

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta v Lednici

**OBALOVÉ MATERIÁLY PRODLUŽUJÍCÍ
SKLADOVATELNOST OVOCE**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Híc, Ph.D.

Vypracovala:

Kateřina Paulovicsová

Lednice 2016

Zadání

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci, na téma Obalové materiály prodlužující skladovatel-
nost ovoce, vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou
uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna
v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších
předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěreč-
ných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský
zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a
užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona. Dále se
zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjek-
tem)si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční
smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit pří-
padný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich
skutečné výše.

V Lednici dne 9. 5. 2016

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Hícovi Ph.D. za cenné rady a připomínky a také všem ostatním, kteří se na mé práci jakkoliv podíleli.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Definice obalu	11
3.1.1	Obecná definice	11
3.1.2	Potravinové obaly	12
3.2	Historie obalů	12
3.3	Dělení obalových materiálů	16
3.3.1	Dřevo	16
3.3.2	Keramika	17
3.3.3	Papír, karton a lepenka	18
3.3.4	Sklo	21
3.3.5	Tkaniny	23
3.3.6	Kovy.....	24
3.3.7	Poživatelné obaly	26
3.3.8	Plasty	27
3.4	Moderní obalové materiály	31
3.4.1	Modifikovaná atmosféra	31
3.4.2	Kontrola vlhkosti	33
3.4.3	Antimikrobní obaly.....	33
3.4.4	Obaly zamezující přístup kyslíku.....	34
3.4.5	Inteligentní obaly	35
4	MATERIÁL A METODIKA	38
4.1	Charakteristika odrůdy Stanley	38
4.2	Charakteristika Xtendu	38
4.3	Metodika práce	39
4.3.1	Hodnocení úbytku hmotnosti a vizuální stránky plodů.....	39
4.3.2	Stanovení rozpustné sušiny.....	39
4.3.3	Stanovení veškerých kyselin.....	40

4.3.4	Statistické vyhodnocení	41
5	VÝSLEDKY	42
5.1	Hmotnostní úbytky	42
5.2	Množství rozpustné sušiny	45
5.3	Veškeré kyseliny.....	46
5.4	Vizuální stránka, zdravotní stav plodů.....	46
6	DISKUZE.....	48
7	ZÁVĚR.....	50
8	SOUHRN	52
9	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	53
10	PŘÍLOHY	58

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A ZKRATEK

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Srovnání skladování - ostatní obaly	33
Obrázek č. 2: Srovnání skladování – Xtend	33
Obrázek č. 3: Bag in box	35
Obrázek č. 4: Ripe Sense	37
Obrázek č. 6: Skladování - ostatní obaly	38
Obrázek č. 5: Skladování - Xtend	38
Obrázek č. 7 Volně skladované švestky	58
Obrázek č. 8: Plody skladované v PE obalu	58
Obrázek č. 9: Plody skladované v Xtendu	58

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Celofán a jeho označení	28
Tabulka č.2: Příklady indikátorů a jejich principů	36
Tabulka č. 3: Hmotnost plodů po uplynutí doby skladování.....	42
Tabulka č. 4: Statisticky průkazné rozdíly mezi typy skladování	45
Tabulka č. 5: Stav obalu v průběhu skladování.....	46
Tabulka č. 6: Stav plodů v průběhu skladování.....	47
Tabulka č. 7: Mikrobiální poškození v průběhu skladování.....	47

Tabulka č. 8: Hmotnostní úbytky během skladování 59

Tabulka č. 9: Výskyt plísní u skladovaných jahod 59

Seznam grafů

Graf č. 1: Hmotnostní úbytky volně skladovaných plodů švestek v průběhu skladování v závislosti na čase 43

Graf č. 2: Hmotnostní úbytky plodů švestek skladovaných v polyetylenovém obalu v průběhu skladování v závislosti na čase 43

Graf č. 3: Hmotnostní úbytky plodů švestek skladovaných v Xtendu v průběhu skladování v závislosti na čase 44

Graf č. 4: Vliv použitého obalu na hmotnostní ztráty švestek po uplynutí doby skladování 44

Seznam zkratk

MO mikroorganismy

MAP skladování v modifikované atmosféře

PET polyethyltereftalát

PVDC polyvinylidichlorid

PE polyetylen

PP polypropylen

PVC polyvinylchlorid

PA polyamidy

1 ÚVOD

Obalové materiály jsou nezbytnou součástí našeho každodenního života a to nejen pro jejich velký význam při prodloužení skladovatelnosti potravin. Mezi základní funkce obalů patří také ochrana před mechanickým poškozením, dále lepší zařazení do oběhu - například balením po více kusech. Díky originálnímu a nepoškozenému obalu nám můžou výrobci garantovat obsah a jakost výrobku, čímž se usnadní jejich případná reklamace. Obal výrobků má také informativní funkci, přenáší informace o výrobku od výrobce, přes prodejce až ke spotřebitelům. V neposlední řadě je to již zmíněné prodloužení skladovatelnosti a to hlavně u potravinových obalů.

Pro výrobu obalů se používají různé materiály a každý z nich má své výhody a nevýhody. Při výběru obalu musíme brát ohled nejen na vlastnosti baleného výrobku, ale také na přání spotřebitelů. Tato kategorie se týká převážně daného množství výrobku v jednom obalu a jeho vhodnost k přenášení či případnému převozu.

Potravinové obaly jsou zvláštní skupinou právě proto, že se jejich využitím snažíme zvýšit trvanlivost potravin, což je v dnešní době rozsáhlého dovozu a vývozu potravin důležitým kritériem.

Tato bakalářská práce se tedy zabývá převážně již zmíněnými potravinovými obaly a to s velkým zaměřením na ovoce a jeho skladovatelnost. V teoretické části je řešena historie obalů, dělení obalových materiálů a seznámení s moderní technologií obalů. Praktická část se zaměřuje na skladování ovoce v moderním obalovém materiálu, běžném obalu a zcela bez obalu.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo shrnout historii obalů, dělení obalových materiálů a jejich jednotlivé výhody a nevýhody při použití v potravinářství. Práce se více zaměřuje na moderní obalové materiály prodlužující skladovatelnost ovoce. Praktická část se věnuje vlivu obalu na hmotnostní ztráty během skladování.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Definice obalu

3.1.1 Obecná definice

Definici obalu můžeme vymežit především funkcemi, které by měl obal, nebo obalový materiál plnit. Z obecného hlediska se jedná o funkci ochrannou, záruční a racionalizační, kterou můžeme dělit na funkci přepravní, skladovací a porcovací. Dalšími důležitými funkcemi obalu je funkce ekologická, ekonomická a komunikační, kterou dělíme na funkci prodejní a informačně spotřební. (Čurda, 1982)

Funkce ochranná spočívá v ochraně výrobku před poškozením mechanickými, klimatickými, biologickými a společenskými vlivy prostředí, ale také ochrana prostředí před možnými nežádoucími vlivy výrobku.

Funkce záruční dává možnost výrobcí garantovat jednoznačnou kvalitu originálně zabaleného výrobku.

Funkce racionalizační je přizpůsobení obalu pro snadnou manipulaci, přepravu, skladování, prodej a spotřebu a to přizpůsobením hmotnosti, množství, rozměru, tvaru a konstrukce výrobku.

Funkce komunikační umožňuje komunikaci mezi výrobcem, dopravcem, prodejcem a spotřebitelem. Například informace o zacházení s výrobkem, teploty skladování, citlivost na vlhkost a podobně. Dále také informuje zákazníka o vlastnostech, složení, množství a dalších parametrech výrobku.

Funkce ekologická je v dnešní době prioritní při výrobě vhodného obalu. Vybírá se takový obal, který se dá jednoduše a bez většího odpadu likvidovat.

Funkce ekonomická zaručuje, že cena obalu bude ve vhodném poměru s cenou výrobku. Cena obalu se odrazí na konečné ceně výrobku. (Kačeňák, 2000)

3.1.2 Potravinové obaly

V potravinářství se zohledňuje především ochrana před chemickým, fyzikálně chemickým a biologickým znehodnocením. Dále nám obal zajišťuje dodržení hygienické úrovně potravin. Jako u ostatních výrobků je i u potravin důležité vytvořit snadnou manipulační jednotku a s tím nám pomáhá právě obal. V neposlední řadě potraviny víc než jiné výrobky využívají obal jako prostředek komunikace. (Anonym, 2015)

V dnešní době se lidé více zajímají o své zdraví a kontrolují si například složení výrobků. Právě v této oblasti nastal velký rozvoj, kterému pomohlo i legislativní stanovení o tom, jaké informace musí obal obsahovat nebo v jaké velikosti písma smí informace prezentovat. Jedná se zejména o složení výrobku, obsah alergenů, množství, datum minimální trvanlivosti, zvláštní podmínky uchování, nebo použití. Od 13. 12. 2016 bude navíc povinné označení energetické hodnoty, množství tuků, nasycených mastných kyselin, sacharidů, cukrů, bílkovin a soli. (Kolektiv, 2012)

3.2 Historie obalů

Problematikou uchovávání potravin a prodloužení jejich skladovatelnosti se lidé zabývali od pradávna. Než přišlo tzv. výrobní hospodářství, kdy si člověk začal pěstovat plodiny a chovat zvířata, musel člověk brát a co nejlépe využít vše, co mu příroda právě poskytovala. S tím vyvstal také problém skladování potravin a jejich úprava pro co nejdelší udržitelnost. Hlavním způsobem úpravy potravin se stala jejich tepelná úprava, například uzením. K samotnému uskladnění se používaly hlavně předměty, které se kolem člověka samovolně vyskytovaly, plánovaně je začal vyrábět až později. Používala se například vydlabaná tykev, škeble, lastury, nebo balení do listů. Později lidé na uchování potravin využívali vydlabané dřevo, zvířecí orgány, spletenou plst' z kožešin a také traviny a rákos.

Hlína

Neolitická revoluce, jak nazýváme období přechodu na produktivní hospodaření, byla revolucí v pravém smyslu slova. Člověk se již nemusel tolik strachovat o

dostatek potravy a řešení skladovatelnosti. Spolu s pěstováním plodin, u nás především obilí, lidé změnili svůj způsob života na usedlý a díky tomu mohli budovat propracovanější a lepší obydlí z hlíny a sušených cihel. To mělo samozřejmě velký vliv i na potraviny. Lidé se více zaměřovali na jejich skladování a začali vyrábět hliněné nádoby na jejich uskladnění. (Kohoutková a Komsová, 2007)

Kovy

Období let 5 000-3 500 př. n. l. nazýváme jako dobu měděnou. Značně se totiž rozšířilo používání mědi, což mělo velký vliv na rozvoj technologií, především zemědělství. Díky tomuto rozvoji se zemědělská produkce rozšířila a poprvé člověk musel řešit problém nadbytku potravin. Měď a později další kovy člověk začal spolu s již používanou keramikou využívat na výrobu nádob k balení a ke skladování potravin. (Kubásková, 2012)

Další velký rozvoj výrobků z kovu nastal v období novověku. Jelikož většina kovů, které měly pozitivní vlastnosti na uchovávání, byla buď těžce zpracovatelná, nebo drahá, začala se v této době využívat metoda pokovování. Proto se ve 14. století v Bavorsku začali zabývat výrobou železných plechovek potažených cínem. (Kohoutková a Komsová, 2007)

Výrobu plechovek dále rozvinuli ve Francii okolo roku 1800. Jako každý větší vynález i plechovka měla základ v armádě. Pařížský kuchař Nicolas Appert předvedl svůj vynález - cínovou plechovku tehdejšímu generálu Napoleonu Bonaparte a tím si získal nemalou odměnu. Nicolas navíc poprvé využil sterilizaci varem a tím zajistil delší udržitelnost potravin. (Encyclopædia, 2014c) Jelikož se jednalo o přelomový objev, který posunul potravinářství o velký krok kupředu, vznikla na jeho počest cena Nicolase Apperta, kterou od roku 1942 uděluje Institut potravinářských technologií. (Metlitskij a Dhote, 1983)

V roce 1830 byly již plechovky běžnější a skladovaly se v nich také sušenky a zápalky. Jelikož výroba plechovek zahrnovala ruční práci, vyrobilo se asi 60 plechovek za den. Cínové plechovky později nahradil levnější hliník a tím se jejich

využití ještě více rozšířilo. Dalším velkým objevem 20. století byl vynález aerosolové nádoby roku 1940 L. Goodhueem a W. Sullivanem. (Langthaler, 2008)

Sklo

O několik tisíciletí dříve však v Egyptě začali zpracovávat další důležitý materiál, který se později začal využívat k balení. Přibližně v období kolem let 7500-3000 př. n. l. se zde začalo využívat sklo. Samotná výroba skla se datuje na období 1500 př. n. l. tehdy se sklo vyrábělo roztavením dostupných surovin, kterými byla soda, vápenec, písek a křemen. Od roku 1200 př. n. l. bylo sklo lisováno a formováno do tvarů šálků a mís. (Kohoutková a Komsová, 2007)

Většího využití k balení se sklo dočkalo až o pár tisíc let později. Na přelomu 19. a 20. století se lidé začali zajímat o sklo jako obalový materiál. Například konvice na mléko byly nahrazeny praktičtějšími skleněnými lahvemi. S vývojem technologie výroby skla, se sklo stávalo levnějším obalovým materiálem a tím se zlepšovala jeho dostupnost a využití. Hlavním bodem při zdokonalování skleněných obalů je dodnes jejich uzávěr. Nejprve se využívalo korku, poté se začalo využívat uzavření pomocí gumového těsnění a nakonec spatřil světlo světa dodnes využívaný korunní uzávěr. (Kubásková, 2012)

Papír

Bezpochyby největším objevem starověku, důležitým nejen pro balení potravin, je papír. Ten se začal v Číně vyrábět již kolem roku 100 př. n. l., ale jeho využití jako obalového materiálu pro potraviny se rozšířilo až později. Přibližně v polovině devatenáctého století se lidé začali opět zabývat papírem jakožto obalovým materiálem. Roku 1852 Francis Wolle vynalezl první stroj na výrobu papírových pytlů a díky tomu se papír začal jakožto obalový materiál používat běžněji. V té době se papír používal také na výrobu lepenky, ze které se vyráběly praktické lepenkové krabice, které nahradily těžší dřevěné bedny a tím usnadnily transport. Papír však není jediným důležitým materiálem této doby, v Číně se také vyrábělo hedvábí a díky velkému množství mědi a cínu se zde velmi zdokonalilo kovotepectví a kovolitectví.

Další revoluce v používání papíru jako obalového materiálu nastala ve dvacátém století. Výroba papírových pytlů se posunula o něco dál zásluhou vynalezení automatické linky na jejich výrobu. To umožnilo nahrazení dražších látkových pytlů za levnější papírové, díky čemuž se jejich použití značně rozšířilo. (Langthaler, 2008)

Dřevo

V období středověku se také začaly vyrábět dřevěné sudy a potraviny v nich skladovat. Dřevěné sudy jsou dodnes významnou součástí skladování a hlavně zrání piva a zejména vína. (Kohoutková a Komsová, 2007)

Plasty

Největší rozvoj obalové techniky bezpochyby nastal po objevení plastů roku 1831. Prvním vyrobeným plastem byl Styren, který však svými vlastnostmi potravinářství zcela nevyhovoval, výrobky z něj byly křehké a snadno se rozbily. Proto se později staly terčem vývoje, inženýr John Wesley Hyatt vyrobil celulooid – umělý materiál svými vlastnostmi připomínající slonovinu. (Kubásková, 2012)

I 20. a 21. století se věnuje převážně plastům. V roce 1900 byl vyroben acetát-celulózy a roku 1960 se začal využívat pro potravinářské účely jako celofán.

Technologii výroby styrenu se podařilo zdokonalit v Německu roku 1933, což dalo možnost vzniku pěnového polystyrenu, tak jak jej známe dnes. V potravinářství jej můžeme vidět nejen jako krabice, ale také jako jednorázové nádoby. Již od roku 1958 také známe každodenně používané smrštitelné fólie. (Langthaler, 2008). V tomto století začali lidé taky poprvé používat PET lahve, tedy nádoby z polyethylentereftalátu a to poprvé v roce 1977. Další rozvoj vedl k použití těchto plastů i pro balení teplých potravin a jamů. (Kubásková, 2012)

Jiné

Dalším přelomovým objevem, který razantně ovlivnil potravinářství, byl tlakový hrnec. Ten vynalezl roku 1679 francouzský fyzik Denis Papin a dodnes slouží

nejen ke konzervaci potravin. (Encyclopædia, 2014a) Tlakový hrnec byl také základem k pozdějšímu vynálezu parního motoru. (Emblem, 2012)

Velký význam v konzervárenství a potravinářství měl také Louis Pasteur. I když jej známe převážně jako vynálezce vakcíny proti vzteklině, lékařství nebylo jedním oborem, ve kterém provedl přelomové objevy. (Encyclopædia, 2014b). Věnoval se také potravinářství a konzervárenství. Dlouhodobě studoval mikrobiální činnost, popsal proces kvašení a pasterace a nastínil jejich využití v praxi. (Parry, 1993)

3.3 Dělení obalových materiálů

Vhodnost použití jednotlivých obalů v potravinářství se odvíjí od materiálů, ze kterých jsou vyrobeny. Tato kapitola pojednává o klasických obalových materiálech, jejich popisu, využití, kladných a záporných vlastnostech.

3.3.1 Dřevo

Dřevo můžeme řadit k nejstarším obalovým materiálům. Vzhledem k jeho dostupnosti a snadné zpracovatelnosti je také velmi rozšířené, zejména jako přepravní obal. V dnešní době se však množství dřeva zpracovávaného průmyslem snažíme snižovat, kvůli nedostatku a mizení určitých druhů. (Kubásková, 2012)

Mezi jeho nejpozitivnější vlastnosti jakožto spotřebitelského obalu patří jistě jeho odolnost. Je částečně odolné vůči působení kyselin, solí a zcela odolné vůči působení rostlinných olejů, metanolu, etanolu a dalších alkoholů. Ale nejen chemická odolnost u dřeva převládá, za zmínku stojí i jeho odolnost mechanická, způsobená převážně jeho pružností, dále schopnost tlumit vibrace a dobré tepelně izolační vlastnosti.

Nevýhodou použití dřeva je převážně špatné snášení působení vody, dřevo nasákne vlhkost, poté se změní objem, znehodnotí se jeho mechanické vlastnosti a nastává riziko mikrobiální kontaminace. (Kačeňák, 2000)

3.3.1.1 Bedny

Nejpoužívanějším obalem ze dřeva jsou právě bedny. Mohou se lišit velikostí, konstrukcí a vlastnostmi. Bedny se používají na rozličné množství výrobků a potravin, u kterých potřebujeme zajistit velkou mechanickou odolnost. Například u ovoce, zeleniny a nápojů. Dřevěné bedny byly v některých oblastech již zcela nahrazeny obaly z plastů. Potravinářské přepravky využíváme převážně plastové, jelikož se plasty předvedly jakožto méně hlučná, hygieničtější a ekonomicky přijatelnější varianta.

3.3.1.2 Sudy, škopky, kádě

Dřevěné sudy dříve patřily mezi základní přepravní obal nápojů a jiných tekutin. Dnes se převážně využívají pro speciální výrobky jako je pivo, víno a lihoviny. Ostatní výrobci dávají přednost kovovým a plastovým kádím.

3.3.1.3 Další obaly ze dřeva

Bedny a sudy však nejsou jedinými obaly ze dřeva. Za zmínku jistě stojí i proutěné košíky, koše a dřevěná vědra, která se, sice v menší míře, dodnes používají a to převážně na venkově. (Čurda, 1982)

3.3.2 Keramika

Dalším přibližně stejně starým materiálem je keramika. Výhodou keramických obalů je nepropustnost světla, plynů a vlhkosti. Bariérové vlastnosti keramiky ještě více podtrhla polévaná keramika, která se začala objevovat v 15. století.

Má ovšem dvě podstatné nevýhody a to velkou hmotnost a křehkost, právě proto se v dnešní době jako obalový materiál běžně nepoužívá. (Kubásková, 2012)

3.3.3 Papír, karton a lepenka

Bezpochyby nejrozšířenějším obalovým materiálem je stále ještě papír. Jedná se zejména o spotřebitelské a přepravní obaly. Výhodou papíru je snadná dostupnost základní suroviny a široký sortiment možných výrobků z tohoto materiálu. Papír se vyrábí nejen ze dřeva, ale také z bavlněných hadrů a ze sběrového papíru. Ale i tento materiál má své nevýhody, nejpodstatnější z nich je vysoká propustnost vody, vodních par, plynů, aromatických látek, tuků a olejů, dále také nízká odolnost proti plísním. V mokřem stavu se ztrácí jeho jinak skvělé mechanické vlastnosti a také je špatně zpracovatelný na balicích strojích. Právě proto se papír začal zušlechťovat povrchovou úpravou. (Macháň, 2008a)

3.3.3.1 Papír

Balící papíry

Nepromastitelný balící papír

Jedná se o chemicky upravený papír, mezi který patří například pergamenový papír, což je papír z kvalitní sulfitové buničiny. Používá se na balení tučných a vlhkých výrobků, protože nepropouští tuk a nerozmáčí se. Dalším nepromastitelným papírem je pergamenová náhrada a pergamin, tyto materiály do určité míry nepropouští tuky, avšak ve vodě jsou nestálé, a proto se používají pro balení ne příliš vlhkých potravin.

Imitace nepromastitelných papírů

Dalším druhem balicího papíru je tzv. havana. Ta se používá na balení ne příliš vlhkých potravin, dále také na podlepování aluminiových fóliích při balení másla a čokolády.

Sulfitové balící papíry

Tyto papíry dělíme na alba, albino a kloboukové papíry. Alba jsou vhodná pro úpravu plasty, nebo parafínem. Materiál albino se většinou upravuje vosky a je vy-

hledávaný pro snadný potisk. Posledním druhem sulfitových papírů jsou papíry kloboukové, které se využívají převážně na balení lahví.

Papíry s nánosem hotmeltů

Hotmelty jsou speciální směsi, skládající se zejména z pryskyřice, plastové hmoty a parafinu. Vhodným poměrem můžeme vytvořit celou škálu materiálů různých vlastností od tvrdého, lesklého filmu po samolepící směs. Používají se například pro balení karamel a mýdel. (Nové, 1986)

Vakuově pokovené papíry a kartony

Jedná se o papíry s tenkým nánosem hliníku, tato úprava se používá jen kvůli atraktivnímu vzhledu materiálu. Používají se například na balení žvýkaček, cukrovinek, trvanlivého pečiva, mýdel a tabákových výrobků. (Nové, 1986)

Papíry s extruzním nánosem polyetyleny, nebo polypropylenu

Jedná se o sulfitové papíry, které jsou upraveny jednostranným nánosem polyetyleny. Díky němu se papír stane odolný proti pronikání vlhkosti, avšak není tak odolný vůči tukům, olejům a plynům, používá se pro balení sušených mléčných výrobků, pudinkových prášků, koření a cukru. Papíry s nánosem polypropylenu jsou také odolné vůči propustnosti vodní páry, mají však lepší odolnost vůči propustnosti tuků, olejů a dobře odolávají vlivu rozpouštědel a vodní páry. Karton s touto úpravou se využívá na balení mrazírenských výrobků, polotovarů, hotových jídel a to včetně obalů použitelných do mikrovlnné trouby. (Nové, 1986)

Papíry s nánosem PVDC

Tyto papíry mají velmi dobré bariérové vlastnosti, špatně propouští vodní páru, plyny, aroma a jsou snadno svařitelné. Používají se převážně na balení cukrů, kávy, čaje, mražených krémů. (Nové, 1986)

Papírové sáčky

Vyrábějí se z většiny typů již uvedených balících papírů. Můžou být jedno až pětivrstvé a pro zvýšení jejich odolnosti se často vykládají vrstvami polyetylenu, nebo se impregnují parafínem. Liší se svou velikostí a tvarem, podle balené potravin. Můžou být špičkové, ploché, křížové, hranolové apod. (Čurda, 1982)

3.3.3.2 Karton a Lepenka

Skládačky

Skládačky patří mezi nejrozšířenější papírenské obaly, jedná se o polotuhé obaly, které byly poprvé použity v USA na balení ovesných vloček. Výhodou skládaček je jejich snadná výroba, stabilita, nízká hmotnost, skladovatelnost a vhodnost k potišťění. Skládačky se dají upravovat například parafinováním, lepením, lakováním a přidáváním plastů. Tyto obaly se využívají na zmrazené výrobky, nebo výrobky kašovitě konzistence. Skládačky můžeme dělit na jednodílné, dvoudílné a hermeticky uzavíratelné. Velký vliv na rozvoj skládaček má vývoj kartonů zušlechťených plasty, vosky a hliníkem. (Kačeňák, 2000)

Nápojový karton

Nápojový karton je kombinací hermeticky uzavíratelné skládačky s plasty a hliníkem. Je určen především pro sypké, tekuté a kašovitě výrobky. Prvním výrobkem tohoto typu je karton na mléko s názvem Pure Pak, který vznikl v roce 1915, jednalo se o papírovou krabici s charakteristickou stříškou. Ve Švédsku tuto technologii zdokonalila společnost Tetra Pak a dodala první krabici na mléko v podobě čtyřstěnu, poté s obdélníkovým tvarem a v neposlední řadě tato firma vyrobila krabici s hliníkem, která zajišťuje delší trvanlivost produktu. (Kubásková, 2012)

Kartonáže z vlnitých lepenek

První krabice z lepenky byly vyrobeny roku 1817 v Anglii. Jejich pozitivní vlastnosti spočívají hlavně v lepší odolnosti před nárazy a lepší izolaci. Díky tomu

se využívají převážně pro skladování zmrazených, nebo skleněných produktů. (Kubásková, 2012)

Kartonáž z hladkých lepenek

Hladké lepenky se v potravinářství využívají hlavně jako transportní obaly pro těžké náplně, například při balení konzerv, cukru apod. (Macháň, 2008a)

Vinutá kartonáž

Výroba tohoto druhu kartonu spočívá ve slepování navinutých vrstev kartonu, nebo papíru. Touto cestou můžeme vyrobit tvar misek a kelímků, které se liší způsobem otevírání a používají se na ovocné pomazánky, hořčici a med. Tyto obaly musí být vodovzdorné, a proto se na ně používá parafinování, vylévání gumovým latexem, nebo jiné druhy impregnace. (Macháň, 2008b)

Nasávaná kartonáž

Tvar vzniká pomocí profitovaných papírenských sít, přes které se papírovina nasává a přitom částečně vysušuje. Tímto způsobem vzniká pevný, ale pružný obal, který se využívá například na skladování vajec, masa, ovoce, zeleniny a dalších křehkých potravin a výrobků. (Kačeňák, 2000)

Lisovaná kartonáž

Vyrábí se lisováním lepenky, popřípadě papíru a využívá se na výrobu kelímků, proložek na vejce, obalů vajec, nebo krabiček na bonbony. (Kubásková, 2012)

3.3.4 Sklo

Dalším základním obalovým materiálem je sklo. Jeho největší výhody jsou průhlednost, velká chemická odolnost, snadná omyvatelnost a sterilace, snadná dostupnost surovin a v neposlední řadě také možnost recyklace. Největší nevýhoda - křehkost zřejmě stojí za minimalizací těchto obalů. Kromě křehkosti se sklo vyznačuje i vysokou hmotností, nižší tepelnou vodivostí a horší odolností vůči teplotním

změnám. Právě pro tyto nedostatky jej z převážné většiny nahradily plasty, ale i přesto si sklo stále udržuje své místo mezi obalovými materiály a to zejména jako lahve na nápoje a zavařovací sklenice. Další fyzikální a chemické vlastnosti skla ovlivňuje jeho samotné složení a způsob výroby.

Sklo používané na výrobu obalů se vyrábí tavením ze sklářského písku, sody, vápence a také podílu recyklovaných sklenic. Tvarování probíhá strojově lisováním roztavené skelné masy, lisofoukacím způsobem, nebo vyfouknutím masy do formy. Lisování se využívá hlavně u nízkých, plochých nádob. Lisofoukací způsob spočívá v předlisování nádoby a poté vyfouknutí požadovaného tvaru do formy, tato metoda se využívá hlavně při výrobě sklenic na konzervování. Třetí způsob - vyfouknutí se využívá hlavně při výrobě nádob s úzkým hrdlem. I přes značnou automatizaci ve všech výrobních procesech se stále ještě vyrábí sklo ručním způsobem. Jedná se o velké obalové sklo a sklenice složitých tvarů.

Velkou roli při výrobě kvalitního skla hraje kontrola kvality, při výrobě může vzniknout několik závad, například bubliny, puchýře, kaménky, nebo trhlinky ve skle. (Kačeňák, 2000).

3.3.4.1 Sklo nápojové

Do této skupiny patří obaly na nápoje a to konkrétně na mléko, víno, pivo, lihoviny, ovocné šťávy, limonády, sirupy, minerální vody, ale také například na jedlý olej a polévkové koření.

Lahve se liší nejen složením skla, které je přizpůsobeno produktu, ale také jejich tvarem, barvou, objemem a velkým množstvím typů uzávěrů. Právě uzávěry jsou funkčně nejdůležitější částí skleněných obalů a mají největší vliv na tržnost potravin. Důležitá je především jejich těsnost, hygieničnost, neporušitelnost a v některých případech je požadovaná také znovuzavíratelnost. Od středověku se k výrobě uzávěrů využíval korek a dřevo, v 19. století přišly na trh uzávěry patentní. Dnes mezi hlavní typy patří uzávěry korunkové, odtrhávací, korkové, šroubové a pákové. (Kubásková, 2012)

3.3.4.2 Sklo konzervové

Podobně jako u lahví se konzervové sklo liší objemem, tvarem a uzávěry. Nejvýznamnější a největší skupinou jsou jistě sklenice pro sterilované potraviny, které se vyrábějí většinou z neodbarveného skla. I u těchto obalů hraje hlavní roli v údržnosti skladovaných potravin jejich uzávěr. Nejpoužívanější uzávěry jsou uzávěry tupu Fenix, SKO, Omnia, Eurocap, White Cap-Pry-Off, Twist-Off, Hildnerm, Imra-Vac a Pano-Universal. Víčka se dělí na dvě hlavní skupiny a to tzv. dýchací a nedýchací. Dýchací víčka umožňují průchod vzduchu a dalších plynů, zatímco nedýchací nikoliv. (Čurda, 1982)

3.3.4.3 Velké obalové sklo

Jedná se převážně o obaly spotřebitelské, ale dají se také využít například ke skladování koncentrátů, aromatických látek, vína, atd.

Tuto skupinu můžeme rozdělit podle tvaru a typu uzávěru na zásobní lahve, demižóny, dupližóny a balóny. (Packaging, 1969)

3.3.5 Tkaniny

Ač se může zdát, že se jedná o zastaralý obal, jsou obaly z tkanin stále hojně používané. Jedná se především o pytle a žoky, jejichž velkou výhodou je pevnost, ohebnost a nízká hmotnost. Pytle se vyrábí především z juty, koudele, bavlny, ze spřádaného papíru, nebo proužků plastů. Pro zajištění větší odolnosti proti vlhkosti, plísni, nebo snížení hořlavosti se pytle mohou impregnovat. Mezi hlavní nevýhody patří pronikání práškovitého obsahu skrz tkaninu, nebo uvolňování vláken do potraviny. Žoky se používají převážně na balení chmele a tabáku a pytle například na kávu, obilí a brambory. (Čurda, 1982)

3.3.6 Kovy

Jedná se o širokou skupinu obalů, jejichž objev výrazně zvýšil udržitelnost potravin. Mezi kovové obaly patří kovové folie, tuby, plechovky, konve, sudy, kontejnery a tanky. Mezi nejdůležitější obal patří zajisté konzervy, které usnadnily sterilizaci potravin, a tím výrazně prodloužili jejich skladovatelnost. S velkovýrobou plechovek souviselo i hledání snadného způsobu jejich otevírání. Používání kladiva a dláta nebylo nijak pohodlné a proto byl v průběhu několika let vyvinut kovový odtrhovací uzávěr, otvírač plechovek a později i odtrhovací ouško a odtrhovací pásky.

Jako pozitivní vlastnosti kovů označujeme jejich pevnost, neprodyšnost a často i tepelnou vodivost. Jedinou slabinou kovů je riziko koroze, kterou můžou způsobit některé náplně, nebo prostředí, čímž obal ztrácí své skvělé vlastnosti. (Kačeňák, 2000)

3.3.6.1 *Obaly z cínu*

Právě plechovka z cínu byla prvním výrobkem tohoto druhu. Bohužel se kvůli své vysoké ceně a těžké dostupnosti na výrobu obalů skoro nepoužívá, zato je ale stále nejpoužívanějším pro povrchovou úpravu ocelových plechů. K tomuto účelu jsou využívány i další kovy, jako je chrom, zinek a olovo.

3.3.6.2 *Obaly z ocele*

Pocínovaný ocelový plech je jedinečný materiál, který je dnes využíván k výrobě plechovek a konzerv. Jednotlivé plechovky a konzervy se liší převážně jejich velikostí, tvarem a způsobem otevírání.

Celková kvalita plechovek závisí na výrobě ocelových plechů. Samotná výroba plechovek se dělí na dva postupy. První - starší postup spočívá v pájení přeložených konců plechovek k sobě a nazýváme ho Bax. Při novějším způsobu - Bliss se oba konce do sebe zaklesnou a pájejí se na vnější straně plechovky. Způsob Bliss nám zajistí větší pevnost spoje a také nulový kontakt pájky s náplní. Také víčka

jsou významným faktorem, který může ovlivnit délku udržitelnosti obsahu. Víčko musí být vyrobeno tak, aby se při rozpínání obsahu plechovky mohlo vydouvat, pro zajištění těsnosti se na okraj používá pryžové těsnění. (Kubásková, 2012)

Dalším využitím oceli jsou také ocelové folie, které se svými vlastnostmi dají přirovnat k těm hliníkovým. Vyrábí se také ocelové bečky na uchování sterilovaných polotovarů a tanky na uchování šťáv, nápojů, vína a piva.

3.3.6.3 Obaly z hliníku

Plechovky, tuby, aerosolové nádoby, folie, polotuhé obaly, misky, to jsou všechno výrobky, které se vyrábí z hliníku. Další velkou skupinou jsou hliníková víčka. Hliník má velkou výhodu v podobě nízké hmotnosti a měkkosti, která umožňuje výrobu různých tvarů. (Packaging, 1969)

Hliníková folie neboli alobal je i dnes hojně používaným prostředkem na balení potravin. Vyrábí se válcováním a žíháním a v některých případech se i lakuje. Hliníkové folie se kvůli své měkkosti, mačkavosti a malé pevnosti často kombinují s jinými materiály, jako je například papír, plast a tkaniny.

Dalším obalem z hliníku jsou tuby, které se vyrábí vytlačěním. Jejich prvotním využitím byl obal na zubní pasty a barvy. Využití v potravinářství se uchytilo až začátkem 60. let 20. století a využívají se na balení potravin pastové konzistence. I tuto skupinu obalů pozvolně nahrazují plasty.

Aerosolové nádoby byly nejprve vyvinuty pro deratizační prostředky proti hmyzu v americké armádě. Postupem času však našly své uplatnění i v potravinářství a nosný plyn se nahrazoval plyny šetrnějšími k životnímu prostředí.

V neposlední řadě jsou spotřebitelské obaly z hliníku, jedná se převážně o konve na mléko, sudy, cisterny a tanky. (Čurda, 1982)

3.3.7 Poživatelné obaly

Tato skupina obalů je velice specifická, patří sem obaly z glycidů, bílkovin, lipidů, i z látek syntetických. Jedná se o obaly ve formě měkkých folií, které jsou plně poživatelné. Tato vlastnost je velice výhodná zvláště u obalů, které jsou v přímém styku s potravinou, protože odstranění takového obalu je obtížné a může se stát, že je nedokonalé. Pro garanci zdravotní nezávadnosti produktu výrobci přišli s poživatelnými obaly, které najdeme především u uzenin a nápojových koncentrátů.

Důležitou výhodou těchto obalů je zlepšování poměru mezi poživatelnou a nepoživatelnou částí výrobku a také jeho lepší ochrana, díky dokonalému přilnutí k potravíně. I když se nejedná o obal v pravém slova smyslu, pro ochranu využíváme i kůrku na pečivu a krustu na uzeném mase.

Dalším specifickým obalem je led, některé zmrazené výrobky se kvůli ochraně potahují vrstvou ledu pro zamezení oxidace a vysychání.

Amylosa je jednou z látek, která se využívá k balení ve formě folií a povlaků. Získáváme ji frakcionací škrobu a to převážně ze speciálně vyšlechtěné kukuřice. Takto vytvořený obal má velkou odolnost vůči organickým rozpouštědlům, slabším kyselinám a zásadám a tukům. Jeho propustnost vodních par a ostatních plynů je srovnatelná například s celofánem. (Čurda, 1982)

Další takovou látkou je například pektin, který využíváme jako obal ve formě vápenných solí. Ten je výhodný při výrobě osmoticky sušených výrobků, protože umožňuje difuzi vody z potraviny.

Z hnědých řas se získává další obalová látka a to alginát. Jedná se o látku velmi podobnou pektinu, která se využívá převážně na úpravu masa a masných výrobků pro zlepšení vzhledu a jako ochrana proti oxidaci a mechanickému poškození. Alginát vápenatý se využívá taky při výrobě umělých střev, jako tenká vrstva mezi obalem a výrobkem pro lepší loupateľnost. (Kačenač, 2000)

Dalšími látkami pro výrobu jedlých obalů jsou například želatina v kombinaci s dalšími látkami, cukry, methylceluloza, karboxymethylceluloza, ethylceluloza, vosky a již zmíněné syntetické látky jako je například polyvinylalkohol. (Kubásková, 2012)

3.3.8 Plasty

Jistě nejnovějším obalovým materiálem jsou plasty, jedná se o syntetické a polysyntetické látky, ze kterých se vyrábí velké spektrum obalů různých velikostí, tvarů a vlastností. (Kubásková, 2012)

Výhodou použití obalů z plastů je velké množství, ale mezi nejvýznamnější patří tvarovatelnost, velká variabilita propustnosti a také chemická odolnost. Další výhodou je také odolnost vůči vysoké i nízké teplotě, některé plasty snášejí teplotu od -60 do 200 °C. Na pomezí mezi klady a zápory se pohybuje jejich dlouhá životnost. Jedná se o pozitivní vlastnost, ale to pouze v případech je-li plast dobře uložen. Negativní se tato vlastnost stává, pokud je plast například volně pohozen v přírodě. Řešením této otázky je recyklace, nebo odborné spalování plastů. (Packaging, 1969)

3.3.8.1 Celofán

Z derivátu celulosy se vyrábí nejrozšířenější obalový materiál - celofán. Celofán má spoustu pozitivních vlastností, mezi které patří například nerozpustnost ve vodě a jeho přizpůsobivost v závislosti na vlhkosti prostředí. V suchém prostředí je celofán křehký a sraží se a naopak ve vlhkém prostředí se protahuje až o 5%. Při práci s tímto materiálem je důležité s již zmíněnými mechanickými změnami počítat a při jejich plném využití můžeme získat přiléhající, napnutý obal. Další pozitivní vlastností je odolnost proti tukům a olejům a ve vlhkém stavu propustnost pro vlhkost a plyny. Celofán se ve velké míře používal k balení potravin a například masných výrobků, ale v 60. letech 20. století začal být nahrazován ostatními plasty. I tak jej stále můžeme často vidět mezi potravinovými obaly. Jelikož se celofán upravuje různými způsoby, výčet a vysvětlení označení je popsáno v tabulce č.1.

Tabulka č. 1: Celofán a jeho označení (Čurda, 1982)

Označení	Význam
A	se zakotveným lakem
C	barevná folie
D	jednostranný nános laku
M	parotěsná folie
P	prostá, neupravená folie
S	folie svařovatelná teplem
T	průhledná folie
X	nános polymeru, nebo kopolymeru

3.3.8.2 Polyetylen

Jedná se o jednoduchý polymer nenasyceného uhlovodíku etylenu. Dělíme jej na PE nízké hustoty a vysoké hustoty. Oba typy mají výbornou odolnost vůči vodě a anorganickým chemikáliím a při teplotě pod 80°C se nerozpouští v žádném organickém rozpouštědle. Polyetylen má velmi malou propustnost pro vodní páru, ale vyšší propustnost pro ostatní plyny včetně aromatických látek.

PE o vysoké hustotě, neboli lineární polyetylen, se používá jako jemná tenká folie, obaly ve tvaru misek a kelímků a také jako přepravky. Tenká folie je známa pod názvem mikroten a využíváme ji ve velké míře, protože má velmi pozitivní vlastnosti, jako například úplnou vodovzdornost, malou propustnost pro vodní páru, odolnost vůči teplotám od -40 do 110°C, odolnost vůči tukům a také svařovatelnost a smrštitelnost.

PE o nízké hustotě neboli rozvětvený polyetylen, se povětšinou využívá jako smrštitelná folie, jednoduché PE sáčky, nebo lamináty, které se většinou kombinují s papírem, celofánem a hliníkovou folií. Na rozdíl od PE o vysoké hustotě se využívá také na výrobu lahví a víček. (Lenfeld, 2014)

3.3.8.3 Polypropylen

I když je polypropylen velmi podobný lineárnímu PE, má některé výrazně odlišné vlastnosti, například vyšší teplotu tání (asi 165°C) a dá se sterilovat i teplotami vyššími než 120°C. Další jeho pozitivní odlišností od PE je větší odolnost vůči agresivním činidlům a výraznější průhlednost a čírost. Má výrazněji lepší bariérové vlastnosti pro vodní páru a plyny než PE. Vyrábí se jako tuhá, průhledná folie podobná celofánu a upravuje se akrylovými a vinylovými nátěry. Díky jeho podobnosti s celofánem se stále častěji využívá místo něj. Kromě využití jako folie, můžeme PP vidět i ve formě misek, kelímků, dutých obalů či přepravek, a stále častěji nahrazuje tkaninu v oblasti vázacích pásek. Nejrozšířenější použití je pro balení cukrovinkářských a tabákových výrobků a těstovin. (Packaging, 1969)

3.3.8.4 Polyvinylchlorid

Rozlišujeme polyvinylchlorid emulzní a suspenzní, tyto dva typy se od sebe liší podle způsobu výroby. Emulzní PVC je nahnědlý a průsvitný, oproti tomu suspenzní PVC je naprosto průhledný a bezbarvý. Většina PVC plastů se používá jako smršťovací folie, ale po upravení jejich vlastností – například změkčováním, se může použít k výrobě lahví.

Měkčený PVC se využívá spíše pro nepotravinářské účely, kvůli riziku migrace rozpouštědel do potravin.

Neměkčené PVC je oproti PE propustnější pro vodní páru a méně propustné pro kyslík, oxid uhličitý a aromatické látky. PVC má výbornou odolnost vůči anorganickým, většinou organickým rozpouštědel a tukům. (Kubásková, 2012)

3.3.8.5 Polystyren

Polyvinylbenzen, nebo také polystyren je vysoce propustný pro vodní páru a kyslík, což má velkou výhodu při skladování potravin. Z Polystyrenu se tvarují kelímky, misky a podložky, ale také smršťitelné filmy. Patrně nejznámějším polysty-

renem je ten pěnový, který využíváme převážně kvůli jeho tepelně izolačním vlastnostem a tvarují se z něj různé misky, podložky a proložky. (Lenfeld, 2014)

3.3.8.6 Polyamidy

Mezi nejcennější vlastnost polyamidů patří tepelná odolnost, která umožňuje sterilaci a zahřívání a také jejich pevnost a hydrofilnost. Folie z PA jsou také velmi odolné vůči tukům a jejich propustnost pro aromatické látky a plyny je nízká, oproti tomu propustnost pro vodní páry vysoká. Jsou také nerozpustné v běžných organických rozpouštědlech, avšak rozpouští je kyselina mravenčí, octová a fenoly. V potravinářství se kvůli těmto vlastnostem PA využívají jako folie, nebo součástí laminátů. (Kačeňák, 2000)

3.3.8.7 Polyestery

Tento materiál se v potravinářství využívá pro výrobu folií, pevných výrobků, nebo jako nátěrová hmota.

Nejznámějším polyesterem je polyethyltereftalát. Vyznačuje se svou vysokou pevností a tepelnou a chemickou odolností. Většinou se používá v kombinaci s PE a to kvůli jeho špatné svařovatelnosti. (Čurda, 1982)

PET lahve jsou nádoby z polyethyltereftalátu, který se vyrábí z kyseliny tereftalové získávané z ropy. Jednotlivé PET lahve se liší barvou, tvarem, objemem, typem uzávěru a také jejich bariérovými vlastnostmi. Jedná se o materiál na balení minerálních a sodových vod a limonád, ale také piva, vína, oleje, octu a mnoho dalšího. (Figge, 1996)

3.4 Moderní obalové materiály

3.4.1 Modifikovaná atmosféra

Balení v modifikované atmosféře je prostředkem ke zvýšení udržitelnosti nejen ovoce, ale i dalších potravin. Tento typ balení zamezuje větším ztrátám vody, smršťování a kažení ovoce, ale zároveň vylučuje přebytečnou vlhkost. Jedná se především o upravení koncentrace kyslíku, který je důležitý pro MO, které způsobují kažení.

Doba skladovatelnosti závisí nejen na poměru plynů použitých při balení, ale také na teplotě skladování, poměru plynu k objemu výrobku a dodržení hygienických podmínek v průběhu zpracování a balení. (Velu a spol, 2013)

Skladování v modifikované atmosféře je výhodné hlavně pro čerstvé potraviny, jelikož je chrání před mikrobiologickým poškozením, což je napadení bakteriemi, plísněmi, kvasinkami a parazity. Mezi další pozitivní vlastnosti MAP patří také ochrana před toxickými látkami, nečistotami, ztrátami vlhkosti a ztrátami senzoric- kých vlastností, mezi které patří barva, vůně a chuť. Všechny tyto aspekty ovlivňují vzhled potraviny a tím i rozhodnutí spotřebitele o nákupu. (Han, 2005)

Velkou výhodou MAP je již zmíněné prodloužení skladovatelnosti a s tím také související snížení množství odpadu a nákladů na dopravu v důsledku menšího počtu dodávek. Pro zákazníka toto balení znamená zaručení dodržení hygienických podmínek produktu, stejně tak jeho čistotu a garanci nepoužití chemických konzervačních látek. (Porat a spol, 2009)

Jako všechny obalové materiály a technologie i MAP má svoje nevýhody, tou největší je pravděpodobně zvýšení nákladů, ať už za strojní zařízení, materiály, nebo plyny, které se v MAP využívají. Výrazné jsou také náklady na analýzu správné směsi plynů a větší objem balení, které vede k vyšším nákladům na dopravu a skladovatelnost. Při skladování v MAP je důležité dbát na správné zacházení s výrobkem, jinak může dojít ke znehodnocení produktu. Například použitím ne-

správné teploty skladování může dojít k růstu patogenů a nesprávným zacházením k porušení obalu a tím se snadno nevratně ztratí dávky plynů. (Parry, 1993)

Upravení atmosféry spočívá zejména ve snížení koncentrace kyslíku, tento zá-
krok zpomaluje metabolické procesy převážně u ovoce a zeleniny, čímž zpomaluje
proces přirozeného stárnutí. (Al-Ati a Hotchkiss, 2003) Mimoto nízký obsah kyslí-
ku ovlivňuje růst bakterií a hub, a tím brání kažení. Ani kyslík ale nemůže
v atmosféře pro skladování zcela chybět, protože se jedná o důležitý inhibitor anaer-
obních bakterií a zabraňuje například hromadění toxinu *Clostridium botulinum* typu
E. Proto je pro MAP klíčové vybrat správný poměr jednotlivých plynů pro určitý
produkt. (Pantazi a spol., 2008)

Dalším plynem používaným v MAP je dusík. Ten je důležitý, protože oddaluje
oxidační žluknutí a inhibuje růst aerobních bakterií.

Oxid uhličitý má v MAP taky důležitou roli, protože se jedná o významné kon-
zervační a antimikrobiální činidlo.

Pro použití v MAP byly také zkoumány další plyny, jako například dusičnany,
oxid siřičitý, ethylen, chlor, ozon a propylenoxid. Bohužel tyto plyny nelze použít
kvůli vysokým nákladům na jejich získání, ale také kvůli bezpečnosti a nesnadné
regulaci.

Další důležitý faktor při použití MAP je vhodný výběr samotného obalu. Jedná
se převážně o kombinaci několika polymerů, které podporují pozitivní vlastnosti
MAP a tím prodlužují skladovatelnost. Běžně se používají kombinace polyvi-
nylchloridu, polyetylen, polypropylen, polyesteru, polyamidu a bariérových vrs-
tev polyvinylchloridu a etylvinylalkoholu (Appendini a Hotchkiss, 2002).
Podle Mangaraje a Goswama (2009) jsou běžněji používané polyvinylchlorid, po-
lyetylen, polypropylen a polyetylentereftalát. (Velu a spol, 2013)

Zvláštním typem obalu používaným k MAP je Xtend od firmy StePac. Jeho
složení je bohužel firmou chráněné, ale výsledky experimentů prokazují jeho pozi-
tivní vlastnost.

3.4.2 Kontrola vlhkosti

Vlhkost uvnitř obalu je důležitým faktorem, který ovlivňuje udržitelnost produktů. Vysoká vlhkost vytváří ideální prostředí pro růst a množení mikroorganismů, což způsobuje kažení potravin. Vlhkost ovlivňuje nejen vzhled skladované potraviny, ale také zapříčiňuje nepříjemný zápach, pachut' a změnu struktury.

Jednou z možností kontroly vlhkosti je použití již zmíněného Xtendu, který upravuje vlhkost uvnitř obalu a tím chrání produkt. Další výhodou použití takového typu obalu je zcela průhledný obal bez zamlžení, tuto vlastnost popisuje obrázek č. 1 a 2. (Anonym, 2016a)



*Obrázek č. 1: Srovnání skladování - ostatní obaly
(Anonym, 2016a)*



*Obrázek č. 2: Srovnání skladování - Xtend
(Anonym, 2016a)*

3.4.3 Antimikrobní obaly

Jedná se o systém obalů, které zabíjí, nebo zastaví růst mikroorganismů a tím prodlouží skladovatelnost výrobku (Han, 2000). Antimikrobiální účinek může mít obal, atmosféra uvnitř obalu, nebo může být antimikrobiální látka přímo v potravine. Nejběžnější je využití antimikrobiálních plynů, které se vstříkují do obalu, může se jednat například o oxid siřičitý, nebo etanolové páry. Pro své antimikrobiální účinky se využívají také vakuum, dusík a kyslík, i když jejich původní funkcí v balení potravin bylo zabránění jejich oxidace. (Smith a spol, 1990, Han, 2003).

Antimikrobiální látky můžeme dělit mezi chemická činidla, přírodní látky a probiotika. Nejběžněji využívané chemické látky jsou organické kyseliny. Jelikož je každá kyselina citlivá na různé druhy mikroorganismů, je vhodné používat směsi kyselin - mají širší spektrum antimikrobiální aktivity a jsou také silnější.

Nejběžnější přírodní antimikrobiální činidla jsou bylinné extrakty, koření, enzymy a bakteriociny. Kromě antimikrobiálního účinku jsou bylinné extrakty a koření známé také svou antioxidační aktivitou a užívají se jako alternativní medicína. Jejich nevýhodou je však změna chuti potraviny a také jsou chemicky nestabilní. Pokud jde o enzymy, jejich antimikrobiální aktivita velice závisí na pH a teplotě. Do potravin se začleňují také bakteriociny, jako je například nisin, pediocin, lasicin a propionin. (Daeschul, 1989)

Do potravin se také úmyslně přidává například kyselina mléčná, která produkuje bakteriociny, které inhibují růst některých bakterií. Takto použitá probiotika účinně kontrolují nežádoucí mikroorganismy a můžeme je nalézt hlavně u mléčných fermentovaných výrobků. (Han, 2005)

3.4.4 Obaly zamezující přístup kyslíku

Obaly pro balení potravin citlivých na kyslík jsou konstruovány tak, aby jejich vystavení kyslíku bylo nulové. Jedná se o kyslík, který se v potravíně nebo obalu nachází, ale také o kyslík, který do obalu vstupuje z vnějšího prostředí, ať už kvůli propustnosti, nebo netěsnosti obalu. Potraviny neovlivňuje jen množství kyslíku, které se do potraviny dostává, ale také rychlost reakcí, které kyslík spotřebovávají.

Jednou z variant obalů zamezující přístup vzduchu je použití sendviče skládajícího se z palladia, oxidu hlinitého, polyvinylalkoholu jako bariérové vrstvy a polyolefinu, který slouží k termosterilaci. (Han, 2005) V jiné literatuře nebylo použití palladia jako součást obalového materiálu popsáno a vzhledem k jeho vysoké ceně se toto tvrzení nejeví příliš důvěryhodně.

Cook (1969) navrhl oddělení plastové dvouvrstvy, například dvě vrstvy PVDC, antioxidanty s malým množstvím vysoceviskózního organického rozpouštědla.

Další variantou je použití dvouvrstvého obalu, mezi jehož vrstvami se nachází koncentrovaný roztok siřičitanu. Pro zlepšení bariérových vlastností navrhl Tsai a Wachtel (1990) systém pro udržení etylenvinylalkoholu v suchu.

Schole (1977) použil vodný roztok siřičitanu mezi vrstvy obalu, dnes se tento princip využívá v typu obalu bag in box.



Obrázek č. 3: Bag in box (Anonym, 2012)

Pro antioxidační účely se využívá také železo. Jedná se většinou o použití vloček s železem, které eliminují množství kyslíku.

Omezení přístupu kyslíku se řeší také u PET lahví. Jednou z možností je použití směsi nylonu, polyesteru a kobaltové soli ve střední vrstvě láhve. Dalším postupem je výroba PET lahví s použitím kopolymeru polybutadienu. Všechny tyto postupy snižují množství kyslíku, které může nepříznivě ovlivnit tekutinu uvnitř láhve, ale zároveň zůstávají částečně propustné. (Han, 2005)

3.4.5 Inteligentní obaly

Jedná se o skupinu obalů, které obsahují indikátory vnitřního stavu obalu a například změnou barvy indikují nežádoucí teplotu, nebo jiné překročené podmínky

skladovatelnosti, popřípadě čerstvost potraviny. Indikátory a jejich principy popisuje tabulka č. 2.

Tabulka č.2: Příklady indikátorů a jejich principů (Han, 2005)

Indikuje	Princip reakce	Upozorňuje na	Použití
čas a teplotu	mechanická, enzymatická, chemická	stav skladování	chlazená a mražená jídla
kyslík	změny barvy vlivem pH, enzymů, oxidačně redukčních reakcí	stav skladování, těsnost obalu	skladování za sníženého obsahu kyslíku
oxid uhličitý	chemická	stav skladování, těsnost obalu	MAP
výskyt mikroorganismů	změna barvy	mikrobiální kvalita	rychle se kazící potraviny, například čerstvé maso
výskyt patogenů	chemické a imunologické reakce na toxiny	specifické bakterie, například <i>Escherichia coli</i>	rychle se kazící potraviny, například čerstvé maso

3.4.5.1 *Timestrip*

Jedná se o inteligentní etiketu, která spotřebitele upozorní na konec trvanlivosti výrobku. Etiketa je aktivována tlakem a červenou barvou znázorňuje na ose počet dnů, které zbývají do ukončení čerstvosti výrobku.

3.4.5.2 *Smart Lid Systém*

Jedná se o obal, nebo spíše víčko obalu, které změnou barvy indikuje teplotu. Určitá barva víčka nás upozorní na ideální teplotu ke konzumaci nápoje.

3.4.5.3 *Fresh Tag*

Štítek, který se používá na chlazených a balených rybách. Reaguje na těkavé aminy vycházející z ryb a mění barvu a tím signalizuje stupeň čerstvosti ryby.

3.4.5.4 *Ripe Sense*

Speciálně na ovoce se zaměřuje typ obalu, nebo spíše etiketa s názvem Ripe Sense, která vychází z aromatických látek vycházejících z ovoce a v závislosti na nich detekuje stupně zralosti změnou barvy proužku. (Žižková, 2008)



Obrázek č. 4: *Ripe Sense* (Anonym, 2014)

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika odrůdy Stanley

Jedná se o jednu z nejchutnějších odrůd švestek vhodných pro přímý konzum, kompotování i sušení. Plody jsou sladké, středně velké, dužnina žlutooranžová a snadno oddělitelná od pecky, slupka je fialová, ojíňená. Odrůda Stanley pochází z USA a jedná se o vyšší stromy, které se obvykle udržují ve výšce 2-3 m. Tato odrůda je plně mrazuvzdorná a snese teplotu až -34°C . (Anonym, 2016b)

4.2 Charakteristika Xtendu

Xtend je moderní obalový materiál od firmy StePac. Jedná se o obal, který po naplnění ovocem, zeleninou, či jinou potravinou upraví vnitřní atmosféru obalu a tím příznivě ovlivňuje skladovatelnost. Působením Xtendu se uvnitř obalu zpomaluje dýchání produktů, snižuje syntézu etylenu, zpomaluje stárnutí a rozklad potravin. Zabraňuje barevným změnám, zvyšuje poměr vitamínů A a C, přímo inhibuje růst patogenů a tím zabraňuje kažení. Xtend také upravuje koncentraci O_2 a CO_2 , vlhkost uvnitř obalu a teplotu. Tím předčil všechny ostatní komerčně používané obaly z polyetylenu, polypropylenu a polyvinylchloridu.



Obrázek č. 6: Skladování - Xtend
(Anonym, 2016c)



Obrázek č. 5: Skladování - ostatní obaly
(Anonym, 2016c)

4.3 Metodika práce

Pro praktickou část práce byly nasbírány plody švestky odrůdy Stanley. Sběr byl proveden 4. 9. 2015 v Rosicích. Plody byly senzoricke zhodnoceny a byl odebrán vzorek šťávy pro zjištění množství veškerých titrovatelných kyselin a rozpustné sušiny. Poté byly švestky rovnoměrně rozděleny do devíti skupin a popsány pro pozdější statistické zhodnocení. Švestky byly uloženy do tří typů skladovacích podmínek. Jedná se o volně uložené švestky v plastové nádobě, plody uložené v obalu z polyethylenu s vysokou hustotou a poslední skupina byla uložena do Xten-du. Poté byly švestky vloženy do chladničky a skladovány o teplotě 6°C. Každý druhý den byl stav plodů zdokumentován, popsán a plody byly zváženy i s obalem. Po skončení experimentu byly jednotlivé skupiny plodů opět zváženy a byly odebrány vzorky šťáv pro zjištění veškerých titrovatelných kyselin a rozpustné sušiny.

4.3.1 Hodnocení úbytku hmotnosti a vizuální stránky plodů

Hmotnost plodu byla vážena i s obalem na váhách s přesností na 1 g, výsledné hodnoty byly převedeny do tabulky a zpracovány. Při každém vážení byla provedena i dokumentace a vizuální zhodnocení zdravotního stavu plodů.

4.3.2 Stanovení rozpustné sušiny

Stanovení rozpustné sušiny provádíme pomocí Abbeho refraktometru. Vychází z indexu lomu světla v cukerném roztoku, čímž určuje koncentraci roztoku. Stupnice na refraktometru je kalibrována pro hmotnostní % sacharózy. Výsledek se vyjadřuje jako rozpustná sušina (RS) a jednotky jsou ° Rf. (Goliáš a Němcová, 2009).

Stanovení bylo provedeno na začátku skladování ze šťávy ze švestek. Švestka byla protlačena přes síto a výsledná šťáva byla použita na měření refrakce a stanovení obsahu veškerých titrovatelných kyselin. Nejdříve byl Abbeho refraktometr kalibrován destilovanou vodou, poté se na hranol refraktometru nanesla po celé jeho ploše šťáva. Hranol se uzavřel, refraktometr byl seřízen a z výsledků na stupnici byly vyhodnoceny výsledky refrakce.

4.3.3 Stanovení veškerých kyselin

Ke stanovení veškerých titrovatelných kyselin se využívá elektrochemická metoda zvaná potenciometrie. Tato metoda je zaměřená na měření rovnovážného napětí galvanického článku, který je sestaven z měrné a srovnávací elektrody. Využívá se toho, že potenciál měrné elektrody závisí na koncentraci roztoku a potenciál srovnávací je konstantní. Koncentraci sledovaného roztoku zjistíme rozdílem těchto dvou potenciálů. (Klouda, 2003)

Veškeré titrovatelné kyseliny jsou všechny kyseliny, které lze zjistit titračně. U roztoků se silným zbarvením lze využít potenciometrické indikace. Bodu ekvivalence je dosaženo při pH 8,1. (Goliáš a Němcová, 2009)

Vzorek byl získán protlačením plodu přes sítko, vzorek byl zvážen a naředěn destilovanou vodou, aby byla elektroda ponořena. Kádinka se vzorkem a míchadlem byla umístěna na elektromagnetickou míchačku, do kádinky byla ponořena elektroda a pH metr byl zapnut. Roztok byl titrován 0,1 M NaOH do bodu ekvivalence, tedy až do hodnoty pH 8,1. Spotřeba byla zaznamenána a pomocí vzorce byla vypočítána koncentrace. Pro výpočet se využil přepočítání na kyselinu jablečnou, protože ta ve švestkách převládá. (Goliáš a Němcová, 2009)

Vzorec pro výpočet koncentrace:

$$\text{TK \%} = \frac{a \cdot f \cdot 0,0067 \cdot 100}{n}$$

a=spotřeba 0,1 M NaOH v ml,

f=faktor 0,1 M NaOH

n=množství vzorku k titraci v ml.

4.3.4 Statistické vyhodnocení

Naměřené i vypočítané hodnoty byly zaneseny do tabulek v programu Excel 2007 a následně byla data statisticky zpracována v programu STATISTICA.

Pro zpracování hmotnostních úbytku byla použita statistika ANOVA a pro určení statisticky průkazných rozdílů Tukeyův test.

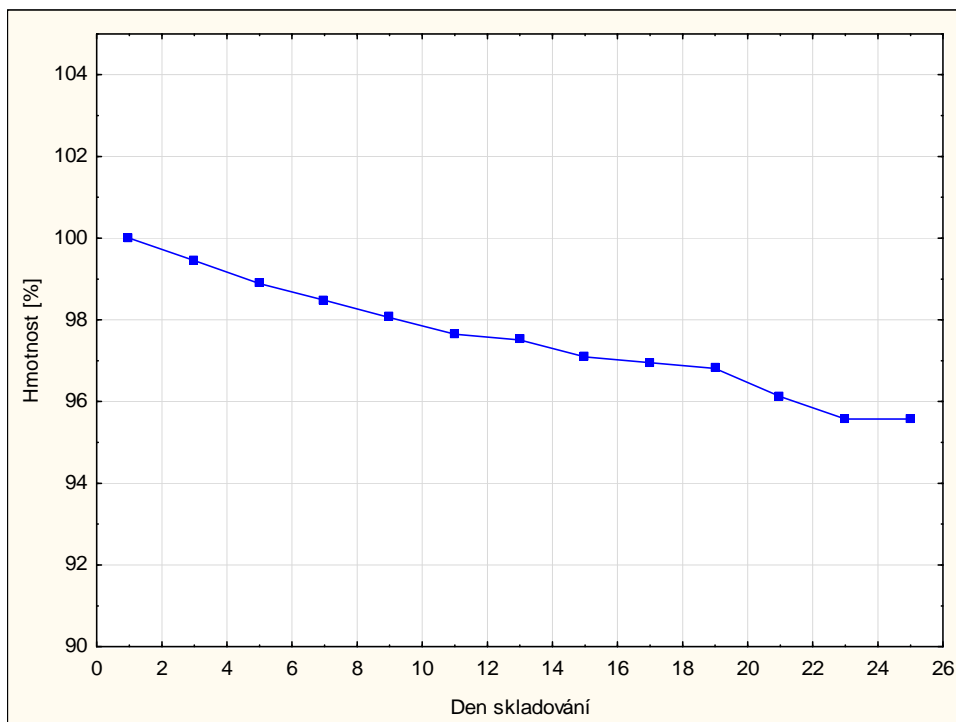
5 VÝSLEDKY

5.1 Hmotnostní úbytky

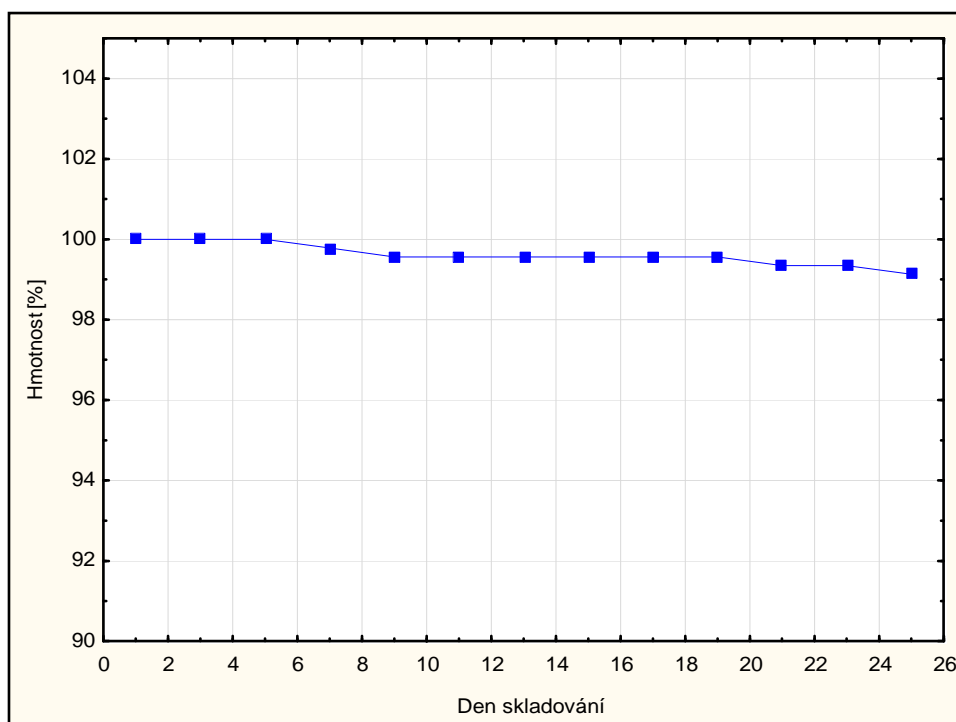
Cílem praktické části práce bylo odpovědět na otázku statistické průkaznosti vlivu použitého obalu na hmotnostní ztráty skladovaných plodů švestek. Hmotnost plodů v procentech po uplynutí doby skladování byla zpracována do tabulky č. 3. Vývoj úbytků hmotnosti v průběhu skladování je popsán v grafech 1, 2 a 3. Pokles hmotnosti byl u všech typů obalů v průběhu skladování rovnoměrný. Největší pokles hmotnosti byl zaznamenán u volně skladovaných švestek a to konkrétně o 4,43%. Nejmenší pokles byl zaznamenán u PE obalu - 0,87% a ztráty v Xtendu byly 1,93%.

Tabulka č. 3: Hmotnost plodů po uplynutí doby skladování

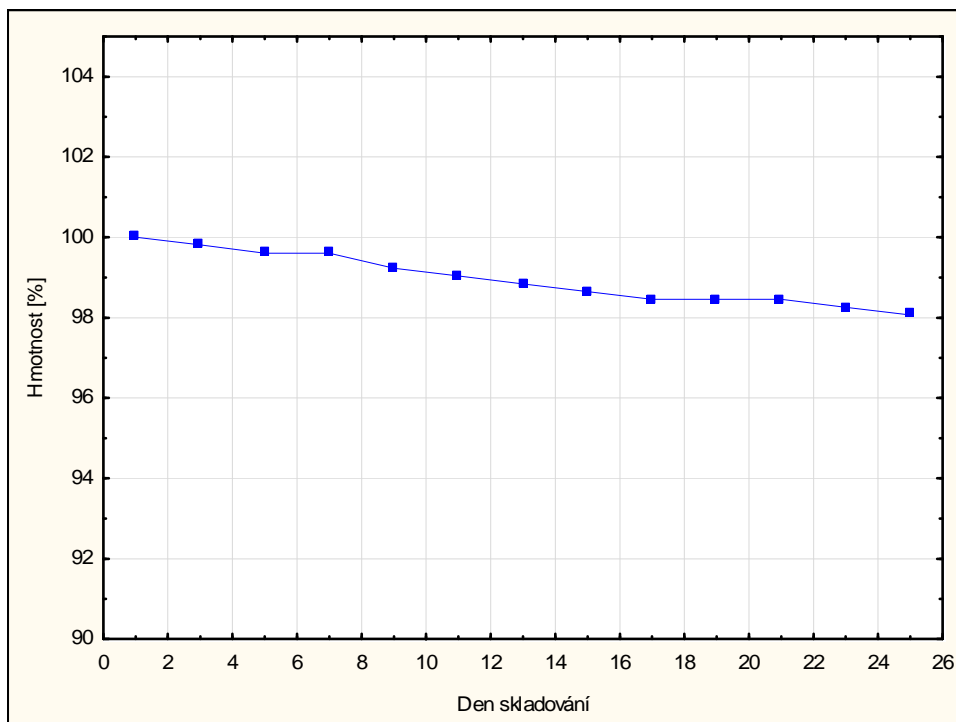
Typ skladování	Hmotnost [%]
volně	92,5
volně	89,74
volně	95,71
PE	98,78
PE	99,29
PE	93,33
Xtend	98,75
Xtend	97,78
Xtend	97,37



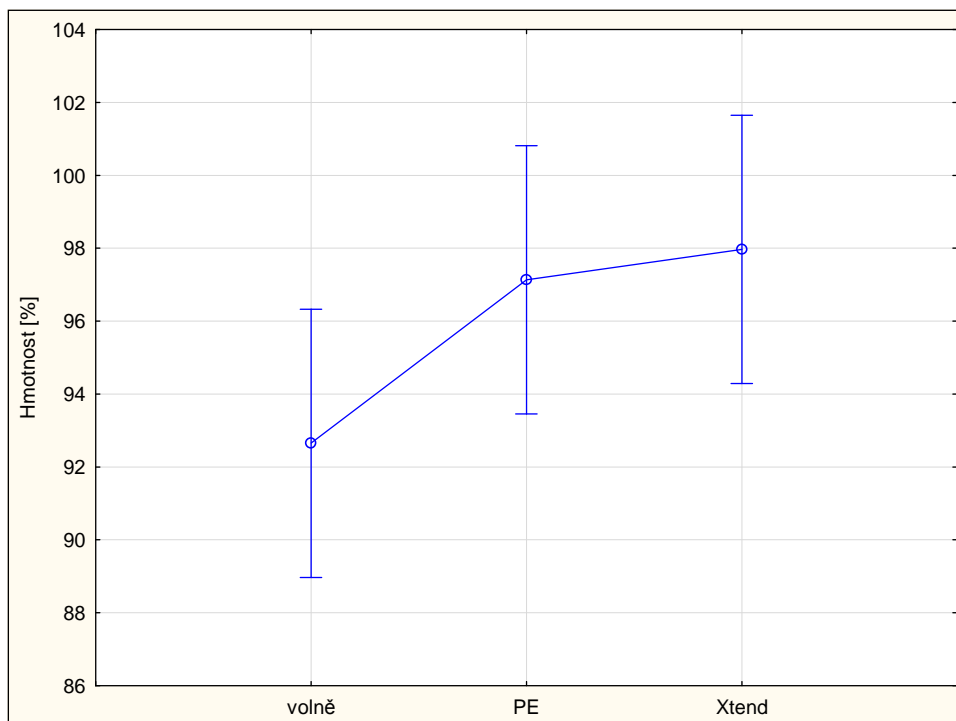
Graf č. 1: Hmotnostní úbytky volně skladovaných plodů švestek v průběhu skladování v závislosti na čase



Graf č. 2: Hmotnostní úbytky plodů švestek skladovaných v polyetylenovém obalu v průběhu skladování v závislosti na čase



Graf č. 3: Hmotnostní úbytky plodů švestek skladovaných v Xtendu v průběhu skladování v závislosti na čase



Graf č. 4: Vliv použitého obalu na hmotnostní ztráty švestek po uplynutí doby skladování

Uvedený graf č. 4 popisuje rozptyly hmotnostních ztrát u jednotlivých skupin plodů.

Tabulka č. 4 popisuje průkazné rozdíly mezi jednotlivými typy skladování, pro zpracování byl využit Tukeyův test. Vzhledem k tomu, že nebyl dokázán statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými typy skladování, je nutné experiment v budoucnosti zopakovat s vyšším počtem opakování. Průkaznost nebyla dokázána zřejmě kvůli jedné hodnotě, která se velmi lišila od ostatních, jelikož byla tato hodnota s jistotou naměřena správně, bylo rozhodnuto ji v tabulce nechat a počítat s ní.

Tabulka č. 4: Statisticky průkazné rozdíly mezi typy skladování

	Volně	PE	Xtend
Volně		0,168284	0,102149
PE	0,168284		0,920009
Xtend	0,102149	0,920009	

5.2 Množství rozpustné sušiny

Výsledek stanovení rozpustné sušiny na počátku skladování byl 16,3%, plody byly chuťově příjemné, méně sladké. Po uplynutí doby skladování měl vzorek švestek skladovaných volně refrakci 16,7%, tomu odpovídalo i senzorické hodnocení, plody byly ze všech hodnocených nejsladší. Refrakce vzorku z plodů skladovaných v polyetylenovém obalu byla 15,2% a v Xtendu 15,1%.

5.3 Veškeré kyseliny

Množství veškerých titrovatelných kyselin má také velký vliv na celkovou chuť plodů. Na počátku skladování by obsah kyselin ve vzorku 1,175%. Po skončení experimentu byly naměřeny hodnoty pro volně skladované plody 0,869%, pro plody skladované v PE obalu 0,776% a plody v Xtendu 0,819%.

5.4 Vizuální stránka, zdravotní stav plodů

Při vážení hmotnosti plodů, byl také hodnocen jejich zdravotní stav. Následující informace jsou pouze doplňující, protože byly hodnoceny jedním člověkem a proto se nejedná o informace statisticky průkazné. Po skončení experimentu byly informace o vývoji vizuální stránky plodů zpracovány do tabulek. Tabulka číslo 5 popisuje stav obalu během doby skladování, tabulka č. 6 stav plodů a č. 7 mikrobiální poškození plodů.

Tabulka č. 5: Stav obalu v průběhu skladování

Datum	Volně	PE	Xtend
4.9.	-	-	-
6.9.	-	-	-
8.9.	-	orosený	-
10.9.	-	orosený	částečně orosený
12.9.	-	mokrý	suchý
14.9.	-	mokrý	suchý
16.9.	-	mokrý	suchý
18.9.	-	mokrý	suchý
20.9.	-	mokrý	suchý
22.9.	-	mokrý	suchý
24.9.	-	mokrý	suchý
26.9.	-	mokrý	suchý

Označení „orosený“ značí kapky tekutiny na obalu. Pojmem „mokrý“ se rozumí větší objem tekutiny na spodu obalu.

Tabulka č. 6: Stav plodů v průběhu skladování

Datum	Volně	PE	Xtend
4.9.			
6.9.	-	-	-
8.9.	-	-	-
10.9.	-	orosené	-
12.9.	1 plod viditelně svráštělý	-	-
14.9.	1 plod viditelně svráštělý	-	-
16.9.	několik plodů viditelně měkkých, svráštělých	-	-
18.9.	několik plodů viditelně měkkých, svráštělých	-	-
20.9.	polovina plodů viditelně měkká	viditelně měkké	-
22.9.	viditelně měkké, scvrklé	viditelně měkké	viditelně změkklé
24.9.	viditelně měkké, svráštělé	viditelně měkké	viditelně změkklé
26.9.	nejměkkčí, svráštělé	měkké	měkké

Tabulka č. 7: Mikrobiální poškození v průběhu skladování

Datum	Volně	PE	Xtend
4.9.	-	-	-
6.9.	-	-	-
8.9.	-	-	1 plod plíseň
10.9.	-	1 plod plíseň	1 plod plíseň
12.9.	-	3 plody plíseň	1 plod plíseň
14.9.	-	3 plody plíseň	1 plod plíseň
16.9.	-	5 plodů plíseň	1 plod plíseň
18.9.	-	5 plodů plíseň	2 plody plíseň
20.9.	-	polovina plodů plíseň	2 plody plíseň
22.9.	-	polovina plodů plíseň	3 plody plíseň
24.9.	1 plod plíseň	většina plodů plíseň	3 plody plíseň
26.9.	2 plody plíseň	většina plodů plíseň	4 plody plíseň

Po skončení skladování byl při vizuálním zhodnocení mezi plody velký rozdíl, který popisují obrázky v příloze č. 1. Plody skladované v Xtendu byly, až na dva napadené plísní, vizuálně beze změny. Plody volně skladované byly nevzhledné, měkké a scvrklé. PE obal sice zachoval pevnost plodů o něco lépe, ale plody viditelně změkly a většina z nich byla napadena plísní.

6 DISKUZE

Z hmotnostních úbytků jednotlivých typů skladování bylo zjištěno, že volně skladované plody ztratily 4,43% své hmotnosti, plody skladované v PE obalu 0,87% a plody z Xtendu 1,93%. Tyto výsledky plně korespondují s vlastnostmi Xtendu prezentovanými firmou StePac. Jelikož Xtend propouští větší množství vodní páry než PE obal, musí být jeho hmotnostní úbytky vyšší. Tyto výsledky však nebyly shledány jako statisticky průkazné.

Vizuální a senzorické hodnocení plodů také poukázalo na Xtend jako na nejvhodnější. Tato skutečnost je zmíněna i v publikaci *Controlling humidity improves efficacy of modified atmosphere packaging od fruits and vegetables*, kde je popsán podobný experiment s několika druhy ovoce a zeleniny. Mezi zkoumanými druhy byla brokolice, cibule a pórek, ředkvičky, mrkev, fazole, jahody a nektarinky.

Ahoroni a spol. (2008) popisují srovnání skladování ovoce v Xtendu ve srovnání s jinými materiály. Z jejich výsledků také vyplývá, že je Xtend výhodný pro použití skladování různých typů ovoce a zeleniny, zejména pak druhů citlivých na nadměrnou vlhkost, nebo kondenzaci vody v obalu.

U zkoumaných jahod byl při použití MAP zjištěn snížený výskyt napadení plísněmi. Konkrétní procentuální výskyt kultur je v tabulce přílohy č. 3.

50% nektarinek bylo po 4 týdnech volného skladování viditelně poškozeno, zatímco u balených poškození činilo 0%. Více než 10% plodů skladovaných v PE obalu se rozpadalo a hnilo, zatímco u Xtendu to bylo pouhé 1%. Po šesti týdnech skladování bylo 70% ovoce skladovaného v Xtendu nejevilo známky poškození, u PE obalu to bylo více než 50 % takto poškozených plodů.

Co se týče hmotnostních úbytku, ty byly zkoumány převážně u zeleniny. Například u fazolí byl zaznamenán úbytek hmotnosti 11,3% u volně skladovaných, 1,5% u PE a 3,9% u plodu skladovaných v Xtendu.

Porat a spol. (2009) se zaměřil na podobný experiment s granátovými jablky. I jeho výsledky jsou pro Xtend příznivé, nejen že poukazuje na jeho pozitivní vlastnosti v rámci přenosových rychlostí vodní páry, ale zároveň vyzdvihuje vizuální rozdíly ve skladování. Stejně jako v mém experimentu, i granátová jablka skladovaná v Xtendu byla vizuálně zdravější a s minimálním mikrobiálním poškozením. Po 12 týdnech skladování byly hmotnostní úbytky volně skladovaných granátových jablek 12,3%, u plodů skladovaných v Xtendu to bylo pouhých 3,6%. Skvrnitost plodů byla hodnocena 29% u volně skladovaných a 6% u plodů skladovaných v Xtendu.

7 ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce byla zaměřena na dělení jednotlivých obalových materiálů s větším zaměřením na moderní obalové materiály. Věnovala se převážně popisu, rozdělení, historii a pozitivním a negativním vlastnostem jednotlivých typů obalů.

Současné obalové materiály již neslouží jen jako prostředek reklamy, nebo ochrana před mechanickým poškozením, jsou schopny prodloužit skladovatelnost potravin až o několik týdnů. Využívají různé technologie, díky kterým například upravují atmosféru uvnitř obalu, snižují vlhkost, množství etylenu, nebo působí antimikrobně. Toto odvětví se velmi rychle vyvíjí a zřejmě tomu tak bude i nadále, jelikož prodloužení skladovatelnosti potravin má mnoho pozitivních vlastností, například snížení odpadů, nebo nákladů na dopravu v důsledku menšího počtu dodávek.

V praktické části práce byla řešena problematika skladování švestek v různých typech obalů. Konkrétně se jednalo o odrůdu Stanley, která byla skladována volně, v polyetylenovém obalu a v moderním obalovém materiálu - Xtend. Hodnoceny byly hmotnostní úbytky, vizuální a senzorická stránka plodů, množství rozpustné sušiny a množství veškerých titrovatelných kyselin.

Již po prvních dnech skladování bylo viditelné, že Xtend propouští více vlhkosti. Úbytky hmotnosti byly sledované každý druhý den a i tyto výsledky odpovídaly předpokladu o vhodnosti Xtendu jako obalového materiálu. Po několika dnech se začaly na plodech objevovat známky mikrobiálního poškození a to opět přispělo k pozitivnímu hodnocení Xtendu. Po skončení skladování byly plody z Xtendu jednoznačně vizuálně lepší.

Obsah veškerých kyselin při skladování postupně klesá, protože jsou plodem spotřebovávány při dýchání. Obsah kyselin nejrapidněji klesl u plodů skladovaných v polyetylenovém sáčku, z počátečních 1,175% na 0,776%, což bylo způsobeno nízkou propustností kyslíku a oxidu uhličitého, a tím pádem vyšší spotřebou při dý-

chání. Plody skladované volně měly konečný obsah kyselin nejvyšší a to 0,869% . Střední hodnotu měl Xtend - 0,819%.

Refraktometrická sušina se mění v závislosti na dozrávání plodu. Při skladování volně bylo dozrávání nejrychlejší, a proto narostl obsah cukrů z 16,3% na 16,7%. Skladování plodů v obalu zpomaluje zrání a místo nárůstu obsah cukrů klesl díky dýchání plodu. Rozdíly mezi plody z PE obalu a Xtendu se lišily o pouhou desetinu procenta. V Xtendu se jednalo o 15,1% a PE 15,2%. Při sensorickém hodnocení se však plody skladované v Xtendu jevíly sladší.

S ohledem na všechny výsledky, byl jako nejvhodnější obal ke skladování švestek zvolen Xtend. Plody byly chutnější, vzhledové atraktivnější a s minimálním mikrobiálním poškozením. Výsledky experimentu však nebyly shledány jako statisticky průkazné a proto je nutné v budoucnu experiment zopakovat s větším počtem opakování, aby mohl být rozdíl mezi obaly statisticky dokázán.

8 Souhrn

Bakalářská práce na téma Obalové materiály prodlužující skladovatelnost ovoce se zabývá problematikou obalů a to převážně obalových materiálů používaných na balení potravin. Téma je řešeno v teoretické a praktické části. Teoretická část zahrnuje historii obalových materiálů, jejich dělení a možnosti prodloužení skladovatelnosti ovoce použitím moderních obalových materiálů. Praktická část se věnuje jednomu konkrétnímu obalovému materiálu, tím je Xtend, který porovnává skladovatelnost ovoce ve třech různých podmínkách se specifikací na obalový materiál.

Klíčová slova: balení potravin, skladování potravin, skladovatelnost ovoce

Resume

Bachelor thesis on the topic of Packaging materials supporting the shelf life of fruit is concern of problems packaging and mainly packaging materials which are used for food packaging. Topic is divided in theoretical and practical part. Theoretical part comprises history of packaging materials, describes individual resources for food packaging and the possibilities of prolonging the shelf life of fruits using modern packaging materials. Practical part is about one specific packaging material named Xtend. The experiment compares storing fruit in three different types of conditions mainly focused on packaging materials.

Key words: food packaging, food storage, fruit shelf life

9 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

Literární zdroje

AHARONI, N., RODOV, V., FALLIK, E., PORAT, R., PESIS, E. a S. LURIE. *Controlling humidity improves efficacy of modified atmosphere packaging of fruits and vegetables*. Acta Hort. 2008.

APPENDINI, P. a J. H. HOTCHKISS. *Review of antimicrobial food packaging*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2000.

ČURDA, D. *Balení potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury. 1982.

DAVIES, A.R. *Advances in Modified-Atmosphere Packaging, New Methods of Food Preservation*. Glasgow: Blackie. 1995.

EMBLEM, A. a H. EMBLEM. *Packaging technology: fundamentals, materials and processes*. 1. Vyd. Cambridge: Woodhead Publishing. 2012.

FIGGE, K. *Plastic packages for foodstuffs: a topical survey of legal regulations and migration testing*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 1996.

GOLIÁŠ, J. a A. NĚMCOVÁ. *Skladování a zpracování ovoce a zeleniny: (návody do cvičení)*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 2009.

HAN, J.H. *New technologies in food packaging*. In Hang, J.H. (Ed). *Innovations in Food Packaging*. Amsterdam: Elsevier. 2005.

KAČEŇÁK, I. *Základy balenia potravin*. 1. vyd. Bratislava: ARM 333. 2000.

KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. 2. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003.

KOHOUTKOVÁ, H. a M. KOMSOVÁ. *Dějepis na dlani*. 2. vyd. Olomouc: Rubico, 2007.

KUBÁSKOVÁ, L. *Od věku sloužím člověku: obaly potravin v historickém kontextu = I have served men for as long as one can remember : food packages in historical context*. 1. Vyd. Praha: Národní zemědělské muzeum. 2012.

METLITSKIJ, L. a A. DHOTE. *Controlled atmosphere storage of fruits*. Springfield: Dostupné z the U.S. Dept. of Commerce, National Technical Information Service. 1983.

Nové obaly a balení v potravinářském průmyslu: celostátní seminář. Praha: Dům techniky ČSVTS, 1989.

Packaging and packaging materials with special reference to the packaging of food. New York: United Nations, 1969, 7, 56 s. Food industry studies.

PARRY, R. *Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods*. 1. vyd. New York: Blackie Academic & Professional. 1993.

PORAT, R., WEISS, B., FUCHS, Y., SANDMAN, A., WARD, G., KOSTO, I. a AGAR, T. *Modified atmosphere / modified humidity packaging for preserving pomegranate fruit during prolonged storage and transport*. Acta Hortic. (2009).

TSAI, B.C. a J.A. WACHTEL. In: W. J. Koros, ed. *Barrier Polymers and Structures*. ACS Symposium Series No. 423, ACS, Washington, DC. 1990.

VELU, S., ABU BAKAR, F., MAHYUDIN, N.A., SAARI, N. a M.Z. ZAMAN, *International Food Research Journal: Effect of modified atmosphere packaging on microbial flora changes in fishery products*. 2013.

Patenty

COOK, J. M. *Flexible film wrapper*. US Patent 3,429,717. 25.2.1969.

SCHOLLE, W. R. *Multiple wall packaging material containing sulfite compound*.

US Patent 4,041,209. 9.8.1977.

Časopisy

AL-ALTI, T. a J.H. HOTCHKISS. *The role of packaging film permselectivity in modified atmosphere packaging. Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2003.

HAN, J. H. Antimicrobial food packaging. *Food Technology* 54(3). 2000.

HAN, J. H. *Design of antimicrobial packaging systems. Int. Rev. Food Science Technology.* 2003.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Povinné údaje na potravinách. dTest9/2012 .* 2012

MANGARAJ, S. a GOSWAMI, T. *Modified atmosphere packaging – An ideal food preservativ technice. Journal of Food Science and Technology* 46 (5). 2009.

PANTAZI, D., PAPAVERGOU, A., POURNIS, N., KONTOMINAS, M.G. a SAVVAIDIS, I.N. *Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish stored under various packaging conditions: microbiological, biochemical and sensory attributes. Food Microbiology* 25 (1). 2008.

SMITH, J. P., RAMASWAMY, H.S. a B.K. SIMPSON. *Developments in food packaging technology. Part II Storage aspects. Trends Food Science Technology.* 1990.

Elektronické zdroje

ANONYM, 2012: *Containers Bag-in-Box* [online], [cit. 2016-03-20]. Dostupné na: <http://technologia.com.ua/en/products/bag-in-box/>

ANONYM, 2014: *Ripe Sense* [online], [cit. 2016-03-21]. Dostupné na: <http://www.ripesense.co.nz/>

ANONYM, 2015: *Označování potravin* [online], [cit. 2016-01-23]. Dostupné na: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/kategorie/oznacovani-potravin.aspx>

ANONYM, 2016a: *Modified humidity* [online],[cit. 2016-03-24]. Dostupné na: <http://www.stepac.com/mh-modified-humidity>

ANONYM, 2016b: *Prunus domestica „Stanley“* [online], [cit. 2016-03-28]. Dostupné na: <http://www.havlis.cz/karta.php?kytkaid=602-Stanley>

ANONYM, 2016c: *Modified atmosphere packaging* [online],[cit. 2016-03-24]. Dostupné na: <http://www.stepac.com/ma-modified-atmosphere>

ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA, 2014a: *Denis Papin*. Encyklopedie online, [cit. 2016-02-12]. Dostupné na: <http://www.britannica.com/biography/Denis-Papin>.

ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA, 2014b: *Louis Pasteur*. Encyklopedie online, [cit. 2016-02-12]. Dostupné na: <http://www.britannica.com/biography/Louis-Pasteur>.

ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA, 2014c: *Nicolas Appert*. Encyklopedie online, [cit. 2016-02-12]. Dostupné na: <http://www.britannica.com/biography/Nicolas-Appert>.

LANGTHALER J., 2008: *Historie obalové techniky*. [cit. 2016-01-18]. Dostupné na: http://www.odbornaskola.cz/skripta/publ_04.htm.

LENFELD P., 2014: *Plasty a jejich zpracovatelské vlastnosti*. [cit. 2016-03-20]. Dostupné na: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm

MACHÁŇ J. 2008: *Technologie výroby kartonáže z vlnitých lepenek*. [cit. 201-02-15]. Dostupné na: http://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/obalov_technika_ii/kapitola05_technologie_vroby_karton_z_vl.pdf.

MACHÁŇ J. 2008a: *Obaly z papíru, kartónů a lepenek*. [cit. 2016-02-15]. Dostupné na: http://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/obalov_technika_ii/kapitola02_obaly_z_pkl.pdf

ŽIŽKOVÁ, J. 2008: Nové trendy v inteligentním balení. [cit. 2016-03-28]. Dostupné na:
http://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/odbornaskola/zizkova/nov_trendy_v_inteligentnm_baleni.pdf.

10 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Fotky plodů po 25. dnech skladování:



Obrázek č. 7 Volně skladované švestky



Obrázek č. 8: Plody skladované v PE obalu



Obrázek č. 9: Plody skladované v Xtendu

Příloha č. 2: Tabulka hmotností

Tabulka č. 8: Hmotnostní úbytky během skladování

den	Volně				PE				Xtend			
	A1 [g]	B1 [g]	C1 [g]	celek [g]	A2 [g]	B2 [g]	C2 [g]	celek [g]	A3 [g]	B3 [g]	C3 [g]	celek [g]
1.	160	156	140	722	164	141	150	462	160	180	152	518
3.				718				462				517
5.				714				462				516
7.				711				461				516
9.				708				460				514
11.				705				460				513
13.				704				460				512
15.				701				460				511
17.				700				460				510
19.				699				460				510
21.				694				459				510
23.				690				459				509
25.	148	140	134	690	162	140	140	458	158	176	148	508
úbytek [g]	12	16	6	32	2	1	10	4	2	4	4	10

Příloha č. 3: procentuální výskyt kultur ve skladovaných jahodách z experimentu popsaném v publikaci Controlling humidity improves efficacy of modified atmosphere packaging od fruits and vegetables.

Tabulka č. 9: Výskyt plísní u skladovaných jahod (Ahoroni a spol., 2008)

Odrůda	Typ obalu	Výskyt <i>Botrytis</i> [%]	Výskyt <i>Rhizopus</i> [%]	Výskyt plísní celkem [%]
Oso Grande	PE	45	1,7	45,7
	Xtend	0	13,3	13,3
Sharon	PE	73	5,6	78,6
	Xtend	7,7	4,4	12,1