48 ± 0,51	465,00 ± 6,95

NS nestanoveno

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Hrubá bílkovina (%)	Amoniak (mg·kg ⁻¹)	TBARS (A ₅₃₈ ·mg ⁻¹)	
Svíčková omáčka	0	-	11,69 ± 0,19	15,23 ± 0,26	149,61 ± 3,50	
	1	40	NS	20,19 ± 0,38	204,92 ± 3,94	
		-18	NS	17,53 ± 0,29	200,19 ± 3,71	
	3	5	NS	16,31 ± 0,31	231,76 ± 3,87	
		23	NS	19,72 ± 0,36	259,01 ± 3,99	
		40	NS	29,08 ± 0,49	286,72 ± 4,14	
	6	5	NS	21,38 ± 0,40	294,16 ± 4,29	
		23	NS	23,90 ± 0,43	301,94 ± 4,52	
		40	NS	35,47 ± 0,56	358,06 ± 5,17	
	9	5	NS	34,07 ± 0,55	372,14 ± 5,46	
		23	NS	37,91 ± 0,60	391,82 ± 5,51	
	12	-18		12,11 ± 0,17	40,39 ± 0,64	401,75 ± 6,49
		5		12,04 ± 0,15	46,08 ± 0,72	418,06 ± 7,25
		23		12,08 ± 0,10	45,71 ± 0,75	430,48 ± 7,14
		40		12,36 ± 0,12	60,93 ± 0,94	521,39 ± 9,12
	Čočka s klobásou	0	-	7,71 ± 0,05	28,94 ± 0,41	29,87 ± 0,61
1		40	NS	43,16 ± 0,65	55,49 ± 0,88	
		-18	NS	39,26 ± 0,57	60,34 ± 0,97	
3		5	NS	44,63 ± 0,66	65,17 ± 1,03	
		23	NS	42,92 ± 0,63	63,08 ± 1,00	
		40	NS	65,07 ± 0,91	78,91 ± 1,35	
6		5	NS	51,71 ± 0,87	81,14 ± 1,46	
		23	NS	55,30 ± 0,74	85,64 ± 1,50	
		40	NS	80,16 ± 1,34	104,57 ± 1,86	
9		5	NS	59,44 ± 0,97	110,90 ± 1,94	
		23	NS	63,19 ± 1,06	113,67 ± 1,98	
12		-18		8,16 ± 0,04	70,50 ± 1,19	149,18 ± 2,06
		5		7,84 ± 0,06	78,72 ± 1,36	170,25 ± 2,21
		23		8,03 ± 0,06	77,36 ± 1,45	164,08 ± 2,17
		40		8,27 ± 0,05	114,19 ± 1,97	215,53 ± 2,46

NS nestanoveno

5.5 Mikrobiologická analýza

Výsledky všech mikrobiologických analýz ve vzorcích potravin byly zaznamenány do Tab. 4. Ke stanovení byly použity metody uvedené v kapitole 4.4.9.

Mikrobiologicky nejstabilnější potravinou byla v rámci jednoho roku skladování čočka s klobásou. U tohoto vzorku byly detekovány mikroorganismy pouze ve 3 měsíci skladování při teplotě 23 °C, kdy se celkový počet mikroorganismů pohyboval v řádech 10^4 KTJ·g⁻¹, počet aerobních sporulátů 10^3 KTJ·g⁻¹ a počet anaerobních sporulátů 10^5 KTJ·g⁻¹. Vzhledem k tomu, že je tento produkt sterilovaný, neměly by se zde vyskytovat vůbec žádné mikroorganismy. Je tedy velice pravděpodobné, že se jednalo o vzorek, který buď nebyl dostatečně správně sterilován a spory mikroorganismů, které se zde vyskytovaly, nebyly během tepelného záhřevu inaktivovány, nebo mohlo dojít k nedostatečnému utěsnění sváru konzervy.

Nejvíce mikrobiologicky kontaminované potraviny byly kuře na paprice, med, nutella, müsli, ovesná kaše, instantní polévka, instantní nudle a svíčková omáčka. U těchto potravin bylo zjištěno poměrně velké množství CPM, nejvíce u svíčkové omáčky, kdy při skladování po dobu 3 měsíců při teplotě 5 °C a 23 °C hodnoty dosahovaly až 10^5 KTJ·g⁻¹. Dále bylo u těchto potravin stanoveno velké množství aerobních sporulujících mikroorganismů, u müsli po 3 měsících skladování při teplotě 5 °C v řádech 10^4 KTJ·g⁻¹, u medu po 3 měsících skladování při teplotě 5 °C a 23 °C v řádech 10^4 KTJ·g⁻¹, u nutelly po 3 měsících skladování při teplotě 5 °C v řádech 10^4 KTJ·g⁻¹, a u instantních nudlí po 3 měsících skladování při teplotě 23 °C v řádech 10^4 KTJ·g⁻¹. Anaerobní sportující mikroorganismy byly detekovány u instantních nudlí po 3 měsících skladování při teplotě 23 °C v řádech 10^5 KTJ·g⁻¹, u kuřete na paprice po 3 měsících skladování při teplotě 23 °C v řádech 10^4 KTJ·g⁻¹ a u instantní polévky po 1 měsíci skladování při teplotě 40 °C v řádech 10^5 KTJ·g⁻¹. U vzorků müsli, ovesné kaše a kuřete na paprice bylo navíc stanoveno mimo předchozí i velké množství kvasinek a plísní. U müsli, ovesné kaše a kuřete bylo toto množství stanoveno v řádech 10^2 KTJ·g⁻¹ u plísní i kvasinek, u kuřete bylo množství kvasinek po 3 měsíci skladování při 40 °C v řádech 10^5 KTJ·g⁻¹. Podobné výsledky byly prezentovány v člancích Bubelová a kol. a Kince a kol. [13, 90].

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Ovesná kaše	0	-	3,00·10 ²	1,00·10 ²	1,50·10 ²	5,00·10 ¹ (P)
	1	40	1,90·10 ³	7,50·10 ²	3,50·10 ²	0
		-18	1,76·10 ³	1,50·10 ²	1,00·10 ²	1,00·10 ² (K)
	3	5	9,20·10 ²	1,35·10 ³	6,50·10 ²	3,00·10 ² (K)
		23	7,47·10 ³	6,00·10 ²	1,50·10 ²	5,00·10 ² (P)
		40	1,36·10 ⁴	1,00·10 ³	1,00·10 ³	0
	12	-18	4,30·10 ³	0	0	0
		5	1,60·10 ³	0	0	1,00·10 ² (P)
		23	2,30·10 ²	0	2,00·10 ²	0
		40	1,00·10 ²	0	0	0

Tab. 4: Výsledky mikrobiologických analýz ve vzorcích potravin

P plísně

K kvasinky

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Müsli	0	-	4,00·10 ³	3,25·10 ³	1,70·10 ³	2,50·10 ² (P)
	1	40	3,00·10 ⁴	4,95·10 ³	3,20·10 ³	1,50·10 ² (P)
		-18	6,30·10 ³	2,00·10 ³	1,50·10 ²	0
	3	5	1,53·10 ⁴	1,39·10 ⁴	5,00·10 ³	0
		23	3,77·10 ³	5,90·10 ³	6,25·10 ³	0
		40	2,00·10 ²	1,00·10 ³	5,00·10 ³	0
	12	-18	1,12·10 ⁴	2,00·10 ²	4,60·10 ²	2,00·10 ¹ (P)
		5	7,42·10 ⁴	3,60·10 ³	5,12·10 ³	1,00·10 ² (P)
		23	1,62·10 ⁴	1,10·10 ³	2,80·10 ³	6,00·10 ² (P)
		40	4,00·10 ²	4,25·10 ²	6,70·10 ³	0

P plísně

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Džem	0	-	0	0	5,00·10 ¹	0
	1	40	0	2,30·10 ⁴	7,95·10 ³	0
		-18	0	1,50·10 ²	0	0
	3	5	6,50·10 ²	0	0	0
		23	3,50·10 ¹	2,00·10 ²	1,30·10 ³	0
		40	9,90·10 ²	9,00·10 ³	4,00·10 ³	0
	12	-18	0	0	0	0
		5	0	0	0	0
		23	0	0	0	0
		40	0	0	0	0

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Med	0	-	$1,30 \cdot 10^2$	$2,50 \cdot 10^2$	$5,00 \cdot 10^1$	0
	1	40	$1,25 \cdot 10^2$	$5,00 \cdot 10^1$	0	0
		-18	$2,10 \cdot 10^2$	0	0	0
	3	5	$4,60 \cdot 10^2$	$3,69 \cdot 10^4$	$2,50 \cdot 10^2$	0
		23	$1,45 \cdot 10^2$	$7,27 \cdot 10^4$	$2,00 \cdot 10^2$	0
		40	0	0	0	0
	12	-18	$1,10 \cdot 10^2$	0	0	0
		5	$1,00 \cdot 10^3$	$2,00 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^2$	0
		23	$1,50 \cdot 10^2$	0	0	0
		40	0	0	0	0

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Nutella	0	-	$8,50 \cdot 10^1$	$4,30 \cdot 10^3$	0	0
	1	40	$5,50 \cdot 10^1$	$1,00 \cdot 10^2$	$5,00 \cdot 10^1$	0
		-18	$1,50 \cdot 10^2$	$3,00 \cdot 10^2$	0	0
	3	5	$3,26 \cdot 10^5$	$1,50 \cdot 10^4$	$3,00 \cdot 10^3$	0
		23	$1,52 \cdot 10^4$	$1,50 \cdot 10^2$	$3,50 \cdot 10^2$	0
		40	$1,00 \cdot 10^1$	0	$1,00 \cdot 10^3$	0
	12	-18	$9,00 \cdot 10^1$	0	0	0
		5	$2,50 \cdot 10^3$	$1,20 \cdot 10^3$	$5,40 \cdot 10^2$	0
		23	$1,81 \cdot 10^2$	$2,42 \cdot 10^2$	$2,00 \cdot 10^1$	0
		40	0	0	0	0

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísňe (KTJ·g ⁻¹)
Instantní nudle	0	-	0	0	5,00·10 ¹	0
	1	40	0	4,30·10 ³	6,95·10 ³	0
		-18	7,50·10 ¹	0	0	0
	3	5	1,68·10 ³	2,30·10 ⁴	4,00·10 ³	2,00·10 ² (P)
		23	1,50·10 ¹	1,24·10 ⁴	1,19·10 ⁵	4,00·10 ² (P)
		40	0	0	3,00·10 ³	0
	12	-18	0	0	0	0
		5	0	0	0	0
		23	0	0	0	0
		40	0	0	0	0

P plísňe

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Kuře na paprice	0	-	1,62·10 ⁴	3,35·10 ³	2,60·10 ³	7,50·10 ² (K) 1,00·10 ² (P)
		40	2,92·10 ³	5,00·10 ¹	6,90·10 ³	1,50·10 ² (K) 2,00·10 ² (P)
	3	-18	1,61·10 ³	1,50·10 ³	4,50·10 ²	1,00·10 ² (K)
		5	1,89·10 ⁴	4,55·10 ³	3,15·10 ³	6,00·10 ² (P)
		23	7,40·10 ³	3,05·10 ³	8,90·10 ⁴	0
		40	1,14·10 ⁴	1,00·10 ³	1,00·10 ³	1,00·10 ⁵ (K)
		-18	3,68·10 ⁴	4,60·10 ²	3,80·10 ²	5,00·10 ² (P)
	12	5	2,12·10 ⁴	1,20·10 ³	1,30·10 ³	4,00·10 ² (K) 2,00·10 ² (P)
		23	2,64·10 ⁴	3,90·10 ³	1,90·10 ³	3,00·10 ² (K)
		40	NS	NS	NS	NS

K kvasinky

P plísně

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Instantní polévka	0	-	$1,07 \cdot 10^3$	$8,50 \cdot 10^2$	$7,50 \cdot 10^2$	0
	1	40	$1,73 \cdot 10^3$	$1,35 \cdot 10^3$	$3,95 \cdot 10^5$	0
		-18	$1,24 \cdot 10^3$	0	0	0
		5	$9,20 \cdot 10^2$	$2,15 \cdot 10^3$	$1,30 \cdot 10^3$	0
	3	23	$1,36 \cdot 10^4$	0	0	0
		40	$1,46 \cdot 10^3$	$4,00 \cdot 10^3$	$1,00 \cdot 10^3$	0
		-18	$1,36 \cdot 10^3$	$4,00 \cdot 10^2$	$1,10 \cdot 10^2$	0
	12	5	$1,00 \cdot 10^2$	$4,00 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^3$	0
		23	$1,36 \cdot 10^4$	$2,50 \cdot 10^3$	$5,00 \cdot 10^3$	0
		40	$8,10 \cdot 10^2$	$3,00 \cdot 10^2$	$5,00 \cdot 10^2$	0

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Svíčková omáčka	0	-	9,50·10 ²	5,00·10 ²	1,50·10 ²	0
	1	40	3,65·10 ²	2,15·10 ³	6,05·10 ³	0
		-18	1,75·10 ²	0	0	0
	3	5	1,56·10 ⁴	2,50·10 ²	1,20·10 ³	0
		23	1,36·10 ⁵	1,50·10 ²	2,50·10 ²	0
		40	1,40·10 ²	2,00·10 ³	1,20·10 ⁴	0
	12	-18	1,29·10 ³	1,00·10 ¹	2,00·10 ¹	0
		5	1,80·10 ³	2,00·10 ²	4,50·10 ³	0
		23	4,80·10 ²	0	1,00·10 ²	0
		40	0	3,20·10 ³	0	0

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Celkový počet mikroorganismů (KTJ·g ⁻¹)	Aerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Anaerobní sporuláty (KTJ·g ⁻¹)	Kvasinky a plísně (KTJ·g ⁻¹)
Čočka s klobásou	0	-	0	0	0	0
	1	40	0	0	0	0
		-18	0	0	0	0
	3	5	0	0	0	0
		23	4,23·10 ⁴	1,55·10 ³	1,89·10 ⁵	0
		40	0	0	0	0
		-18	0	0	0	0
	12	5	0	0	0	0
		23	0	0	0	0
		40	0	0	0	0
		-18	0	0	0	0

5.6 Senzorická analýza

Výsledky sensorické analýzy všech potravin jsou uvedeny v Tab. 5. Pro posouzení jednotlivých sensorických vlastností byla použita sedmibodová ordinální stupnice hédonického typu (1 - vynikající, 4 - dobrá, 7 - nepřijatelná) a pro hodnocení cizích chutí a vůní (off-flavour) byla použita intenzitní stupnice (1 - velmi malá, 4 - střední, 7 - extrémní). Jakmile byl vzorek hodnocen stupněm 7, byl z dalšího hodnocení vyloučen.

Ovesná kaše si po dobu prvních 6 měsíců skladování uchovala velmi dobrou sensorickou jakost. S výjimkou vzorku skladovaného při nejvyšší teplotě byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Ve druhé polovině roku se sensorická jakost ovesné kaše významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. S rostoucí teplotou, docházelo ke tmavnutí kaše, což mohlo být způsobeno jak enzymatickými (aerobní mikroorganizmy) [33], tak i neenzymatickými reakcemi (Maillardovy reakce) [34]. Co se týče konzistence, kaše skladována v lednici s rostoucí délkou skladování získala řidší konzistenci, naopak kaše z termostatu byla hustější. Tato vlastnost souvisela s nárůstem sušiny ve vzorku, což odpovídá i výsledkům chemické analýzy (viz kapitola 5.2) a dala by se odstranit přidáním malého množství vody. Pachuti se objevily až po roce skladování a byly popsány jako mýdlová, což souviselo s oxidací tuků [36], a zatuchlá skořice.

Müsli si uchovalo velmi dobrou sensorickou jakost pouze po dobu prvních 3 měsíců skladování, s výjimkou vzorku skladovaného při nejvyšší teplotě byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Po 3 měsících skladování se sensorická jakost müsli významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. Müsli po 9 měsících skladování při obou hodnocených teplotách (5° a 23 °C) bylo tvrdé a vysušené, po roce skladování se u müsli skladovaného při pokojové teplotě objevila žluklá pachut', která byla opět zapříčiněná oxidací tuků [36]. V případě müsli z termostatu, resp. lednice se žluklá chuť objevila již po 6, resp. 9 měsících.

Džem si po dobu 9 měsíců skladování při všech skladovacích teplotách uchoval velmi dobrou sensorickou jakost, všechny vzorky byly hodnoceny nejhůře stupněm 3. U vzorku skladovaného 3 měsíce při nejvyšší teplotě byly pozorovány změny ve vzhledu, barvě a konzistenci, vzorek se jevil výrazně tmavší a hustší než ostatní. Tmavnutí a houstnutí bylo patrné i u vzorku skladovaného při pokojové teplotě od 9. měsíce skladování. Zbarvení lze přisoudit jak enzymatickým, tak i neenzymatickým, Maillardovým reakcím, které jsou

podporovány délkou skladování a vysokou teplotou [34]. Po 9. měsíci skladování se sensorická jakost džemu významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. Během skladování vzorky také ztratily určité množství vody, což vedlo ke zvyšování viskozity a vyplývá to i z reologické analýzy (viz kapitola 5.7). Vzorek džemu skladovaný rok v termostatu již nevykazoval žádnou meruňkovou chuť a byl prakticky neroztíratelný.

Při sensorické analýze medu bylo zjištěno, že si vzorky po dobu prvních 6 měsíců skladování uchovaly velmi dobrou sensorickou jakost, s výjimkou vzorku skladovaného při nejvyšší teplotě byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Po 6. měsíci skladování se sensorická jakost medu významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. Dále bylo zjištěno, že vzorky medu skladované v mrazničce a lednici začaly již po 3 měsících krystalizovat, vzorek skladovaný při pokojové teplotě až po 9 měsících, a to jen velmi mírně. Med skladovaný v termostatu ztmavnul již po 3 měsících, po roce byl nepřírozně tmavý a konzistence připomínala lepidlo. Med byl navíc mírně nahořklý. Tyto změny barvy a chuti by se daly přisoudit Maillardovým reakcím [34].

Nutella si po dobu prvních 3, resp. 6 měsíců skladování uchovala velmi dobrou sensorickou jakost. S výjimkou chutě a vůně u vzorků skladovaných při nejvyšší teplotě ve 3 resp. 6 měsících, které byly hodnoceny stupněm 5 a 7, byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Po 6. měsíci skladování se sensorická jakost nutelly významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. Ve všech vzorcích nutelly se již po 3 měsících skladování objevil vystálý tuk na povrchu, nejvíce pak u vzorku skladovaného při teplotě 40 °C. Po 6 měsících skladování v termostatu vzorek nutelly vykazoval výrazně žluklou chuť, která byla způsobená degradací, resp. oxidací tuků [36]. Vzorky skladované v lednici a při pokojové teplotě pak tuto chuť vykazovaly po 9 měsících skladování. Po 6, resp. 9 měsících skladování se stala nutella prakticky nepoživatelná, proto již nebyla po jednom roce hodnocena (s výjimkou vzorku skladovaného v mrazničce).

Instantní nudle si po dobu prvních 6 měsíců skladování uchovaly velmi dobrou sensorickou jakost, všechny parametry byly hodnoceny stupněm 1. Ve druhé polovině roku se sensorická jakost nudlí významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. U vzorků se objevila barevná nekonzistence a fleky při všech skladovacích teplotách. Po roce skladování vykazovaly vzorky uchovávané při 23 ° a 40 °C výrazné pachutě, způsobené degradačními reakcemi složek potravin.

Vzorky potraviny kuře na paprice si po dobu prvních 6, resp. 9 měsíců skladování uchovaly velmi dobrou sensorickou jakost. S výjimkou vzorku skladovaného po 6 měsících při nejvyšší teplotě, který byl hodnocen až stupněm 7, byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Po 12 měsících skladování se sensorická jakost nudlí významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 – 5. Dále bylo zjištěno, že vzorek skladovaný v termostatu vykazoval již po 3 měsících skladování kvasničnou pachut', která byla už po 6 měsících skladování velmi výrazná. Konzistence vzorku skladovaného po dobu jednoho roku při teplotě 5 °C byla hrudkovitá a vykazovala nevýraznou, mdlou chuť. Vzorek skladovaný po stejně dlouhou dobu, ale při pokojové teplotě, byl tmavší, řidší a nahořklý, což by se dalo přisoudit jak degradačním reakcím enzymů, způsobenými mikroorganismy, ale také reakcemi neenzymatického hnědnutí [34], [45].

U vzorku instantní polévka se sensorické změny začaly projevovat po 9 měsících, do té doby si polévka uchovala velmi dobrou sensorickou jakost. S výjimkou vzorků skladovaných po 6, resp. 9 měsících při nejvyšších teplotách, které byly hodnoceny stupni 5 a 6, byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 2. Po 12 měsících skladování se sensorická jakost instantní polévky významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 5 - 7. U vzorku skladovaného při teplotě 23 °C se objevila žluklá pachut', způsobená oxidací tuků. Po jednom roce skladování byl vzorek, uchovávaný při teplotě 40 °C, nepřijatelný z důvodu intenzivní žluklé pachutě způsobené oxidací tuků [35].

Co se týče výrobku svíčková omáčka, bylo zjištěno, že po dobu prvních 6 měsíců skladování si omáčka uchovala velmi dobrou sensorickou jakost, s výjimkou vzorku skladovaného při nejvyšší teplotě byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Ve druhé polovině roku se sensorická jakost svíčkové omáčky významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 - 7. Viditelné změny ve vzhledu a barvě byly pozorovány až po roce skladování při teplotě 40 °C, kdy byl navíc zjištěn velmi výrazný zápach způsobený degradačními reakcemi při vyšší teplotě, např. Streckerovou degradací [35], při které vzniká amoniak, což odpovídá i výsledkům chemické analýzy (viz kapitola 5.35), kdy byl zaznamenán jeho nejvyšší nárůst. Po 9 měsících skladování vzorky skladované při teplotě 5° a 23 °C vykazovaly nakyslou chuť.

Při sensorické analýze výrobku čočka s klobásou bylo zjištěno, že i po 9 měsících skladování si výrobek zachoval velmi dobrou sensorickou jakost. S výjimkou vzorku skladovaného po 9 měsících při nejvyšší teplotě, jehož vzhled a barva byla hodnocena

stupněm 4, byly všechny vzorky hodnoceny nejhůře stupněm 3. Po 12 měsících skladování se sensorická jakost čočky významně zhoršovala, vzorky byly hodnoceny většinou stupni 4 – 6. Vzorek čočky po 6 měsících skladování při teplotě 40 °C byl tmavší a hustší než ostatní. Vzorky skladované po dobu jednoho toku v mrazničce a lednici byly hodně řídké a vykazovaly nasládlou chuť. Vzorek skladovaný stejnou dobu při 40 °C byl tmavý a hustý, čočka byla změklá, sladká a navíc byla hodnocena i pachutí po plechovce. Tyto změny bývají připisovány Maillardovým reakcím[34], které jsou podporovány délkou skladování a vysokou teplotou. Podobné výsledky byly prezentovány v článku Lazárková a kol. [91].

Tab. 5: Výsledky senzorické analýzy ve vzorcích potravin

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Ovesná kaše	0	-	1	1	1	1
	1	40	2	2	2	1
		-18	2	2	2	1
	3	5	2	2	2	1
		23	2	2	2	1
		40	2	3	2	1
	6	5	2	3	3	1
		23	2	2	2	1
		40	6	3	7	7
	9	5	3	4	4	1
		23	4	5	5	1
	12	-18	2	2	5	2
		5	5	6	6	5
		23	6	6	7	7
		40	-	-	-	-

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Müsli	0	-	1	1	1	1
	1	40	1	2	3	3
		-18	1	2	1	1
		5	1	2	2	1
	3	23	1	2	2	1
		40	1	2	5	5
		5	1	3	4	2
	6	23	1	3	3	2
		40	1	2	7	7
		5	1	5	7	7
	9	23	1	5	5	6
		-18	1	3	1	1
		5	-	-	-	-
	12	23	1	5	7	7
		40	-	-	-	-

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Džem	0	-	1	1	1	1
	1	40	2	2	1	1
		-18	1	1	1	1
	3	5	1	1	1	1
		23	1	1	1	1
		40	3	3	2	1
	6	5	1	1	1	1
		23	1	2	1	1
		40	3	3	2	1
	9	5	3	2	2	1
		23	2	3	1	1
	12	-18	4	2	4	1
		5	3	2	2	1
		23	5	4	3	1
		40	7	6	7	5

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Med	0	-	1	1	1	1
	1	40	2	2	1	1
		-18	2	3	3	1
	3	5	3	2	2	1
		23	1	1	1	1
		40	2	2	2	1
	6	5	3	3	2	1
		23	1	1	1	1
		40	4	4	3	1
	9	5	4	4	3	1
		23	2	1	1	1
	12	-18	2	3	3	1
		5	5	5	5	5
		23	2	1	2	1
			40	7	6	3

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Nutella	0	-	1	1	1	1
	1	40	3	2	3	3
		-18	2	3	2	1
	3	5	2	2	2	1
		23	2	2	2	1
		40	5	3	5	5
	6	5	2	2	2	1
		23	3	2	2	1
		40	5	4	7	7
	9	5	4	2	7	7
		23	5	2	7	7
	12	-18	4	4	2	1
		5	-	-	-	-
		23	-	-	-	-
		40	-	-	-	-

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Instantní nudle	0	-	1	1	1	1
	1	40	1	1	1	1
		-18	1	1	1	1
	3	5	1	1	1	1
		23	1	1	1	1
		40	1	1	1	1
	6	5	1	1	1	1
		23	1	1	1	1
		40	1	1	1	1
	9	5	3	2	4	2
		23	4	2	5	4
	12	-18	5	2	4	3
		5	5	2	4	2
		23	4	3	6	6
		40	5	4	7	7

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Kuře na paprice	0	-	1	1	1	1
	1	40	1	1	2	1
		-18	1	2	2	1
	3	5	1	1	2	1
		23	1	1	1	1
		40	1	2	3	2
	6	5	1	1	2	1
		23	1	1	1	1
		40	5	5	7	6
	9	5	1	1	2	1
		23	1	1	2	1
	12	-18	2	4	5	1
		5	1	2	2	1
		23	1	2	5	2
			40	-	-	-

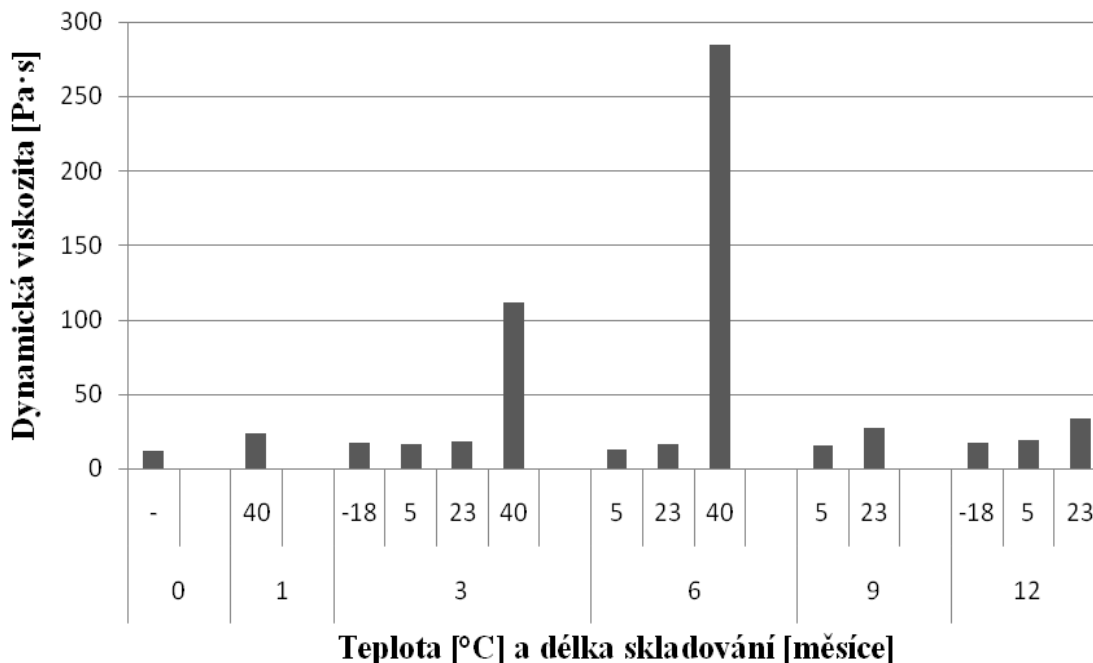
Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Instantní polévka	0	-	1	1	1	1
	1	40	1	1	1	1
		-18	1	1	1	1
	3	5	1	1	1	1
		23	1	1	1	1
		40	1	1	2	1
	6	5	1	1	1	1
		23	1	1	1	1
		40	1	1	5	5
	9	5	1	1	4	1
		23	1	1	6	5
	12	-18	3	2	5	5
		5	2	2	5	5
		23	2	2	6	5
		40	2	2	7	7

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chuť a vůně (off-flavour)
Svíčková omáčka	0	-	1	1	2	1
	1	40	1	2	2	1
		-18	1	2	3	1
	3	5	1	2	3	1
		23	1	2	3	1
		40	2	2	3	1
	6	5	1	2	3	1
		23	1	3	3	1
		40	3	3	5	3
	9	5	1	4	5	3
		23	1	4	5	4
	12	-18	1	4	5	4
		5	1	5	6	4
		23	1	4	6	5
			40	7	7	7

Potravina	Délka skladování (měsíce)	Teplota skladování (°C)	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně (flavour)	Cizí chutě a vůně (off-flavour)
Čočka s klobásou	0	-	1	2	1	1
	1	40	2	2	2	1
		-18	2	3	2	1
	3	5	2	2	1	1
		23	2	3	2	1
		40	2	2	3	2
	6	5	2	3	3	1
		23	2	3	2	1
		40	3	3	3	2
	9	5	3	3	3	1
		23	4	3	3	1
	12	-18	3	5	5	1
		5	3	5	5	3
		23	4	4	4	1
		40	4	5	6	6

5.7 Viskozita a viskoelastické vlastnosti

U vzorků medu byla měřena viskozita použitím geometrie válec-válec. Z naměřených a vypočítaných hodnot byl sestaven graf závislosti viskozity na teplotě a délce skladování (Obr. 5).

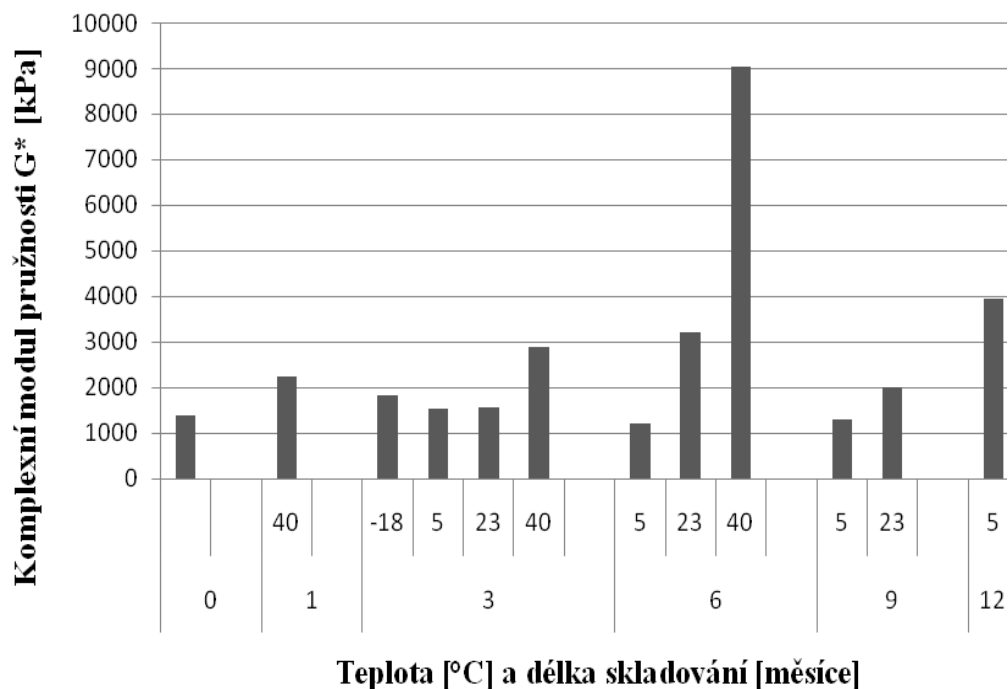


Obr. 5: Graf závislosti viskozity na teplotě a délce skladování u vzorků medu

Z výsledků je patrné, že během skladování při teplotách -18 °C , 5 °C a 23 °C nedocházelo k výrazným změnám ve viskozitě medu. Nicméně, u vzorku skladovaného při teplotě 40 °C lze vidět trend zvyšující se viskozity během ročního skladování. Porovnáme-li tuto hodnotu s počáteční viskozitou v nultém měsíci, došlo během třech měsíců skladování k nárůstu viskozity o 1000 % a po šesti měsících o 2500 %. Lze tedy jednoznačně konstatovat, že u vzorku medu docházelo ke zvyšování viskozity v závislosti na skladované teplotě. Tento fakt byl potvrzen ve 12. měsíci při teplotě 40 °C , kdy byl vzorek natolik viskózní, že jej nebylo možné za daných podmínek změřit. Podobné výsledky byly interpretovány v článku Gómez-Díaz a spol. [90].

Tokové chování vzorků džemu a nutelly bylo měřeno použitím geometrie deska-deska v oscilačním režimu, v rozsahu frekvencí 0,05 – 100 Hz. Frekvence 1 Hz byla zvolena jako

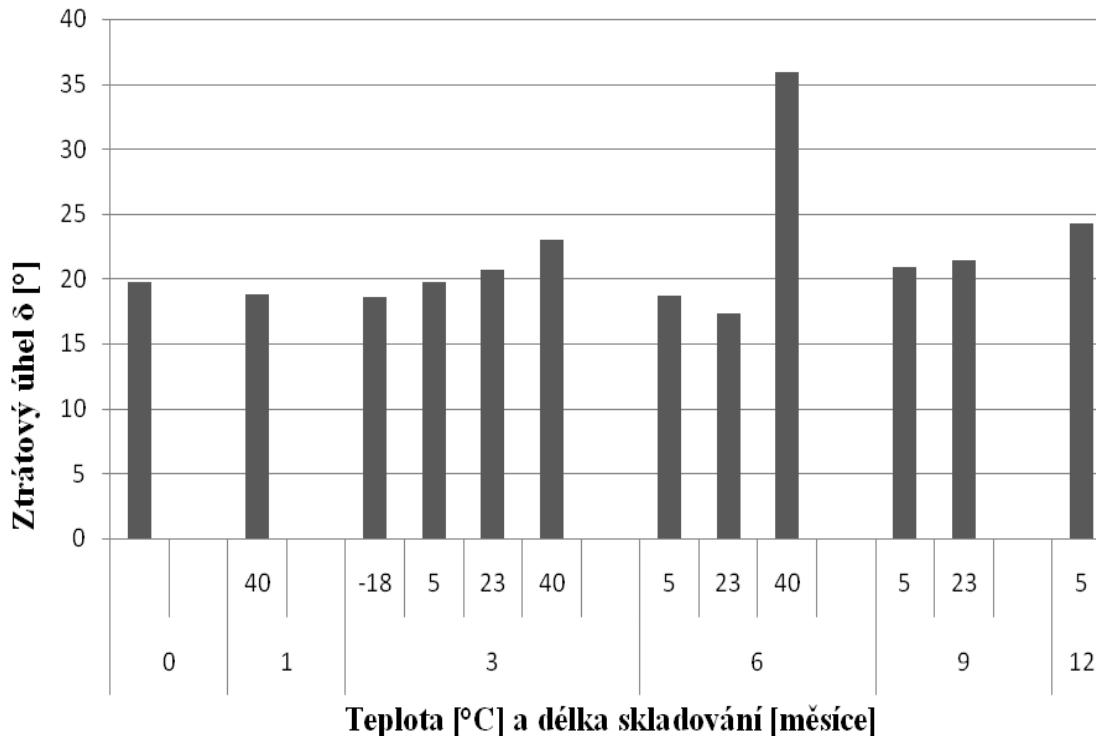
referenční hodnota pro prezentaci úhlu $\tan \delta$ a hodnoty komplexního modulu pružnosti G^* . Z naměřených hodnot byly sestaveny následující grafy: závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě a délce skladování u vzorků džemu (Obr. 6), závislosti ztrátového úhlu na teplotě a délce skladování u vzorků džemu (Obr. 7), závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě a délce skladování u vzorků nutelly (Obr. 8) a závislosti ztrátového úhlu na teplotě a délce skladování u vzorků nutelly (Obr. 9).



Obr. 6: Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě a délce skladování u vzorků džemu

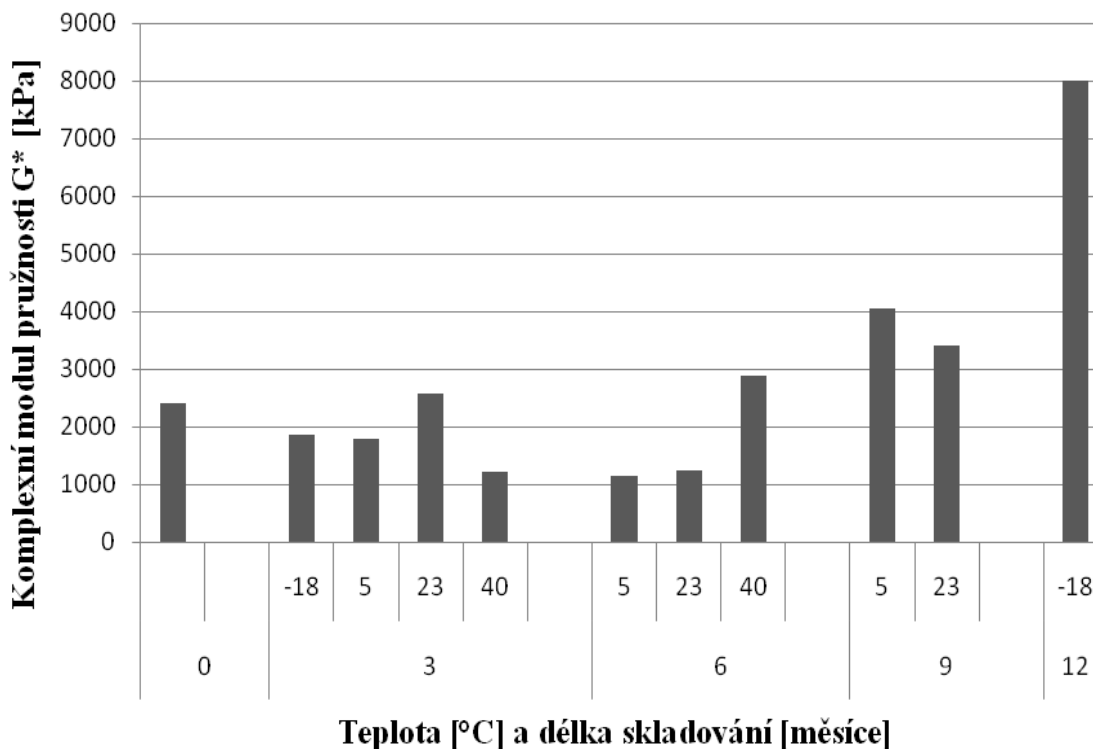
U vzorku džemu byly stanoveny viskoelastické vlastnosti (Obr. 6). U viskoelastických materiálů platí, že zvýšení hodnot G^* je spojeno se zvyšující se pevností gelu. Z grafu vyplývá, že během skladování při teplotách -18 °C , 5 °C a 23 °C nedocházelo k výrazným změnám v pevnosti džemu během jednoho roku skladování. Nicméně, u vzorku skladovaného po dobu 3, resp. 6 měsíců při teplotě 40 °C lze vidět trend zvyšující se pevnosti a tedy postupného vysoušení džemu v důsledku vyvstávání vody na povrch vzorku vně obalu. Porovnáme-li tuto hodnotu s počáteční pevností v nultém měsíci, došlo k nárůstu pevnosti o 200 %, resp. o 650 %. Lze tedy jednoznačně konstatovat, že u vzorku

džemu docházelo k vysoušení a tím ke zvyšování pevnosti v závislosti na skladované teplotě.



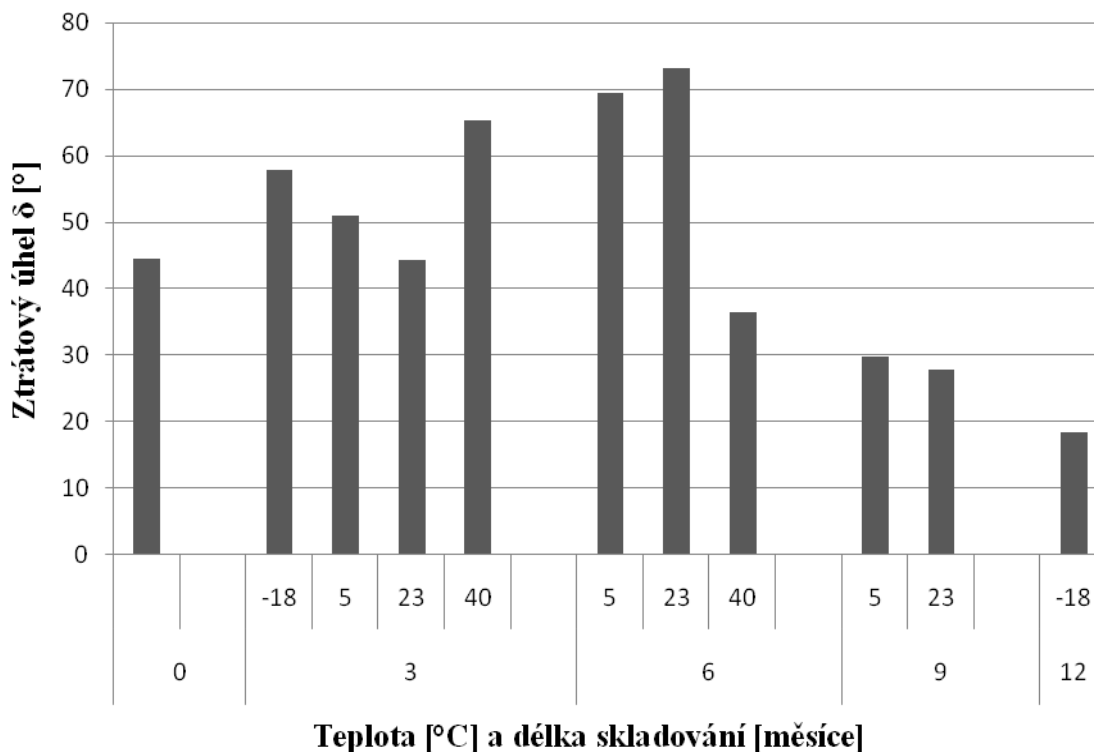
Obr. 7: Graf závislosti ztrátového úhlu na teplotě a délce skladování u vzorků džemu

Dále byl u vzorků džemu stanoven ztrátový úhel (Obr. 7), který udává, zdali v dané látce převažují vlastnosti gelu, nebo se jedná o viskózní roztok. V případě džemu se během jednoho roku skladování při všech skladovacích teplotách strukturální vlastnosti příliš neměnily a džem vykazoval po celou dobu vlastnosti gelu, což může být způsobeno nižším obsahem vody. Podobné výsledky byly interpretovány v článku Gao a spol. [93].



Obr. 8: Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě a délce skladování u vzorků nutelly

Viskoelastické vlastnosti byly dále stanoveny u vzorku nutelly (Obr. 68). Z výsledků uvedených v grafu vyplývá, že během skladování po dobu 6 měsíců při teplotách -18° , 5° a 23°C nedocházelo k výrazným změnám v pevnosti vzorku nutelly. Výraznější změny byly pozorovány od 9. měsíce skladování při teplotě 5° a 23°C , a dále pak při teplotě -18°C ve 12. měsíci skladování. Tyto změny, tedy zvýšení pevnosti gelu, jenž byly pozorovány v průběhu skladování i při sensorickém hodnocení, si můžeme vysvětlit vystáváním tekutin na povrch nutelly. Lze tedy konstatovat, že teplota skladování ovlivňovala pevnost.



Obr. 9: Graf závislosti ztrátového úhlu na teplotě a délce skladování u vzorků nutelly

Z důvodu vyvstávání tekutin, jak bylo zmíněno již dříve, docházelo k výrazným změnám ve vlastnostech nutelly. Na počátku skladování měla nutella vlastnosti gelu, viz ztrátový úhel na (Obr. 9). Porovnáme-li daný úhel po třech měsících skladování, dojdeme k závěru že, vlastnosti gelu byly pozorovány pouze u teploty 23 °C, přičemž vzorky nutelly, skladované při zbylých teplotách, vykazovaly chování viskózního roztoku. Dále pak můžeme konstatovat viditelný trend snižujícího se ztrátového úhlu na době skladování, a tedy vyvodit závěr, že nutella má vlastnosti gelu. Hodnoty v 6. měsíci skladování (měsíc červen) mohly být ovlivněny okolní teplotou v průběhu měření a proto jsou viditelně vyšší.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo sledovat chemické, mikrobiologické, senzorické a reologické změny probíhající ve vybraných vzorcích trvanlivých potravin během jednoletého skladování při odlišných teplotách. Teploty měly simulovat různé klimatické podmínky, ve kterých by mohlo být s potravinami případně manipulováno. Po provedení všech analýz bylo dalším cílem zjistit, zda mohou být tyto potraviny vhodné pro sestavení dávek potravin v případě krizových stavů.

Výsledky ukazují, že délka skladování, společně se zvyšující se teplotou, významně ovlivňují sledované znaky ve vzorcích potravin.

U většiny analyzovaných potravin došlo během jednoho roku skladování k výrazným změnám, které vedly ke zhoršení kvality potravin, a to hlavně u vzorků skladovaných při teplotě 40 °C. U většiny potravin došlo ke zvýšení obsahu sušiny, nejvíce u medu, a také bylo pozorováno snížení pH, zejména u instantních nudlí a svíčkové omáčky. Degradální změny bílkovin se projevily zvýšením obsahu amoniaku, nejvíce u výrobků svíčková omáčka, kuře na paprice a instantní polévka. Během skladování se rapidně zvýšilo i tiobarbiturové číslo, vyjadřující stupeň oxidace lipidů, nejvíce u výrobků nutella, müsli a kuře na paprice. Degradální změny způsobené vysokou skladovací teplotou se také nepříznivě odrazily na organoleptické kvalitě u všech potravin, zejména na barvě a chuti. Lze tedy konstatovat, že se skladování při teplotě 40 °C ukázalo jako zcela nevhodné.

Nejlépe dopadly analýzy potravin při skladovací teplotě 5 °C, tedy v lednici. U většiny potravin bylo pozorováno minimální zhoršení sledovaných znaků, s výjimkou stanovení tiobarbiturového čísla a obsahu amoniaku, jejichž hodnoty se i při teplotě 5 °C významně zvyšovaly. Tyto výsledky se daly očekávat, neboť k oxidaci tuků a degradaci bílkovin dochází i při velmi nízkých teplotách. I tak lze konstatovat, že skladování v lednici se jeví jako nejvhodnější způsob dlouhodobého uchovávání potravin. Nicméně, i výsledky analýz u potravin, skladovaných při pokojové teplotě (23 °C) a v mrazničce (-18 °C) byly rovněž uspokojivé, lze zde však očekávat mírný pokles kvality ve srovnání se skladováním v lednici.

Po provedení a zhodnocení všech analýz se nejvíce stabilními potravinami jeví čočka s klobásou, instantní nudle a džem. Všechny tři vzorky prošly senzorickou a mikrobiologickou analýzou bez velkých změn. Ani chemická analýza neprokázala vysoký

vývin degradačních produktů, kromě již zmiňovaného tiobarbiturového čísla a obsahu amoniaku. U výrobku čočka s klobásou se dá tato stabilita přisoudit typu obalu a provedené sterilaci. U dehydrovaného výrobku, instantní nudle, můžeme stabilitu přisoudit povaze výrobku, který se vyznačuje nízkou vodní aktivitou. U výrobku džem je stabilita dána především jeho složením. Džem obsahuje zanedbatelné množství tuků a bílkovin, proto u něj nedochází, kromě snížení obsahu sušiny a změně vzhledu, k tak významným změnám. Tyto výrobky by mohly být použity do balíčků dávek potravin v krizových situacích. Při skladování do teploty 23 °C by pravděpodobně mohly vydržet bez významných sensorických, mikrobiologických a chemických změn po delší dobu. Ostatní potraviny by bylo možné využít pouze po dobu 6, maximálně 9 měsíců.

Z hlediska výživových doporučení je v dnešní době snaha o větší pestrost potravin v jídelníčku obyvatelstva, bylo by proto žádoucí provést výzkum i s dalšími potravinami podobného typu, aby byl výběr potravin do balíčků dávek potravin rozmanitější.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DRUŽBÍKOVÁ, Helena, *Zabezpečení výživy a stravování obyvatelstva v krizových stavech: Nutrition and boarding od population in crisis*. Zlín, 2010. Dizertační práce. UTB, Fakulta technologická. Vedoucí práce Ing. František Buňka, Ph.D.
- [2] NOVAK, John S., Gerald M. SAPERS a Vijay K. JUNEJA. *Microbial safety of minimally processed foods*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2003. ISBN isbn9781587160417. [Zásoby pro humanitární pomoc. [online] URL: < http://www.sshr.cz/cinnosti/stranky/zasoby_humanitarni_pomoc.aspx>. [cit. 2018 -01-20]
- [3] ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 1. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>
- [4] ČESKO. Zákon č. 240/2000 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 1. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>
- [5] ČESKO. Ústavní zákon č. 1/1993 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 1. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1993-1>
- [6] VIČAR, Dušan a Radim VIČAR. *Vybrané aspekty práva bezpečnosti a obrany České republiky*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-279-4.
- [7] *Krizový management: sborník konference*. Brno: Vojenská akademie, 2002
- [8] ČESKO. Zákon č. 241/2000 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 1. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-241>
- [9] ČESKO. Vyhláška č. 266/1999 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 1. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-266>
- [10] LIŠKA, Jaroslav, Radomil NOVOTNÝ a Václav NOVÁK. *Ekonomika a řízení společného a vojenského stravování: pomůcka pro studenty doktorského studia oboru ekonomika a hygiena výživy*. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 1996, 166 s.
- [11] HRABĚ, Jan. *Bojové dávky potravin. Habilitační práce*. Vyškov: VVŠ PV, 2003, 114 s.
- [12] *Potravinová dávka potravin* [online]. [cit. 2008-04-28]. Dostupné z: <http://www.potravinovedavky.cz/cz>

- [13] BUBELOVÁ, Z., ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKOVÁ, L., TALÁR, J., ZAJÍČEK, V., FOLTIN, P., BUŇKA, F. Quality changes of long-life foods during three-month storage at different temperatures. *Potravinářstvo*, 2017, 11, 1, 43-51. ISSN 1337-0960
- [14] *Bojová dávka potravin: VÍCE INFORMACÍ O BDP, CERTIFIKÁTY* [online]. [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <http://www.potravinovedavky.cz/cz/bdp-cz/home-bdp>
- [15] HRABĚ, Jan, a kol., Bojové dávky potravin pro tropické oblasti a jejich nutriční význam, *Vojenské rozhledy*, 2015, roč. 24 (56), 4, 47–57, ISSN 1210-3292 (tištěná verze), ISSN 2336-2995 (on-line). Dostupné z: www.vojenskerozhledy.cz
- [16] *INDIVIDUAL MEAL READY TO EAT, SHORT TERM* [online]. [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <http://www.potravinovedavky.cz/cz/imre-cz/home-imre>
- [17] *Humanitární balíček* [online]. [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <http://www.potravinovedavky.cz/cz/humanitarni-balicek-cz/home-humanitarni-balicek>
- [18] ROBERTSON, Gordon L. *Food packaging: principles and practice*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press. 2006, 550 s. ISBN 0-8493-3775-5
- [19] KILCAST, D. a P. SUBRAMANIAM (eds.). *The stability and shelf-life of food*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. ISBN 1-85573- 500-8
- [20] WELTI-CHANES, Jorge., Gustavo V. BARBOSA-CÁNOVAS a José Miguel. AGUILERA. *Engineering and food for the 21st century*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2002. ISBN 978-1-56676-963-1
- [21] ČESKO. Zákon č. 477/2001 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 7. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-477>
- [22] ČESKO. Vyhláška č. 38/2001 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 8. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-38>
- [23] SOSNOVCOVÁ, Jitka. Význam a funkce balení potravin. *Základy bezpečnosti předmětů běžného užívání určených pro styk s potravinami a pokrmy* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví, 2013 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/41_vznam_a_funkce_balen_potravin.html
- [24] Balení potravin. *Bezpečnost potravin* [online]. Těšnov 65/17, Praha 1: Informační

- centrum bezpečnosti potravin, Ministerstvo zemědělství [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76606.aspx>
- [25] KILCAST, David a Persis SUBRAMANIAM. *Food and Beverage Stability and Shelf Life*. Woodhead Publishing. c2011, s. 3-249. ISBN 978-1-84569-701-3.
- [26] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. 2. vyd. Brno: MZLU, 2005, 130 s.
- [27] KYZLINK, V. *Teoretické základy konzervace potravin*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1998, 512 s.
- [28] DELGADO – ANDRADE, C., SEIQUER, I., HARO, A., CASTELLANO, R., NAVARRO, M.P. Intake of Maillard derived compounds. *Food Chemistry*, 2010, 122, s. 145 – 153
- [29] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1935/2004: o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami. In: EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE, 2004, ročník 2004, 1935/2004. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32004R1935>
- [30] Svět konzerv a polokonzerv. *Retail news* [online]. Praha 5 Smíchov: Press21, 2015, 26. 1. 2018 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://retailnews.cz/2018/01/26/svet-konzerv-a-polokonzerv/>
- [31] LAZÁRKOVÁ, Z. *Faktory ovlivňující jakost sterilovaných tavených sýrů*. Disertační práce. Zlín: UTB, Fakulta technologická, 2009, 110 s.
- [32] DAVÍDEK, J., VELÍŠEK, J., POKORNÝ, J. *Chemical changes during food processing*. Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo: Elsevier, 1990, ISBN: 978-94-017-1016-9.
- [33] PÁTERKOVÁ, Anna. *Změny mikrobiologických hodnot hotových jídel v průběhu skladování*. Zlín, 2010. 119 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [34] TAUB, I. A., SINGH, P. R. *Food storage stability*. CRC Press, 1998, 539 s., ISBN 9780849326462
- [35] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 2002, 332 s, ISBN 978-80-86659-15-2

- [36] PIPEK, P. *Technologie masa II*. Praha: VŠCHT, 1992, 360 s, ISBN 80-7192-283-8
- [37] COULTATE, Tom P. *Food The chemistry of its components*. 5. vyd. Cambridge: RSC Publishing, 2009. ISBN 978-0-85404-111-4].
- [38] BUBELOVÁ, Z., TREMLOVÁ, B., BUŇKOVÁ, L., POSPIECH, M., VÍTOVÁ, E., BUŇKA, F. The effect of long-term storage on the quality of sterilized processed cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 2015, 52, 8, 4985-4993. ISSN 0022-1155
- [39] ČESKO. Vyhláška č. 398/2016 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 6. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-398>
- [40] SABAREZ, H. Drying of Food Materials. In: *Reference Module in Food Science* [online]. 2016 [cit. 2017-03-07]. ISBN 978-0-08-100596-5. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/B9780081005965034168>
- [41] HAMR, K., STEJSKALOVÁ, J., KADLEC, F. *Receptury pro cukrářskou výrobu*. Vydání 1. Praha: Idea servis. 1996. 84 s. ISBN 80-85970-08-2.
- [42] Obaly na dehydrované potraviny. Retail news [online]. Praha 5 Smíchov: Press21, 2015, 19. 12. 2016 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://retailnews.cz/2016/12/19/obaly-na-dehydrovane-potraviny/>
- [43] VILLOTA, R., I. SAGUY a M. KAREL. *Storage stability of dehydrated food evaluation of literatura data* [online]. Department of Nutrition and Food Science Massachusetts Institute of Technology Cambridge, 1979, 1979,89 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1745-4557.1980.tb00699.x>
- [44] BARBOSA-CANOVAS, Gustavo V., *Water activity in foods : fundamentals and applications / 1st ed*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 2007. 435 s. IFT Press series. ISBN 978-0-8138-2408-6 –
- [45] ČSN ISO 21807 *Mikrobiologie potravin a krmiv - stanovení vodní aktivity: česká technická norma* 1. vyd. Praha: Český normalizační institut, říjen 2006. 12 s
- [46] *Přehled změn probíhající v potravinářských surovinách a potravinách během zpracování a skladování* [online]. In: VŠCHT Praha: Vysoká škola chemicko-

- technologická v Praze [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007649/0025~~Principy%20%C3%BAchovy%20potravin%20-%201.%20%C4%8D%C3%A1st.pdf?redirected>
- [47] ČESKO. Vyhláška č. 157/2003 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 6. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-157>
- [48] KYNCL a kolektiv, *Ovocnictví*, 1.vyd., Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1979
- [49] ČERVENKA a kolektiv, *Ovocnictví*, 3.vyd., Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1972
- [50] Hrabě, J., Rop, O., Hoza, I., *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, 1.vyd., Univerzita T. B. ve Zlíně Academia Centrum, Zlín 2006, ISBN 80-7318-372-2
- [51] STOKLASA, Jindřich. *Včelí produkty: ve výživě, lékařství, farmacii a kosmetice*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1975, 161 s.
- [52] VESELÝ, Vladimír. *Včelařství*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Brázda, 2003, 270 s. ISBN 80-209-0320-8.
- [53] ČESKO. Vyhláška č. 76/2003 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 7. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76>
- [54] LÍŠŤANSKÝ, Jiří. *Včelky Nové Sedlo: Krystalizace, ztekucování a skladování medu* [online]. 2011 [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: <http://novosedlovcelin.blog.cz/1106/krystalizace-ztekucovani-a-skladovani-medu>.
- [55] TITĚRA, Dalibor. *O medu, včelách a lidech: Jak se dělá med* [online]. 2010 [cit. 2012-01-22]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/zajimavosti/o-medu-vcelach-alidech-jak-se-dela-med/>
- [56] VORLOVÁ a kol. *Med: souborná analýza*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2002, 67 s. ISBN 80-730-5450-7.
- [57] POKORNÝ, Jan a Jan PÁNEK. *Základy výživy a výživová politika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996, 158 s. ISBN 807080260X.
- [58] GÖRNER F., VALÍK L.: *Aplikovaná mikrobiologie poživatin*, 1. vyd., Brno, Malé

- Centrum, 2004, 528 s, ISBN 8096706497
- [59] ŠILHÁNKOVÁ L., 2002: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*, Academia, 364 s., ISBN 80-200-1024-6
- [60] *Krystalizace medu* [online]. Včelí farma Aleš Pink, Metylovice 271 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://vcelifarmaalespink.cz/rubriky/o-medu/krystalizace-medu>
- [61] EL SOHAIMY, S. A., S. H. D. MASRY a M. G. SHEHATA. *Physicochemical characteristics of honey from different origins*[online]. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Annals of Agricultural Science, 2015, 9 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>
- [62] DAUTHY, Mircea Enachescu. *Fruit and vegetable processing* [online]. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome: FAO AGRICULTURAL SERVICES BULLETIN, 1995 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.fao.org/docrep/V5030E/V5030E00.htm#Contents>
- [63] BRIERLEY, E. R, P. L. R. BONNER a A. COBB. Factors influencing the amino acid content of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers during prolonged storage. *J. Science od. Food and Agriculture*. 1996.
- [64] Horáková M. a kol., *Analytika vody*, Praha, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2000, ISBN 80-7080-391-6
- [65] KUBÁŇ, Vlastimil a Petr KUBÁŇ. *Analýza potravin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-036-7
- [66] ČSN 65 0313 (650313): *Chemické produkty. Stanovení pH vodných roztoků elektrometrickou metodou*. 3. ČR, 1992.
- [67] VORLOVÁ, Lenka. *Chemie potravin a chemické laboratorní metody: praktická cvičení*, Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014 [cit. 2017-02-01]. ISBN 978-80-7305-688-9. Dostupné z: <http://www.vfu.cz/inovace-bc-a-navmgr/realizovane-klicove-aktivity/skripta/lis-2013-2014/chemie-potravin-a-chemicke-laboratorni-metody---prakticka-cviceni.pdf>
- [68] LOUPANCOVÁ, Blanka. *Studium faktorů ovlivňujících tvorbu těkavých aromaticky aktivních látek v přírodních materiálech* [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická, 2012 [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/5356>. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně.

- Fakulta chemická. Ústav fyzikální a spotřební chemie. Vedoucí práce Miroslav Fišera.
- [69] KOPŘIVA, Vladimír, Martin HOSTOVSKÝ, Tomáš NEKVAPIL, Vladimír BOUDNÝ a Ladislav MALOTA. *Vybrané instrumentální metody v biochemických cvičeních: - inovované úlohy* [online]. 1. Ústav biochemie, chemie, biofyziky: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012 [cit. 2018-03-08]. ISBN 978-80-7305-627-8. Dostupné z: [https:// cit.vfu.cz/ ivbp/wp-content/ uploads/ 2011/07/Kopriva-skripta-II-web.pdf](https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/Kopriva-skripta-II-web.pdf)
- [70] CONWAY, Edward Joseph a Alfred BYRNE. *An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances.: The Maor-determination of amonia*. Department Physiology and Biochemistry, University College, Dublin., 1993, 11.
- [71] SALÁKOVÁ, Alena. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu I: CVIČENÍ Č. 10 Analýza tuků živočišného původu II* [online]. Ústav hygieny a technologie masa [cit. 2018-03-08].
- [72] Stanovení lipoperoxidace (TBARS): *Inovace bakalářského a navazujícího magisterského studijního programu v oboru Bezpečnost a kvalita potravin* [online]. Ústav hygieny a technologie masa [cit. 2018-03-08].
- [73] FERNANDEZ J., PEREZ-ALVAREZ J.A, FERNANDEZ-LOPEZ J.A.,: Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*. 1997, 59 (3), 345-353.
- [74] KÁŠ, Jan, Milan KODÍČEK a Olga VALENTOVÁ. *Laboratorní techniky biochemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-7080-586-2.
- [75] PACHLOVÁ, Vendula. *Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek v potravinách*. Zlín. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati, fakulta technologická. Vedoucí práce Ing. Marta Severová.
- [76] ČSN EN ISO 20483. *Obiloviny a luštěniny - Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek - Kjeldahlova metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. Třídící znak 461401
- [77] PŘÍHODA, Josef, Marie HRUŠKOVÁ a Pavel SKŘIVAN. *Cereální chemie a*

- technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-530-7.
- [78] RÉBLOVÁ Zuzana. *Laboratoř analýzy potravin a přírodních produktů: Stanovení tuku a hodnocení kvality tuků a olejů (Soxhletova metoda pro extrakci tuku a titrační stanovení čísla kyselosti)*., Praha, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Dostupné také z: <https://web.vscht.cz/~kohoutkj/N%C3%81VODY%202017/tuk%20-%20n%C3%A1vody.pdf>
- [79] MANIRAKIZA, P., A. COVACI a P. SCHPHENS. Comparative Study on Total Lipid Determination using Soxhlet. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2001(14), ISSN 0889-1575.
- [80] SVOBODA, Zdeněk, Renata MIKULÍKOVÁ, Sylvie BĚLÁKOVÁ, Karolína BENEŠOVÁ a Zdeněk NESVADBA. Stanovení obsahu lipidů a zastoupení mastných ky-selin v obilkách ječmene a ve sladu: Stanovení obsahu lipidů. *Kvasný průmysl*, Praha, 2009, 55, (11-12), ISSN 0023-5830.
- [81] Viskozita. *Nano materiály* [online]. Technická univerzita v Liberci [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/689/course/section/1112/TNA%20Viskozita.pdf>
- [82] GABRIELE, D., de CINDIO, B., & D'ANTONA, P. A weak gel model for foods. *Rheologica Acta*, 2001, vol. 40, p. 120 – 127. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003970000139>, ISSN 1435-1528
- [83] BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I.*: Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 157 s. ISBN 978-80-7318-887-0.
- [84] Senzorická analýza – důležitý nástroj pro zvyšování kvality potravin. *Chempoint: Vědci pro průmysl a praxi* [online]. Brno: Fakulta chemická, 2018, 2011 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/vitova>
- [85] *ISO 4833-1:2013: Microbiology of the food chain -- Horizontal method for the enumeration of microorganisms -- Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique*. ISO/TC 34/SC 9 Microbiology, 2013)
- [86] HARRIGAN, Wilkie F. *Laboratory Methods in Food Microbiology*. 3rd Ed. San Diego: Academic Press, 1998. ISBN 9780123260437

- [87] ISO 6611:2004: *Milk and milk products -- Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds -- Colony-count technique at 25 degrees C*. 2. 2004.
- [88] GOMES, Heliana, Edir SILVA, Marcos NASCIMENTO a Henrique FUKUMA. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food chemistry* [online]. 2003, březen, 2003, 5
- [89] GÓMEZ-DÍAZ, Diego, José M. NAVAZA a Lourdes C. QUINTÁNS-RIVEIRO. Effect of Temperature on the Viscosity of Honey. *International Journal of Food Properties* 26. 3. 2009, 10 DOI: 10.1080/ 10942910701813925.
- [90] KINCE, Tatjana, Ruta GALO BURDA, Dace KLAVA, et al. Breakfast cereals with germinated cereal flakes: changes in selected physical, microbiological, and sensory characteristics during storage. *European Food Research and Technology*. 2017, (234), 10. DOI: 10.1007/s00217-017-2859-5.
- [91] LAZÁRKOVÁ, Zuzana, František BUŇKA, Leona BUŇKOVÁ, Felix HOLÁŇ, Stanislav KRÁČMAR a Jan HRABĚ. The effect of different heat sterilization regimes on the quality of canned processed cheese. *Journal of Food Process Engineering*, 2011, vol. 34, iss. 6, s. 1860-1878, ISSN 0145-8876.
- [92] *Viskoelastická materiálu* [online]. Ústav fyziky a materiálového inženýrství, s. 8 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_06.pdf
- [93] GAO, Xin, Tian YU, Zhao-hui ZHANG, Jia-chao XU a Xiao-ting FU. Rheological and sensory properties of four kinds of jams. *Academic Journals*, 2011, (2), 8. ISSN 2141-6567.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČR	Česká republika
IZS	Integrovaný záchranný systém
VDD	Výživová doporučená dávka
BDP	Bojová dávka potravin
BDP-T	Bojová dávka potravin pro tropické oblasti
DMT	doporučená minimální trvanlivost
MRE	Meals ready to eat
kcal	kilokalorie
UV	ultrafialové záření
P	plísně
MDA	malondialdehyd
TBARS	thiobarbituric acid reactive substances
TBA	kyselina tiobarbiturová
BHT	butylhydroxytoluen
NS	nebylo stanoveno
KTJ	kolonie tvořící jednotky
K	kvasinky

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Bojová dávka potravin</i>	17
<i>Obr. 2: Bojová dávka potravin pro tropické oblasti.....</i>	17
<i>Obr. 3: Individuální potravinová dávka</i>	18
<i>Obr. 4: Humanitární balíček</i>	19
<i>Obr. 5: Graf závislosti viskozity na teplotě a délce skladování u vzorků medu.....</i>	89
<i>Obr. 6: Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě a délce skladování u vzorků džemu</i>	90
<i>Obr. 7: Graf závislosti ztrátového úhlu na teplotě a délce skladování u vzorků džemu.....</i>	91
<i>Obr. 8: Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě a délce skladování u vzorků nutelly.....</i>	92
<i>Obr. 9: Graf závislosti ztrátového úhlu na teplotě a délce skladování u vzorků nutelly.....</i>	93

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Seznam vzorků vybraných trvanlivých potravin</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 2: Výsledky stanovení pH, obsahu sušiny a obsahu tuku ve vzorcích potravin</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 3: Výsledky stanovení obsahu hrubé bílkoviny, amoniaku a tiobarbiturového čísla ve vzorcích potravin</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 4: Výsledky mikrobiologických analýz ve vzorcích potravin</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 5: Výsledky senzorické analýzy ve vzorcích potravin</i>	<i>79</i>