

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY**

**EKOLOGICKY PŘIJATELNÉ TISKOVÉ BARVY PRO
POTISK OBALŮ POTRAVIN**

Petra Dobrovičová

Bakalářská práce

2013

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF GRAPHIC AND PHOTOPHYSICS

**ECOLOGICALLY ACCEPTABLE INKS FOR PRINTING
FOOD PACKAGING**

Petra Dobrovičová

Bachelor Thesis

2013

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární parametry a informace, které jsem v práci užíla, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněná ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 8. 7. 2013

Petra Dobrovičová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala rodičům a příteli za podporu při studiu. Dále všem kantorům, kteří mi dopomohli cennými radami i zkušenostmi k tvorbě mé závěrečné práce.

ANOTACE

Předmětem bakalářské práce je potisk potravinářských obalů. Problematika s výběrem barvy a výběrem obalového materiálu, jejich výrobou a zacházení s nimi, je umírněna nespočetnými vyhláškami a nařízeními, které se při jejich manipulaci striktně dodržují. Pravidla musí být dodržena vzhledem k zachování funkčnosti potravinářských obalů a zároveň nezávadnosti vůči balené potravine.

Experimentální část se zaměřuje na biodegradabilní barvu firmy Sun Chemical. Zkoumal se vliv UV záření na její stabilitu a také byla měřena její stabilita vůči oděru. Obě vlastnosti se měřily pro srovnání výsledků i na běžně používané flexotiskové barvě.

Klíčová slova: migrace, biodegradace, nízkomigrační barvy, ekologie

ANNOTATION

The subject of thesis is printing food packaging. The problems of ink selection and choice of packaging material, their production and handling with them, is moderate a lot by innumerable decrees and regulations, which are strictly used during the manipulation with them. The rules must be observed due to the maintaining of the functionality of food packaging as well as to the safety of food packaging.

The experimental part focuses on biodegradable ink of the company called Sun Chemical. There was examined the effect of UV radiation on its stability and there was also measured its stability towards attrition. Both these properties were also measured on the commonly used flexographic ink for comparison of the results.

Key words: migration, biodegradation, low-migration inks, ecology

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1. Tiskové barvy	9
2.1.1. Složení tiskových barev	9
2.1.2. Rozdělení tiskových barev	11
2.1.3. Flexotiskové barvy	12
2.1.4. Ofsetové barvy	15
2.2. Potisk obalů potravin	16
2.2.1. Ekologické barvy	16
2.2.2. Nízkomigrační barvy	17
2.2.3. Nízkomigrační laky	19
2.2.4. Migrace nežádoucích látek	20
2.2.4.1. Migrace z kartonových obalů	20
2.2.4.2. Problémové složky podléhající migraci	21
2.2.4.3. Omezení migrace	21
2.3. Balení potravin	22
2.3.1. Obalové materiály	23
2.3.1.1. Rozdělení obalových materiálů	23
2.3.2. Lepidla	24
2.3.3. Recyklace obalu	25
2.3.4. Biodegradace	27
2.3.5. Trendy v obalovém průmyslu	27
2.4. Normy	28
2.4.1. Rozdělení norem	28
2.4.1.1. Nová právní úprava	28
2.4.1.2. Právní předpisy týkající se specifických materiálů	28
2.4.1.3. Právní předpisy týkající se konkrétních látek	30
2.4.1.4. Obecné předpisy	30
2.4.1.5. Právní předpisy týkající se obalů a odpadů	31
2.5. Seznam firem uvádějících na trh barvy a laky pro potisk potravinářských obalů	32
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	33
3.1. Příprava nátisků	33
3.2. Testy odolnosti tisku vůči UV záření a odolnosti vůči oděru	35
3.2.1. UV testy	35
3.2.2. Test odolnosti tisku proti oděru	40
4. ZÁVĚR	43
Souhrn literatury	44
Seznam použitých zkratk	47
Příloha I.	48

1. ÚVOD

Každý den se člověk setkává s potravinami a jejich obaly. Potravina balená do obalu (ať už plastového, papírového nebo skleněného) by měla vydržet po celou dobu své životnosti svěží a ve stavu, v jakém byla zabalena a zakoupena. Obaly tedy slouží k ochraně dané potraviny. Z estetického a informativního hlediska je třeba obaly potiskovat. Tiskové barvy ale musí být speciálně upravovány a vyráběny, protože obsahují spoustu látek, které by mohly přes obal migrovat do potraviny. Kontaminovaná potravina by pak mohla uškodit lidskému zdraví.

V rámci EU existuje řada společností, které se snaží o to, aby k takovým věcem nedocházelo. Předcházení komplikací spočívá v kontrole a zkoumání veškerých materiálů, které mají přijít do styku s potravinami. Snaží se tedy, aby se nežádoucí vlivy na znehodnocení potravin co nejvíce omezily. Takovými společnostmi jsou například:

FSMS (Food Security Monitoring Systém) = systém řízení bezpečnosti potravin

- Definiuje soubor obecných požadavků na bezpečnost potravin, které se vztahují na všechny organizace v potravinovém řetězci.

EFSA (European Food Safety Authority) = Evropský úřad pro bezpečnost potravin

- Je úřadem Evropské unie zodpovědným za hodnocení rizik v oblasti bezpečnosti potravin.

EMAS (Eco-Management and AuditScheme) = systém ekologického řízení a auditu

- Umožňuje organizacím posoudit, řídit a neustále zlepšovat své životní prostředí.

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) = systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů ve výrobě potravin

- Stanovují se zde kritické body, u kterých dochází k chybě ohrožující nezávadnost potravin.

EuPia (European Printing Ink Association) = Evropský svaz výrobců tiskových barev

- Klade důraz na obaly potravin a na ochranu spotřebitele. Má spoustu členů, které se zavazují dodržováním závazků týkajících se výrobou a dodáním barev pro potravinářské obaly.

GFSI (Global Food Safety Initiative) = globální iniciativa pro bezpečnost potravin

- Tento systém certifikuje ostatní systémy, které řídí bezpečnost potravin. Zajišťuje tedy důvěru při poskytování bezpečnostních potravin pro spotřebitele. [1]

Rizika, která mohou u potravin nastat, jsou kontrolována vytvářením legislativ. Jejich dodržování je přísně kontrolováno státními orgány.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. TISKOVÉ BARVY

Tiskové barvy jsou disperzní soustavy, které obsahují jako základní složky pojivo, rozpouštědla, koloranty a aditiva (speciální přísady upravující vlastnosti barev). Pokud jde o klasické techniky, přenáší se barva z tiskové formy na potiskovaný materiál, u digitálního tisku je princip přenosu odlišný. Požadavkem na tiskovou barvu je, aby byla kompatibilní s potiskovaným materiálem a aby po zaschnutí utvořila pevný film, který bude po celou dobu životnosti tiskoviny neměnný a trvanlivý.

Důležitými vlastnostmi tiskových barev jsou především viskozita, lepivost, povrchové napětí, adheze, světlostálost a odolnost proti oděru. Vlastnosti jsou vzhledem ke každé zvolené technice odlišné. Stejně tak každý potiskovaný materiál vyžaduje barvy jiných vlastností pro dokonalé přichycení na jeho povrchu. U potisku obalových materiálů je dále kladen důraz na nezávadnost tiskových barev (tedy změna v jejich dosavadním složení). [2]

2.1.1. Složení tiskových barev

Složení barev pro klasické techniky a digitální tisk se od sebe liší. Základními složkami barev pro klasické tiskové techniky jsou barevné pigmenty, pojivo (jejichž základem jsou filmotvorné látky), rozpouštědla a mnoho různých aditiv. Barvy pro digitální tisk se liší jak složením, tak i způsobem zasychání a dělí se na tzv. tonery a inkousty.

Barvy pro klasické tiskové techniky:

Aby tisková barva byla schopna přenést informaci z tiskové formy na potiskovaný materiál, musí být dobře viditelná, k tomu dopomáhají **koloranty**. Jsou to látky, které jsou schopné dopadající světlo absorbovat, propouštět nebo odrážet. Lidské oko je schopno vnímat světlo odražené. Barevná složka barev obsahuje pigmenty nebo barviva (popřípadě i jejich kombinace). Pigmenty v pojivovém systému rozpustné nejsou, zatímco barviva ano. Jak pigmenty, tak barviva určují barevnost a opacitu (míra neprůhlednosti) tiskových barev. Barvivo má jasnější barvy než pigment, ale malou světlostálost, která určuje stabilitu barevného vjemu po celou dobu života tiskoviny. Barviva mají také větší míru transparence a podstatně nižší kryvost, což je schopnost tiskové barvy zakrýt nesrovnalosti podkladu. Nerozpustné pigmenty jsou organického i anorganického původu. Dnes se preferují organické pigmenty před anorganickými. Dodávají tiskovým barvám lepší tiskové vlastnosti, jejich částice mají živější a čistší odstín. [2]

Další složkou barev jsou **filmotvorné látky**. Jsou součástí pojiva, které jako nosič dispergovaných pigmentů zabezpečuje přenos barvy na potiskovaný materiál a pomáhá k jejímu zachycení na povrchu. Tam vytvoří pružný film, který chrání pigmenty před mechanickým poškozením. Pro výrobu filmotvorných látek se dnes používají především vysychavé oleje (=estery glycerolu) a polovysychavé rostlinné oleje (to je hlavně lněný či sojový olej), dále pak tvrdé pryskyřice (nejčastěji kalafuna), kaučuk, celulóza, asfalty, smoly a jantar. Estery glycerolu se upravují lisováním a extrakcí olejů z plodů či semen. Kalafuna je charakterem přírodní pryskyřice, dnes se ale stále více nahrazuje syntetickými pryskyřicemi, například kumaronovou, alkydovou, epoxidovou a dalšími. Mají širší využití, mohou se tedy použít do všech typů tiskových barev.

Velkou část barev, zhruba 30-65 %, tvoří **rozpouštědla**. Jako organická rozpouštědla používáme alifatické a aromatické uhlovodíky, alkoholy, ketony a jiné. Při používání alifatických uhlovodíků je nutné dbát zvýšené bezpečnosti. Vyskytují se především v ofsetových a knihtiskových barvách, tedy ve vysokoviskózních barvách. Kdežto aromatické uhlovodíky, jako je toluen nebo xylen, bývají součástí nízkoviskózních hlubotiskových a flexotiskových barev a to proto, že jsou dostatečně těkavé, což je velmi důležité pro mechanismus schnutí těchto tiskových technik. I zde je ovšem třeba dávat pozor na bezpečnost. [2] Toluén je omamná látka, která může člověku při delším pobytu v nevětraném prostředí způsobit narušení centrální nervové soustavy až smrt. Xylen je ještě agresivnější. Dnes je snaha nahradit tyto aromatické uhlovodíky méně škodlivými látkami. Dále jako rozpouštědlo se může využívat voda, která je podle ekologické a toxikologické stránky zcela přijatelnější rozpouštědlo. Má však omezené rozpouštěcí schopnosti. [2]

Samotné rozpouštědlo musí mít dostatečnou schopnost rozpustit dané pojivo i ostatní prvky obsažené v barvě a poté musí beze zbytku a pokud možno rychle vytékat. Těkavost by měla být v souladu s mechanismem schnutí dané tiskové techniky. Další požadavky na rozpouštědla jsou takové, že nesmějí poškodit tiskové formy, potahy ofsetových válců nebo sítotiskové těrky. Dále by se pak mělo dbát na hygienu, toxikologii a hlavně bezpečnost práce při manipulaci s danými druhy rozpouštědel. [2]

Poslední neméně důležitou součástí tiskových barev jsou **aditiva**. Patří sem přírodní i syntetické vosky, které napomáhají k lepší odolnosti vůči oděru. Dále pak antioxidanty, které brání zasychání barev při jejich delším skladování. Tenzidy, které slouží jako emulgátory nebo smáčedla. K dalším přísadám patří sušidla, plastifikátory, zvláčňovadla, biocidy, látky proti prášení nebo proti pění barvy, dále látky upravující reologické vlastnosti a další. Hlavním úkolem aditiv je zlepšení vlastností tiskových barev. [2]

Barvy pro digitální tisk:

Častěji se využívají tonery (například v elektografii, magnetografii, ionografii), které se dělí na práškové a kapalné. Práškové tonery jsou tvořeny pojivem, pigmenty a příměsími. Pojivo zastupuje značnou část z celkového množství toneru, tedy 80-90 % a pigmenty pak 5-15 %. Kromě různých příměsí, které ovlivňují velikost náboje, mohou tonery obsahovat pro zlepšení kvality i aditiva. Pojivem je obvykle kopolymer polystyren-methakrylát. Veškeré složky toneru jsou mlety na částice určité požadované velikosti. Kapalné tonery obsahují pigmenty, které jsou spolu s aditivou a některými polymery dispergované v elektricky nevodivé kapalině.

Dále pak digitální tisk využívá inkousty (jako např.: injektový tisk), které mohou být jak nízkoviskózní, tak i tuhé. Jejich barvotvornou složkou mohou být pigmenty, barviva i jejich kombinace. Inkousty s obsahem barviv mají menší kryvost, menší světlostálost a nižší odolnost proti oděru. Jejich kapalným prostředím je voda. Zatímco u inkoustů, které využívají pigmenty, je nosnou kapalinou nejen voda, ale může to být i olej, organické rozpouštědlo nebo monomery. Jsou také odolnější proti UV záření, mají větší kryvost ale zároveň menší barevný gamut. [2]

2.1.2. Rozdělení tiskových barev

PODLE ZPŮSOBU ZASYCHÁNÍ:

Barvy mohou zasychat několika různými způsoby. Mechanismus schnutí (či vytvrzování) určuje zejména složení tiskových barev, tisková technika, rychlost tisku a vlastnosti potiskovaného materiálu. V případě potřeby se může schnutí tiskové barvy urychlit sušícím systémem. [4]

Fyzikální způsob zasychání:

Schnutí odpařováním – horkým vzduchem, nebo pomocí infračerveného záření se odpařují organická těkavá rozpouštědla nebo voda. [2] Odpařením rozpouštědla zasychají nejen flexotiskové a hlubotiskové barvy, ale také heatsetové barvy obsahující minerální oleje, které se používají na kotoučový tisk časopisů. Schnutí lze urychlit zvýšenou teplotou.

Schnutí penetrací – převážná část rozpouštědel se vsákne do papíru už během několika sekund po tisku. [2] Na povrchu zůstává pak filmotvorná látka s pigmentem. Dá se tedy říci, že tento proces zasychání je poměrně rychlý. Vyskytuje se zvláště u ofsetového tisku, kde barva s neprchavými rozpouštědly penetruje do svého a pórovitého potiskovaného materiálu. Používá se také u novinové produkce při tisku technikami flexotisk a knihtisk. [4] Rychlost penetrace je tedy ovlivněna strukturou papíru. [2]

Chemický způsob zasychání:

Schnutí oxypolymerizací – vzdušný kyslík, který má zde funkci jako katalyzátor, [3] reaguje s methylovými skupinami, následně vznikne peroxid, který se rozpadne na radikály. Radikály iniciují polymerizaci (=řetězovou reakci) dalších molekul. Proces schnutí lze urychlit infračerveným zářením. [2] Do značné míry má velký vliv pH, je-li překročena hodnota $\text{pH} > 4$, je doba schnutí nepředvídatelná, popřípadě barva už vůbec nemusí zaschnout. [4] Vhodné pro natírané materiály, jako jsou například polymerní fólie.

Vytvrzování EB a UV zářením – u UV vytvrzování mohou nastat dva případy, jak může dojít k polymerizaci. Jedním z nich je, že iniciátory absorbují UV záření za vzniku radikálů, které jsou schopné zahájit polymerizaci. V dalším případě dochází k reakci aktivovaných molekul iniciátoru s tzv. koiniciátory nebo aktivátory za vzniku radikálů nebo iontů. Polymerizace se tedy dělí na radikálové nebo iontové. Z iontových polymerizací se v polygrafii uplatňují hlavně kationové.

U EB vytvrzování není třeba žádného iniciátoru, který by se rozpadl na radikál. Ke vzniku reaktivních částic a vyvolání polymerizace stačí vysoká kinetická energie elektronů. Pomocí EB lze vytvrzovat i silnější vrstvy. Jak UV tak i EB vytvrzování je velmi rychlé a lze vytvrdit i větší nános barvy. [2]

PODLE TISKOVÉ TECHNIKY:

Každá tisková technika má určité požadavky na tiskovou barvu, vzhledem k tomu, jaký typ potiskovaného materiálu použije. Proto se barvy dělí do 5 základních skupin: ofsetové, knihtiskové, flexotiskové, hlubotiskové a sítotiskové. Každá z technik má specifickou tloušťku nánosu tiskové barvy, což je uvedeno níže v tabulce.

Vyskytují se i další techniky, jako je tampónový tisk a digitální tisk, do kterého se řadí injektový tisk, elektrografie, ionografie, magnetografie, elektrostatický tisk, termografie, elkografie a další. [2]

Tabulka č. 1 – Tiskové techniky a jejich tloušťka nánosu barvy [4]

Ofset	0,7 - 2,5 μm
Knihtisk	1,0 - 4,0 μm
Flexotisk	2,0 – 4,0 μm
Hlubotisk	0,2 – 15 μm
Sítotisk	8 – 30 μm (i více)

Ofsetové barvy – jejich nanosená vrstva je ze všech tiskových technik nejtenčí, musí tedy obsahovat více barvotvorných složek. Barva je pastózní, pseudoplastická a tixotropní. Složky obsažené v barvě by neměly být moc těkavé při zvýšené teplotě, aby barva nezasychala v barevníku. Dále se ofsetové barvy mohou dělit podle toho, zda se jedná o tisk s vlhčením nebo bez vlhčení, coldset, heatset, archový nebo kotoučový tisk.

Knihtiskové barvy – jsou rovněž pastózní a tixotropní. Barva musí být zcela přizpůsobena rychlosti tisku a vysokému tlaku. Vzhledem k malé tloušťce nánosu barvy je třeba, aby knihtiskové barvy měly vysokou barevnou vydatnost, jako je tomu i u ofsetových barev.

Flexotiskové barvy – viskozita je podstatně nižší než u předešlých dvou druhů tiskových barev a to proto, že se musí barva rychle dostávat do jamek aniloxového válce a následně rychle z nich ven za plné rychlosti tisku. Dělí se na vodou ředitelné, rozpouštědlové a UV.

Hlubotiskové barvy – i zde je nutné mít nízkoviskózní barvy vzhledem k tomu, že tisková deska u hlubotisku obsahuje spoustu jamek, které musí barva rovněž dokonale naplnit i vyprázdnit za rychlého chodu stroje. Také obsahují těkavá rozpouštědla, protože musí rychle schnout při tisku suchá do suché.

Sítotiskové barvy – jsou nejvíce viskózní (až 10krát) než kterákoli jiná tisková barva. Vykazují tixotropní vlastnosti. Obsahuje velké množství rozpouštědel, nesmějí být však těkavá, protože při otevřeném tisku by docházelo k rychlému schnutí na sítu, což by bylo nežádoucí. [2]

2.1.3. Flexotiskové barvy

Potisk potravinářských obalů se dnes realizuje především flexotiskem a ofsetovým tiskem.

Aby se mohla správně zvolit barva pro každou z technik, je třeba znát princip dané tiskové techniky.

U flexotisku jde o tisk z výšky. Tisková forma je pružná a měkká. Při tisku se využívá aniloxový válec, který se namáčí v barevníku a svými jamkami nabírá barvu a přenáší ji na formový válec, na kterém je upnuta tisková forma. Proto se používá nízkoviskózní barva, která rychle zaplní jamky aniloxového válce a snadno se přenesou na tisková místa tiskové formy. [2] Složení je stejné jako u ostatních tiskových barev. Organické sloučeniny nebo voda zastupují funkci rozpouštědla. Ve flexotiskové barvě to činí 60-70 % z celkového množství komponentů. Pojiva, která zastupují zhruba 20% množství barvy, jsou zejména přírodní a syntetické pryskyřice. Dále barva obsahuje organické nebo anorganické pigmenty. Obsah organických pigmentů je podstatně nižší, jde tu o cca 10-18 %, kdežto anorganické pigmenty se vyskytují v hojnějším procentuálním zastoupení, cca 30-45 %. Poslední složkou barvy jsou aditiva. Jedná se o malé množství, jsou však velmi důležitá. Vyskytují se zde hlavně vosky, zvláčňovadla, přípravky zabraňující sedimentaci, dále dispergační činidla a další. Jedná-li se o vodou ředitelné barvy, použijeme jako aditivum odpeňovače, fungicidy, antibakteriální přípravky, zásaditá činidla a další. [17]

Flexotiskové barvy se dělí na rozpouštědlové, UV barvy, dvousložkové a vodou ředitelné.

Rozpouštědlové barvy (nebo-li lihové) mají vysoký lesk, dobrou odolnost proti mechanickým vnějším vlivům, jsou vhodné pro potisk savých materiálů. Jsou rozpustné organickými rozpouštědly (například ethanolem). Pojivem bývá často nitrocelulóza v kombinaci s tvrdými pryskyřicemi nebo rozpustné polyamidy v alkoholu. [2] Jejich proces zasychání je vratný, tzn., že zaschlou barvu lze rozpustit danými rozpouštědly. Je tedy možné tuto barvu bez problému vymýt z tiskových válců, kdežto vodou ředitelné barvy nikoli. Zaschlou barvu nelze zpět rozpustit, jako je tomu u rozpouštědlových barev. Jakmile tedy barva zaschne na tiskových válcích, je velmi obtížné ji odstranit. [17] Je-li potřeba prodloužit dobu schnutí u lihových barev, použije se methoxypropanol nebo ethoxypropanol (až 20 %), kdežto u zrychlení schnutí se použije ethylacetát v přídatku do 10 %. [18]

Vodové barvy lze ředit vodou a jako pomocné rozpouštědlo se používá alkohol. Jsou vhodné pro potisk savých materiálů. U vodou ředitelných barev se zrychlení schnutí koriguje přídatkem ethanolu (do 5 %), kterým se nahrazuje část vody na ředění. Methoxypropanol zase zpomaluje schnutí. Maximální množství činí 10 %. Mají větší tendenci k pění, je nutné proto používat odpěňovače. Napěněná barva přitom ztrácí tekutost, nabývá na objemu, ucpává odtok z barevníku, což může vést až k jeho přetečení. Práce s takovouto barvou je nekvalitní. [18]

Dvousložková barva se nazývá proto, že těsně před jejím použitím se do barvy přimíchá tužidlo, které zajistí „ztuhnutí“ barevného filmu na potiskovaném substrátu. Životnost namíchané směsi má ale svou omezenou životnost, tudíž ji nelze připravovat předem. Dvousložkové barvy vykazují dobré vlastnosti, co se týče odolnosti proti otěru, mají vysokou kryvost (krycí schopnosti), lesk a hlavně se dá těmito barvami potisknout materiál, který jednosložkovými barvami potisknout nelze. Dnes se tento typ barev vyskytuje ojediněle.

Poslední skupinou flexotiskových barev jsou *UV barvy*, které zasychají pomocí UV zářiče, který dopomáhá k jejímu vytvrzení. Mají největší podíl sušiny. Jsou vhodné pro potisk nesavých materiálů. Protože neobsahují žádná rozpouštědla, jsou ekologicky přijatelnější. Není potřeba je ani ředit, tím odpadají případné problémy, jako tomu bylo u ředitelových barev. Má výbornou odolnost vůči oděru i vysokým teplotám, a je-li barva dostatečně vytvrzená, ztrácí svůj zápach. [17]

Rozdělení barev je rozsáhlé a to hlavně z toho důvodu, že nelze vyrobit jednu univerzální barvu pro každou z technik, protože se tiskne na různé materiály, které mají jiné vlastnosti a požadavky. Univerzální barva by byla pouhým kompromisem pro všechny druhy potiskovaných materiálů, což je nedostačující, hlavně jedná-li se o potisk potravinářských obalů. Obalový průmysl je rozmanitý co do počtu druhů obalových materiálů a každým rokem se zvyšují nároky na jejich bezpečnost, kvalitu a estetičnost. Je proto důležité správně rozdělit jednotlivé tiskové barvy vhodné k potisku jednotlivých potiskovaných materiálů. V tabulce je uvedeno pár příkladů obalových materiálů a k nim jsou přiřazeny flexotiskové barvy, které jsou pro ně nejvhodnější.

Tabulka č. 2 - Flexotiskové barvy pro potisk různých materiálů [17]

OBALOVÝ MATERIÁL	FLEXOTISKOVÁ BARVA	POZNÁMKA
papír, lepenka, skládačkové a vlnité lepenky	barvy na vodní bázi (barvy, které neobsahující žádná org. rozpouštědla, a které mají menší podíl sušiny => nemají tendenci zůstat na povrchu)	tiskárny běžně tisknoucí na plastové fólie, na papír používají lihové barvy, protože častá zaměna rozpouštědlových a vodových barev tiskovému stroji neprospívá
celofán	prakticky všechny druhy flexotiskových barev	dnes se již moc nepotiskuje
fólie polyethylenové, polypropylenové a lakované akrylátovým a PVC lakem	barvy na bázi organických rozpouštědel	pro tyto fólie byly vyvinuty speciálně vodou ředitelné barvy, ale přednost se dává spíše rozpouštědlovým, díky jejich snadnějšímu použití
polyamidové fólie	dvousložkové barvy	
PET fólie		pro potisk jsou náročné, je nutné jejich povrch opatřit primerem (=oddělovací lak)
metalické neboli hliníkové fólie	barvy na bázi organických rozpouštědel	opět je nutné metalickou fólii opatřit primerem, je totiž vyráběna kalandrováním kde dochází k znečištění fólie minerálními oleji

Aby se mohla správně určit, která barva je vhodná na jaký obalový materiál, je třeba zohlednit jisté důležité parametry, jako je viskozita, přilnavost (adheze), rychlost zasychání, odolnost proti oděru, lesk i barevný odstín. Je potřeba, aby flexotisková barva byla více koncentrovaná z hlediska přesnosti tisku malých detailů. Dnes je kladen velký důraz na kvalitu tištěného obrazu na obalu potravin. Přilnavost (tedy adheze) nám charakterizuje ukotvení barevného filmu na potiskovaném materiálu. Velký vliv na to mají ředidla, pojivo i aditiva. [18] Rychlost zasychání je také ovlivněna parametry, jako například vlastnost potiskovaného materiálu (savý, nesavý, pórovitý, hladký, ...), rychlost tisku, výkon sušící jednotky nebo samotná tisková barva. Pro urychlení schnutí lze barvu ředit, ovšem za předpokladu, že se nezhorší viskozita a přilnavost, protože naředění barvy ovlivňuje jejich parametry. [17] Vysokým naředěním barvy dojde ke zhoršení přilnavosti, protože velké množství ředidel způsobí ztrátu vlastností filmotvorných látek a aditiv (vzhledem k celkovému množství naředěné barvy jejich počet klesá), a nedosáhne se dostatečného přichycení barvy na povrchu potiskovaného materiálu. To zapříčiní také ztrátu lesku a zároveň i ztrátu odolnosti proti oděru, protože pigmenty nebudou dostatečně chráněny pojivem. Nelze dosáhnout jakéhokoli odstínu při zachování všech požadovaných vlastností. Barevnost je tedy omezená. [18]

2.1.4. Ofsetové barvy

Ofsetový tisk je forma tisku, označovaná jako tisk z plochy. To znamená, že na tiskové formě nejsou žádná vyvýšená tisková místa. Tisknouce i netisknouce místa jsou ve „stejně rovině“ (ve skutečnosti je jejich výškový rozdíl zhruba 2-3 μm , tudíž je to tak nepatrné, že se hovoří o tisku z plochy). Jediné, co je odlišuje, jsou jejich rozdílné fyzikálně chemické vlastnosti. Jedná se o schopnost přijímat a odpuzovat tiskovou barvu. Ofset je technika využívající vlhčení. Olejovitá tisková barva na hydrofilní netisknouce místa nepřilne, protože tato místa jsou upravená tak, že přednostně přijímají vlhčící roztok i za přítomnosti barvy. Tisková místa mají tuto vlastnost naopak. Barvu přitahují a naopak vodu odpuzují, jsou tedy hydrofóbní. Při této technice není vůbec důležité, zda jsou tisknouce místa vyvýšená nebo zahloubená, důležitá je schopnost tisknoucích míst přijímat a přenášet tiskovou barvu za přítomnosti vlhčícího roztoku. [19]

Existuje i suchý, neboli bezvodý ofset, kde není zapotřebí vlhčícího roztoku. Tisknouce a netisknouce místa fungují na principu vzájemného odpuzování barvy a vlhčícího roztoku. Jedná se zde o odlišné povrchové vlastnosti obou z tiskových prvků. Na tiskové desce je nanášena krycí silikonová vrstva, která tvoří netisknouce místa. U pozitivně pracujících desek se osvětlená místa zesílí, u negativních desek naopak oslabí. V CtP se osvětlem silikonová vrstva odstraní a obnaží polyester, který přijme tiskovou barvu. [2]

Ofsetové barvy lze rozdělit na barvy pro kotoučový a archový tisk. U kotoučového tisku se pak barvy dělí na *heatsetové* a *coldsetové*. Jejich rozdílem je způsob zasychání. Zatímco *heatsetové* barvy schnou za pomoci horkého vzduchu nebo IČ záření, což je vhodné pro časopisecký tisk (nebo tam, kde potiskujeme natírané papíry), *coldsetové* barvy schnou na vzduchu (často penetrací) za pokojové teploty a jsou vhodné pro potisk novinové produkce.

Tabulka č. 3 – Složení ofsetových tiskových barev [2], [4]

	pigmenty	vysychvé oleje	alkydy	tvrdé pryskyřice	minerální oleje	vosky	sušidla	rostlinné oleje
archový ofset	15-25 %	14-20 %	6-14 %	22-28 %	18-25 %	1-3 %	2-5 %	
heatset	12-20 %			30-40 %	30-40 %	3-5 %		5-15 %
coldset	20-25 %			8-12%	60%	1-5 %		0-12 %

Ofsetové barvy se stále vyvíjejí a firmy z různých zemí přicházejí s dalšími a dalšími inovacemi. Jedná se o barvy vysoce pigmentované, o které se zasloužila japonská firma *Toyo* (jejich používání se rozšířilo a již je mají v nabídkách také jiné firmy jako například německá firma *Huber Group* nebo francouzská společnost *Brancher*, jejímž distributorem do České republiky je firma *Repromat*). Dále to jsou barvy ekologické (což není novinka, ale je stále snaha tyto barvy co nejvíce přizpůsobit životnímu prostředí a to zejména využíváním obnovitelných zdrojů), nebo se jedná o barvy vhodné pro potisk potravinářských obalů, které se vyznačují nízkým zápachem a nízkou migrací (tyto barvy má ve své nabídce zejména firma *Huber Group*, nebo firma *EPPLÉ Druckfarben*, kterou u nás zastupuje společnost *Repromat*). Další inovace se vztahuje na jejich výrobu. Firma *Sun Chemical* nabízí barvy vyrobené pouze z rostlinných olejů. Neobsahují tedy žádné minerální oleje, což má dobrý vliv na životní prostředí. Materiály potištěné těmito barvami

se mohou snadno recyklovat a dokonce likvidovat i biodegradací (rozdíl mezi recyklací a biodegradací viz níže). [31]

V obalovém průmyslu převládá flexotisk, je ekonomičtější při realizaci větších, opakujících se zakázkách. Tisknou-li se menší zakázky, které se neopakují, je vhodnější varianta ofset. Má lepší kvalitu a jeho vstupní náklady jsou podstatně menší než u flexotisku. [30]

2.2. POTISK OBALŮ POTRAVIN

Každým rokem přibývá spotřeba potištěných obalů. Výrobci i distributoři potravinářských obalů mají povinnost, aby jejich obaly nikterak nepoškozovaly danou balenou potravinu.

Z environmentálního hlediska je kladen velký důraz na nezávadnost tiskové barvy, ale jedná se také o laky a samotné materiály, které mohou potravinu poškodit. [5] Potravina sice přichází do styku s nepotištěnou stranou obalu, ale to není dostačující ochrana před vlivem působení tiskových barev a laků. Výroba a potisk obalů potravin je úkolem potravinářského, obalového a polygrafického průmyslu. [14]

Protože se musí dbát na neměnicí se aroma a složení potraviny, prosazují se nízkomigrační a nízkozápachové barvy i laky. V případě potisku obalů potravin, nastupují přísnější normy a musí se sledovat celá řada parametrů, jako vhodné technologie, materiál i tisková barva. Ta pokud se má dostat do styku s potravinou musí projít řadou testů. Nejvíce se sleduje migrace cizorodých látek, které mohou přecházet z barvy až k potravíně. A to hlavně je-li barva tisknuta na materiál, který nemá dostatečné bariérové vlastnosti. Tento problém se vyskytuje u primárního obalu (obal, který se dostává do přímého kontaktu s potravinou), protože musí být potisknut jak z estetického, tak hlavně informačního důvodu. [7] Dochází zde tedy k riziku, že se nežádoucí složky tiskové barvy dostanou přes vrstvu obalu až k potravíně.

Existuje spousta norem a nařízení zmiňujících se o látkách, které se v barvě mohou vyskytovat (viz kapitola NORMY). V barvách mohou být nejen látky migrující do potravin, ale i látky, které by mohli změnit pach a chuť potraviny. Tyto vlivy se také musí hlídat a eliminovat. Existují i speciální „jedlé“ tiskové barvy, které se aplikují přímo na potraviny, jako jsou vaječné skořápky, různé cukrovinky či farmaceutické výrobky. Výrobci ale musí zaručit nezávadnost těchto barev, a všechny jejich složky musí zcela splňovat předpisy legislativy a příslušných norem. [10]

2.2.1. Ekologické barvy

Označit barvu za ekologickou se smí teprve tehdy, obsahuje-li takové látky, které žádným způsobem nenarušují, neškodí ani neohrožují životní prostředí. Tedy látky, které pocházejí z obnovitelných zdrojů. Místo minerálních olejů barvy obsahují rostlinné oleje, alkydy a pryskyřice. Barvy ale nemohou být vždy stoprocentně ekologické, vzhledem k tomu, že se musí zachovat určité tiskové vlastnosti, kterým mohou zatím dopomoci jen minerální oleje. Obsah minerálních olejů se pohybuje kolem 2,5 %. Ekologické barvy jsou bez zápachu. [9]

Rozvoj těchto barev byl zprvu zpomalen nedůvěrou tiskařů v nové poznatky. Je pravdou, že docházelo ke spoustě komplikacím, jako například větší spotřeba rostlinných olejů než minerálních na stejné množství barvy apod. Tyto barvy se proto vyskytovaly jen ojediněle, ale s přibývajícím kvalitou těchto ekologických barev a s lepší důvěrou tiskařů se začaly barvy s postupem času vyvíjet a dnes jsou součástí každého nabídkového katalogu barev. Dnes se vyskytují na trhu ekologické nízkomigrační a nízkozápachové barvy. Zásahu na tom má především

německá firma *Huber Group*, která vyvinula nemigrující barvy názvem *Corona MGA*. Barva *Corona MGA* je vhodná pro potisk obalů potravin, jen by neměla přijít do přímého kontaktu s potravinou. Ale i přesto získala firma *Huber Group* certifikát pro potisk potravinářských obalů. Složení těchto ekologických nemigrujících barev je firmou patentováno, tudíž utajeno. Dá se ale říci, že jsou z barev odstraněny veškeré látky způsobující jakýkoli zápach, který by mohl proniknout přes běžné obalové materiály až k potravíně. Barvy *Corona MGA* schnou zapíjením. [9]

Vzhledem k tomuto mechanismu zasychání mají tisky zhotovené těmito barvami nedostatečné mechanické vlastnosti, především nedostatečnou odolnost vůči otěru. Je proto nezbytné, aby výtisk byl nalakován senzoryckými neutrálním disperzním lakem. [12] Další firma, která má ve své nabídce ekologické barvy je *Sun Chemical*. Nabízí procesní ofsetové barvy, které jsou na bázi rostlinných olejů, nezasychají ve strojích a jsou odolné vůči mechanickému poškození. Ekologickou stránkou těchto barev je jejich nezávadná recyklace, tudíž i recyklace materiálů potisknutých touto barvou. [5]

2.2.2. Nízkomigrační barvy

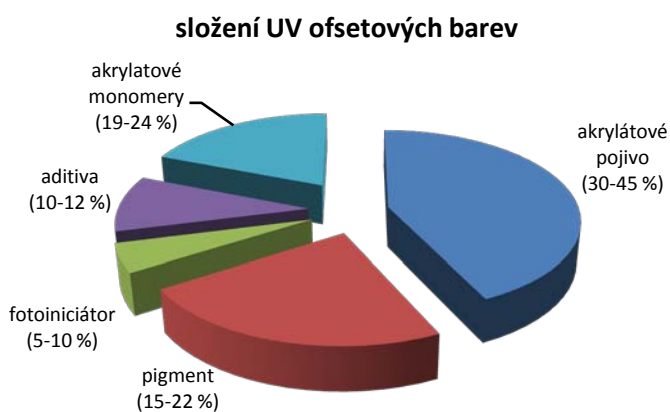
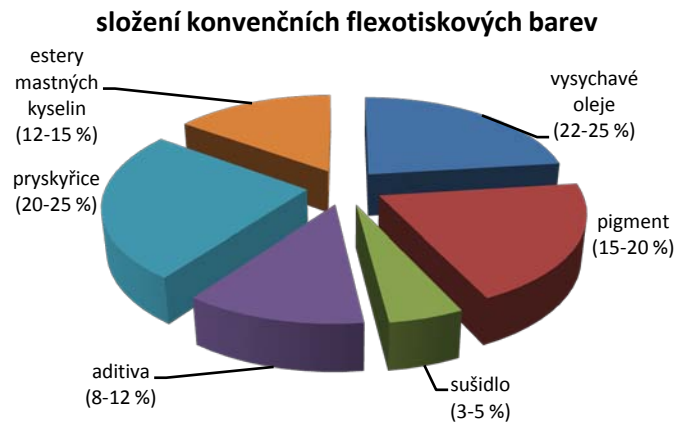
Nejvhodnější pro obaly potravin je použití nízkomigračních (low-migration = LM) nebo nízkozápachových (low-hex = LH) barev. Nízkozápachové (LH) barvy by neměly obsahovat nic, co by mohlo svým zápachem nebo vůní ovlivnit balenou potravinu. Nízkomigrační (LM) barvy by navíc neměly obsahovat látky, které by mohly proniknout přes obal k potravíně a tím ji poškodit (kontaminovat). Oba tyto druhy barev by tedy měly obsahovat složky s minimálním migračním potenciálem. Neměly by tedy obsahovat žádné rakovinotvorné nebo mutagenní látky (např.: těžké kovy). [10]

Názor na UV barvy, zda jsou vhodné pro potisk potravinářských obalů, se časem hodně měnil. Jakýkoli nový produkt, který má přijít do styku s potravinou musí být otestován. [32] U UV barev může nastat situace, kdy například vlivem staré UV lampy, se fotoiniciátory nedostatečně vytvrdí (= špatně vytvrzená barva z vrchní strany archu se může obtisknout na nepotíštěnou stranu jiného archu. Použije-li se totiž například průhledný UV lak, vizuální kontrola se nemůže provést). [8]

V roce 2005 došlo k migraci právě špatně vytvrzeného fotoiniciátoru (Isopropylthioxanthonu – ITX) do dětského mléka. Bylo z trhu staženo vše, co obsahovalo tento fotoiniciátor. [35]

Tabulka č. 4 – složky barev s migračním potenciálem [32]

Konvenční ofsetová barva	UV ofsetová barva
SUŠIDLO - nedostatečné zabudování do barvového filmu	FOTOINICIÁTORY - rozklad vlivem UV záření; nedostatečné zabudování do barvového filmu
OLEJE A ESTERY MASTNÝCH KYSELIN - při nedostatečném vysušená barvy	POJIVO - znečištění akrylovou kyselinou a rozpouštědly; nedokonale zabudované monomery v barvovém filmu
PIGMENTY - znečištění polycyklickými aromatickými uhlovodíky	PIGMENTY - znečištění polycyklickými aromatickými uhlovodíky



Obrázek č. 1 – složení konvenčních a UV ofsetových tiskových barev [32]

Při tisku potravinářských obalů se musí dbát nejen na dobře zvolený potiskovaný materiál a používat vhodné tiskové barvy (LM), ale především je kladen důraz na hygienu a čistotu všech pracovních pomůcek, včetně tiskového stroje. Pokud se na něm tisklo konvenčními barvami, měla by se následně s nízkomigrační barvou udělat makulatura minimálně 3000 archů. (Oleje z běžných barev jsou totiž absorbované v pryžových válcích a v průběhu tisku s nemigrující barvou by mohly proniknout do tisku. Proto by se měla nechat nízkomigrační barva před tiskem pár hodin na tiskových válcích, a poté by se měla udělat zmíněná makulatura touto barvou.) Neměly by se používat prostředky proti zasychání barev na válcích, nemigrující barva v tiskovém stroji nezasychá. Vytisknutý náklad by se neměl balit hned po vytisknutí, je třeba ho nechat chvíli „vyvětrat“ z těkavých látek (např.: amoniak). Neměl by se nechávat v prostředí blízko tiskového stroje, nebo tam, kde se vyskytují pracovní prostředky zanechávající zápach, v prostředí, kde je vysoká vlhkost anebo v prostoru, kde se skladují tiskoviny vytištěné konvenčními barvami. Až je náklad „odpočatý“, nebalit fóliemi, které samy vykazují určitý zápach. [8]

O významný podíl na zvýšení bezpečnosti tiskových produktů se zasloužila německá firma *Jänecke a Schneemann GmbH (J+S)*. Nabízí LM barvy, které vychází z 15 základních odstínů, které jsou namíchané podle vzorníku Pantone. Tato firma také dále nabízí LM ofsetové barvy a čisticí prostředky. [32]

Česká firma *Grafoservis* je dodavatelem a distributorem barev, které jsou vhodné pro potisk obalů potravin. Odebírají ofsetové tiskové barvy a laky od německé firmy *EPPLER DRUCKFARBEN*

AG. Jejich nabídka je široká, jedním z produktů jsou bezpečnostní barvy *SICPA*, kde se vyskytují barvy *BoFood* a *BoFood Organic*. *BoFood* barvy jsou ofsetové barvy, které jsou zhotovené tak, aby se s nimi mohl provést bezproblémový tisk primárních potravinářských obalů. Mají tedy snížený pach, migraci a bobtnání povrchu barvy. Neobsahují minerální oleje. Obsahují látky, které jsou samy o sobě potravinářské, tudíž dojde-li k migraci těchto látek, je to zcela nezávadné. Migranty, které se tedy dostanou do potravin a pak do metabolismu spotřebitele jsou zcela neškodné. Je nutné na tyto *BoFood* barvy použít disperzní lakování z důvodu větší ochrany proti otěru. Obsahují totiž taková pojiva, která sice zamezí zápach barvy, ale na úkor snížené bezpečnosti obalu proti mechanickým vnějším vlivům. I když tato barva obsahuje migrující látky, které jsou pro potraviny nezávadné, jiné její složky, tedy pevné složky, jako jsou pryskyřice, pigment či aditiva vhodné nejsou. Proto se barva ve firmě vyvíjela, až vznikla barva *BoFood Organic*. Je to první barva vyrobená pro potisk vnitřní strany potravinářských obalů, je tedy vhodná pro přímý styk s potravinou. Veškeré složky, které obsahuje, jsou toxikologicky nezávadné i v přímém kontaktu s potravinou, protože jsou ekologické a jsou schváleny pro použití v samotných potravinách. I zde je vhodné barvu překrýt disperzním lakem z důvodu použití nízkozápachových poжив. Jelikož se zde používají potravinářské barviva, musí se počítat s omezeným výběrem tónů a menší světlostalostí. Zhotovují se jinak stejným způsobem jako jiné ofsetové barvy pro potisk potravinářských obalů. Tyto barvy se na trh začnou uvádět koncem roku 2013, jsou ve fázi testování. [15, 16]

2.2.3. Nízkomigrační laky

Jak už bylo zmíněno, při potisku obalových materiálů se dodržují striktní pravidla, která jsou pod přísným dohledem. Ke zhotovení nezávadného obalu je důležité mimo jiné zohledňovat i vlastnosti materiálů, lepidel a laků.

Například u lepenkových obalů může docházet k migraci látek nejen z barvy, ale i z laků či lepidel. Dnes se proto používají nízkomigrační (LM) laky. LM laky jsou mnohdy důležitější než LM barvy, protože slouží nejen k zušlechťování, ale především se využívají jako primer. Tedy lak, který se nanese před samotným potiskem, aby zabránil zašednutí nátěru či zlepšil přilnavost tiskových barev (hlavně u savých materiálů). [12] LM laky využívané jako primery mají za úkol sloužit jako dostatečná bariéra vůči migraci. Existuje celá řada laků pro potravinářský průmysl, lišících se například způsobem zasychání, stupněm lesku, typem aplikace a podobně. Jeho aplikace na obalový materiál je důležitá, protože kdyby se nízkomigrační barva tiskla na konvenční UV lak, mohou látky i z tohoto laku migrovat do potravin. Stejně jako u LM barev, tak i u LM laků je velmi důležité je dostatečně vytvrzovat.

Mohla by nastat situace, stejná jako např. na belgickém trhu, kde došli k zjištění, že přes obal Müsli pronikaly škodlivé látky do výrobku právě ze špatně vytvrzeného UV laku. Také může dojít k situaci, že barva ani lak potraviny neovlivní, ale ve spojení s jiným materiálem může k migraci látek do potravin přece jenom dojít. [6]

LM laky jsou v podstatě stejné jako běžné laky co se týče zpracování, jen se vyznačují menší migrací. Mnohdy se vyznačují nízkým zápachem, což lze využít u potisku obalů takových potravin, které jsou náchylnější na absorpci pachů, jako jsou třeba čaje. Vhodné mohou být i ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu.

Výrobci laků dnes nabízejí více druhů LM laků. Například firma *Fujifilm Europe GmbH* se sídlem v Düsseldorfu nabízí UV i disperzní LM laky. Oba druhy těchto laků jsou v souladu s nařízením (ES) č. 1935/2004 (stručný obsah tohoto nařízení níže). Disperzní lak je odolný vůči oděru a rychle

zasychá, UV lak je vysoce lesklý a rychle se vytvrzuje. Oba tyto laky nepění. [11] Další, kdo má v nabídce LM laky, je švýcarský výrobce *Schmid Rhyner AG*; v ČR je zastupuje firma *Tosto, spol. s.r.o.* Dále společnost *Michael Huber München GmbH* vynalezla jedinečný systém (MGA) potravinářských laků a barev, kde je skoro nemožná migrace nežádoucích látek. Systém MGA se využívá při tisku ofsetem. Dále v nabídce mají řadu (barev i laků) *Gecko*, která je vyvinuta pro flexotisk a hlubotisk. Oba tyto systémy laků a barev jsou nejvhodnější pro potisk obalů potravin a mohou být dokonce nanášeny na materiály bez jakékoli ochranné bariéry. Pro přímý styk s potravinou ale vhodné nejsou. [12]

2.2.4. Migrace nežádoucích látek

Každý výrobce potravinářských obalů je zodpovědný za to, že jeho výrobek odpovídá určenému standardu a že je zabráněno migraci chemických látek do potravin. Migrace je přechod nežádoucích složek (chemických) přes obal do potravin z tiskových barev, laků, nebo ze samotného potiskovaného materiálu.

Migrace se dělí na:

- a) *migrace penetrací* – látky obsažené v tiskové barvě penetrují potiskovaným materiálem na nepotištěnou stranu materiálu
- b) *migrace kontaktem* – při obtahování, kdy dojde k přenosu po přitlačení potištěné strany k nepotištěné straně ve stohu
- c) *migrace odpařením* – odpaření kapalných složek barvy při ohřevu
- d) *migrace destilací* – díky kondenzaci kritických složek při vaření z hluboce podchlazených surovin (například při ohřevu v mikrovlnné troubě) [35]

Migraci podléhají nejčastěji plastové obaly. Může u nich docházet k obousměrnému procesu migrace tzn., že složky z plastů přechází do potravin, ale i z potravin přechází několik složek do obalu. Může docházet také ke globální migraci, u níž dochází k celkové migraci všech látek z obalu do potravin. Migrují především barvy a laky, nebo i materiály používané k výrobě obalu.

2.2.4.1. MIGRACE Z KARTONOVÝCH OBALŮ:

Migrace může nastat i z kartonových obalů, které jsou vyráběny z recyklovaného materiálu, obsahujícího převážně noviny. Noviny jsou potisknuty ofsetovými barvami, které obsahují značné množství minerálních olejů. Ty se během sušení zabudují do struktury papíru. Pokud se z takovýchto novin vyrábí lepenkové či kartonové obaly, obsahují pak značnou část minerálních olejů, které mohou migrovat do potravin. Především těstoviny a rýže balené do kartonových obalů jsou schopny tyto oleje přijímat při delší době skladování. Rozsah škod způsobených minerálními oleji byl testován prozatím na zvířatech. Prokázalo se, že větší množství v těle způsobuje poškození jater a lymfatických uzlin. U lidí zatím není známá kritická hranice množství minerálního oleje. Je snaha tyto recyklované kartony nahradit kartony vyrobenými z původních surovin. Recyklací ale šetříme základní suroviny a energii, která je podstatně menší než při výrobě kartonů z nových surovin. [33]

Firma *Mayr-Melnhof* vyvinula speciální bariérovou vrstvu, která by měla minerálním olejům zabránit jejich migraci. Vrstva se nazývá „Foodboard“ a zabrání až 99 % veškerého přenosu

nepříznivých látek, tedy nejen minerálních olejů, ale i Bisfenolu A nebo jiných nežádoucích uhlovodíků. Tyto obaly se měly vyskytnout na trhu začátkem roku 2013. [33]

2.2.4.2. PROBLÉMOVÉ SLOŽKY PODLÉHAJÍCÍ MIGRACI:

U UV barev nebo laků se jedná hlavně o únik fotoiniciátorů nebo nezreagovaných monomerů, a u klasických barev, které schnou oxidací, zase dělají problém především rozpouštědla a estery mastných kyselin.

U flexibilních obalů dochází k migraci polyaromatických aminů, u kovových obalů bývají problematické bisfenoly, cín nebo olovo. [6]

Další problémová složka tiskových barev je ftalát, který se používá jako změkčovadlo. Používá se i při výrobě polyvinylchloridu (PVC). Změkčovadla jsou látky zlepšující plasticitu polymerních materiálů. Nejběžnějšími změkčovadly jsou estery kyseliny ftalové (ftaláty). Tato změkčovadla a jejich regulace jsou zmíněna v nařízení Evropské komise č. 10/2011. Je snaha ftalátová změkčovadla nahradit neftalátovými, jako jsou například estery alifatických dikarboxylových kyselin, acetoglyceridy, estery cyklohexandikarboxylových kyselin, citráty, fosfátová a polymerní změkčovadla a další. Fosfátová a polymerní změkčovadla mají nízkou úroveň migrace a fosfátová mají navíc dobrou UV stabilitu. Kdežto např.: citráty tak dobrou úroveň migrace nemají a zhoršují čírost fólií, zato mají vyšší tepelnou stabilitu a přidávají se proto do průtažných fólií. [28]

U plastových materiálů nejčastěji migrují zbytky monomerů a aditiv jako jsou stabilizátory, změkčovadla nebo antioxidanty. Při vytvrzování PUR (polyuretan) lepidel dochází k uvolnění volných monomerů izokyanátu. Ty mohou přecházet ze struktury obalu do potravin a společně s její vlhkostí můžou tyto monomery vytvořit aromatické aminy (více viz kapitola lepidla). [13]

Ekologické sdružení Arnika (se sídlem v Praze 3) namátkově prozkoumává různé potraviny a zjistilo, že v obalech potravin (konkrétně u mražených kuřat a řízků firmy Xaverov, listového těsta od firmy Šetra, nebo kuřecí krky balené v Tesku) se vyskytují škodlivé látky tzv. nonylfenoly (látky lidem poškozující hormonální systém). Nonylfenoly jsou používány jako změkčovadla do PVC (polyvinylchloridu), ale ekologové tvrdí, že se dají lehce nahradit. Jejich další použití není povoleno, protože snadno mohou migrovat do potravin.

Ke kontaminaci jsou nejvíce náchylné čokolády, cukry, tuky nebo potraviny s velkou povrchovou plochou jako je pečivo, tabák, čaj a podobně.

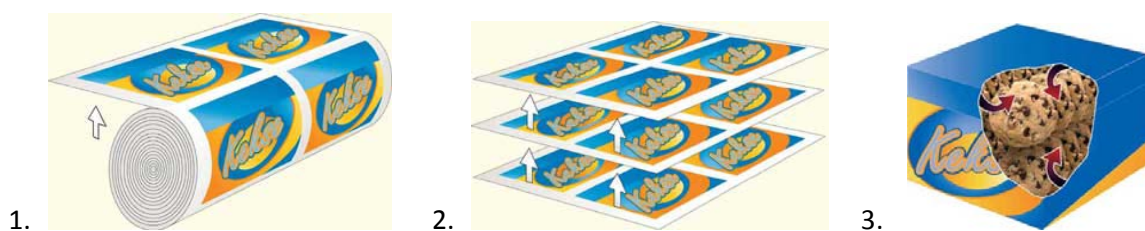
2.2.4.3. OMEZENÍ MIGRACE:

Je hodně způsobů, jak migraci nežádoucích látek zabránit. Nejčastější variantou je použití vhodného materiálu s permanentními bariérovými vlastnostmi, jako je sklo, kov (popřípadě hliník, který je ale částečně propustný) nebo materiály s funkčními bariérovými vlastnostmi, to jsou především speciálně vrstvené fólie nebo metalizované fólie. Speciálně vrstvenými fóliemi ovšem nelze balit všechno, je to dáno hlavně tím, že tyto fólie jsou finančně náročnější, takže celkový produkt by se velmi prodražil. Pokud tedy produkt (potravinu) nelze balit do skla, kovu, nebo se nevyplatí ho finančně balit do dražších speciálních fólií, musí se zvolit jiná alternativa. A to taková, že běžné balící materiály jako je papír, karton, PVC, PET a další se musí zhotovit tak, aby se eliminoval výskyt nežádoucích látek a barvy a laky musí být primárně určené pro potisk obalů potravin. *EuPIA* (European Printing Ink Association – Evropský svaz výrobců tiskových barev) sestavila seznam látek, které můžou přijít do styku s potravinami, a které naopak nemohou. Barvy,

kteře jsou tedy určeny hlavně pro potisk obalů potravin, by neměly obsahovat žádnou z těchto předepsaných nežádoucích látek anebo by se měla jejich přítomnost alespoň co nejvíce eliminovat. [7] *Příklad nejčastějších migrantů v příloze I.*

2.3. BALENÍ POTRAVIN

Balení potravin je jedna z oblastí obalového průmyslu, v níž je velmi nutné dbát na zdravotní nezávadnost obalu a eliminovat poškození baleného produktu jeho vinou. Obal by tedy neměl mít žádný negativní vliv na chuť, vůni, barvu nebo trvanlivost. Balená potravina může být kontaminována vlivem látek obsažených v barvách, laku či materiálu. Ke kontaminaci může dojít třemi způsoby.



Obrázek č. 2 – Tři možnosti migračních mechanismů [14]

K prvnímu způsobu může dojít už v tiskárně při samotné výrobě obalů, kdy potištěná strana archu nebo kotouče se dostane do kontaktu s nepotištěnou stranou. Dochází pak k přenosu různých složek obsažených v tiskových barvách. Pokud tyto složky nejsou okem viditelné, pokračuje se ve výrobě dál a obal tak snadno může kontaminovat potravinu. Druhý způsob, jak může docházet k migraci je přímo přes materiál (papír, karton). Například ofsetové barvy obsahují minerální oleje (estery mastných kyselin), pro které papír nepředstavuje žádnou překážku a snadno projdou přes něj až k potravine. Také lehce projdou přes sáčky a fólie z polypropylenu nebo polyethylenu. Třetí možný způsob kontaminace je únik prchavých látek v uzavřeném prostoru na potravinu, což taky vede k jejich narušení. [14]

Barvy a laky jsou ovšem pouze část výrobního systému balení potravin. Musí se dbát na více faktorů a je důležité si uvědomit, že potravina může být kontaminována i jinak. Například samotným obalovým materiálem, lepidlem, ostatními pomocnými látkami v tiskovém procesu ale i při dokončujícím zpracování. Bylo by vše jednodušší, kdyby jeden tiskový stroj (ať už ofsetový nebo flexotiskový) sloužil pouze a jenom pro účely potravinářských obalů a tisklo se tedy na něm jen nízkomigračními a nízkozápachovými barvami a používalo by se speciálních přípravků. V praxi to tak jednoduché není. Proto tiskárna musí dodržovat výše zmíněné postupy pro bezpečný tisk.

Dnes existuje celá řada bezpečnostních norem, předpisů a legislativ, které se musejí dodržovat co nejpřesněji. Obal jako takový by měl splňovat řadu parametrů, jako je například estetika, informovanost, kvalita, ale hlavně by měl fungovat jako bariéra. Měl by být tedy pevný a odolný vůči vnějším mechanickým vlivům. Vše je důležitým faktorem při výběru daného zboží. Vývoj obalu jde stále kupředu, dnes se můžeme setkat s obaly podstatně tenčími, než byly dříve, nebo s obaly, které mají menší počet vrstev, avšak mají stále stejnou bariérovou hodnotu jako ty předešlé obaly. Vícevrstvé obalové materiály dospěly k progresi. Vývojáři u tzv. „sendvičů“ museli ke spojování jednotlivých vrstev použít několik zaopatření, aby tyto materiály byly vhodné pro

balení potravin. Obvykle se používá lepení pomocí rozpouštědlového systému a extruzní laminace, dnes se používá i bezrozpouštědlová laminace. Ta je vyvinutá nejen k ochraně životního prostředí ale také proto, že je tato technologie podstatně levnější než dva výše zmíněné způsoby. [13]

2.3.1. Obalové materiály

Obal je ochranná vrstva chránící potraviny před pronikáním vlhkosti, vzduchu, aromatických látek (vůně, pach), UV paprsků a světla. S obaly by se mělo zacházet zodpovědně už od jejich výroby až po jejich konečné zpracování. Stejně jako k pěstování a výrobě samotných surovin. Kvalitní surovina zabalená do nekvalitního obalu by se mohla kontaminovat a mohla by tak obsahovat spoustu látek, které mají špatný vliv na lidský organismus. [21]

Každý výrobce obalových materiálů, které mají přijít do styku s potravinou, je vázán nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 178/2002/ES. Pojednává se zde o sledování materiálů a předmětů určených pro styk s potravinami tak, aby byla usnadněna jejich kontrola, stažení vadných výrobků, informovanost spotřebitele a vymezení zodpovědnosti. Pro obal musí být použity zdravotně nezávadné obalové materiály, které jsou přípustné pro kontakt s potravinou. [21]

Obal je velmi účinná bariérová vrstva, která chrání zabalenou surovinu před vnějším prostředím, které je plné mikroorganismů, které mohou potravinu jakkoli poškodit. Ale i samotný obal může potravinu kontaminovat, je třeba dbát na to, aby nebyl nijak poškozený a byl vyrobený z nejvhodnějšího materiálu. Jaký typ obalu použijeme, závisí na spoustě kritérií. Hlavním z nich jsou podmínky, kterým bude potravina po dobu své životnosti vystavena. Obal musí být schopen zvládnout jakékoli změny (například ohřívání, mražení), aby se vyvarovalo poškození potraviny. Také atmosféra v obalu má svoji roli. Obsah kyslíku uvnitř obalu a mimo něj je odlišný, uvnitř obalu je minimální, skoro až nulový. V jistých případech takový obsah kyslíku potravinám škodí, proto se atmosféra baleného produktu volí v závislosti na jeho charakteristice. Jedná se o řízenou atmosféru, což znamená, že atmosféra uvnitř obalu se může ovlivňovat a korigovat. Často je tomu tak u potravin, u nichž je důležitá čerstvost, proto se vhodně volí i způsob balení. Všechny používané obalové materiály musí být nejen dobře potisknutelné, musí mít dobré mechanické vlastnosti a musí být hygienicky nezávadné, ale také by měly být i propustné pro permanentní plyny, jako je helium, vodík, dusík, argon (ne kyslík) a vodní páry. Jde například o balení chipsů, buráků, kávy nebo hlavně čerstvé zeleniny a ovoce. Především u zeleniny a ovoce se fólie na jejich zabalení musí perforovat. Je tím sice snížena jejich bariérová vlastnost, ale zároveň umožníme jejich propustnost výše zmíněných plynů, což dá potravinám lepší svěžest a déle vydrží čerstvé. [34]

2.3.1.1. ROZDĚLENÍ OBALOVÝCH MATERIÁLŮ:

papír, karton, lepenka – některé vlastnosti (jako je vysoká propustnost vodních par, plynů, aromatických látek, tuků, olejů, dále nízká odolnost proti plísním a další) papírenských materiálů omezují jejich použitelnost. Je nutné tyto materiály zušlechťovat různými impregnačními látkami, které se mohou přidávat do hmoty papíroviny už při výrobě během mletí, nebo se mohou nanášet na hotový papír ve formě taveniny, což můžou být hot-melty, plasty a podobně. Další způsob zušlechtění může být použití laminace polymerními či plastovými fóliemi, což také výrazně zefektivní vlastnosti papírových materiálů. Dnes se čím dál víc vyvíjejí lepší a kvalitnější recyklační

metody, aby celý tento proces měl co nejmenší dopad na životní prostředí a aby se snižovalo množství použitých surovin jako pevného odpadu.

dřevo – nasakuje příliš vody a tvoří tak ideální podmínky pro mikroorganismy. Nehodí se proto pro skladování vlhkých potravin. Většinou najde uplatnění jako dárkové krabice drahých doutníků či lihovin.

sklo – má velkou výhodu ve výborné odolnosti proti fyzikálním i chemickým vlivům. Je velmi dobře omyvatelné a sterilovatelné. Sklo je recyklovatelné, což znamená, že jeho opakované použití je téměř nekonečné. To výrazně snižuje náklady na tento obalový materiál. Dále se vyznačuje výbornými bariérovými vlastnostmi z hlediska propustnosti par a plynů. Nevýhodou je ale jeho křehkost, špatná tepelná vodivost a vyšší hmotnost. Skla používaná na vína a piva jsou barvena zeleně či na hnědo, protože obsah láhví bývá citlivý na oxidačně-redukční změny vyvolané absorpcí UV záření.

kovy – mají velkou výhodu ve výborných bariérových vlastnostech, pevnosti a výborné tepelné vodivosti. Podléhají ovšem korozi, což je nepříznivý vliv, který by mohl potravinu poškodit. Nejčastěji se v obalovém průmyslu setkáváme s cínem, hliníkem a ocelí.

polymerní obalové materiály – jsou nejvíce používanou skupinou obalových materiálů. Nejrychleji se rozvíjejí a škála materiálů je velmi rozmanitá. Každý z materiálů je univerzální a liší se různými vlastnostmi. Nejvýznamnější společná vlastnost všech polymerů je jejich plasticita za vysokých teplot, což umožňuje jejich snadnou tvarovatelnost a přizpůsobivost při zpracování do různých podob, jako jsou buď ploché materiály (fólie) nebo kelímky, misky a podobně. Polymerní (plastové) obaly mají výbornou odolnost vůči propustnosti plynů a par. Plastové fólie můžeme použít jak jednovrstvé tak i vícevrstvé, což se uplatňuje pro efektivnější bariérové vlastnosti (propustnost permanentních plynů, aromatických látek, větší tepelná odolnost, atd.) [22]

2.3.2. Lepidla

V odstavci balení potravin je zmíněno, že se dnes na vícevrstvé flexibilní obaly používá bezrozpouštědlová laminace. Bohužel i tato metoda má své nevýhody. Rychlost laminování s využitím bezrozpouštědlových lepidel je sice vyšší (za posledních deset let se rychlost zdvojnásobila z původních 150 m/min na 300 m/min), ale zkrátila se tím doba dodací lhůty a to vyžaduje rychlé a spolehlivé vytvrzení, což popravdě neodpovídá daným možnostem polyuretanových lepidel, které se používají na lepení flexibilních obalů. Po úplném vytvrzení lepidel se flexibilní obaly stávají nezávadnými, proto je třeba si dát pozor, aby se potravina balila do flexibilních obalů se zcela vytvrzenými lepidly, jinak by mohly nezreagované monomery z lepidel migrovat do potraviny. [13]

Všechna bezrozpouštědlová lepidla jsou podstatně dražší, než jiná lepidla, která potřebují na své vytvrzení delší čas a tudíž mají větší pravděpodobnost, že se všechny složky vytvrdí a žádná z těchto složek nebude mít tendenci migrovat skrz flexibilní obaly.[13] V obalové technice se používají lepidla z přírodních surovin, která umožňují dobrou recyklaci obalu, tuhnou vsáknutím a odpařením přítomné vody a jsou cenově přijatelná. Protože se jedná o přírodní suroviny, mohou nastat problémy, díky odlišným vlastnostem, způsobené změnami klimatických podmínek. Řadí se sem kaseinová, glutinová, škrobová nebo dextrinová lepidla. Dále se používají (téměř u každého materiálu) syntetická lepidla. Lepení těmito lepidly často nahrazuje zaběhlé způsoby spojování jako je šití, nýtování a podobně. Suroviny těchto lepidel jsou vyráběny chemicky. Jde o disperzní a tavná lepidla, ale i lepidla roztoková a reaktivní (epoxidová, polyuretanová). [20]

Princip vytvrzování:

Polyuretanové systémy po celkovém uschnutí (mezi vrstvami fólií) dosahují cílené mechanické pevnosti a neměly by obsahovat žádné aromatické aminy, protože by všechny izokyanáty měly být zreagované. Mohou se ale vyskytnout volné monomery izokyanátu, které se přece jen dostanou skrz materiál až k potravíně a dochází tak ke vzniku aromatických aminů. Struktura slepu polyuretanového systému vzniká tvorbou vazeb při reakci NCO s OH skupinami. Pokud ale volný NCO se už nemá na co navázat, tedy nezbyla žádná OH skupina, potom migruje skrz materiál a vzniká tím již zmíněný aromatický amin. Menší množství monomerů NCO by mohlo teoreticky omezit migraci nezreagovaných monomerů. Prakticky je tato varianta nevhodná, protože při menší koncentraci izokyanátu by lepidlo nedosahovalo požadovaných vlastností v pevnosti slepu. Proto je tedy koncentrace izokyanátu u PUR lepidel velmi důležitá.

Bezropouštědlová laminační lepidla urychlila celkový proces schnutí (neobsahují-li příliš velké množství nezreagovaných monomerů). Dnes se dalším vývojem lepidel zabývá mnoho výrobců (včetně firmy Henkel) a snaží se především o to, aby vyvinuli taková lepidla, která nejen rychle schnou, ale aby měla pokud možno co nejmenší počet monomerů izokyanátů (pod 1%). Taková lepidla nesou označení „lepidla řady Liofol 3. a 4. generace“. Mezi jejich výborné vlastnosti patří například vhodnost použití pro jakékoli materiály (i s horší strukturou). Mezi nevýhody se řadí jejich aplikace, která se uskutečňuje při teplotě 70 – 80 °C, tudíž je s nimi obtížnější manipulace.

Mezníkem vývoje lepidel na flexibilní obaly se stal tzv. „dánský skandál“, kde došlo k úniku velkého množství aromatických a alifatických izokyanátů ze špatně vytvrzeného polyuretanového laminačního lepidla do potraviny. Začaly být tedy přísněji sledovány předpisy, aby nedocházelo k uvolnění žádné látky, která by mohla poškodit lidské zdraví. Především jde o Evropskou směrnici pro umělé hmoty 2002/72/EC, která se zmiňuje o migračních hodnotách například zmíněných alifatických a aromatických izokyanátů, které se používají u PUR laminačních lepidel. [13]

2.3.3. Recyklace obalu

V České republice každý obyvatel průměrně vyprodukuje 250 kilogramů odpadu za jeden rok. Do většiny tohoto množství se řadí právě obaly, které se likvidují skládkováním, spalováním nebo recyklací (pokud jde o tříděný odpad). Dlouhodobě se upřednostňuje především recyklace před spalováním. Dnes je ČR v recyklaci obalových odpadů na pátém místě v EU (za Belgií, Norskem, Rakouskem a Dánskem). Podniky, vyrábějící balené zboží, založily organizaci s názvem EKO-KOM, která má usnadnit a zefektivnit recyklaci použitých obalů. Tato organizace zajišťuje třídění, recyklaci a využití obalového odpadu na evropské úrovni. Upravený, zrecyklovaný odpad se většinou používá jako druhotná surovina nebo jako zdroj energie. Suroviny z třídících kontejnerů se převezou na roztřídovací linku, kde se suroviny roztřídí dle materiálového složení nebo dle technologických potřeb, (zda se využívají jako druhotná surovina na výrobu dalšího produktu). [24]

TRVALE UDRŽITELNÉ OBALY:

Více je dbán důraz na trvale udržitelné obaly, které se od ekologických liší především tím, že trvale udržitelný proces se nezaměřuje pouze na finální produkt, tedy odpad, ale na cyklus existence celého výrobku už od počátku výroby. To znamená, že při výrobě určitého výrobku se dbá například na emise CO₂, na spotřebu vody a energie. Také se zohledňuje ochrana životního prostředí, tedy ochrana přírodních zdrojů. Snaží se zabraňovat vzniku nežádoucích emisí

a odpadů. Pro výrobu trvale udržitelného obalu se používají tedy různé výchozí materiály (materiály, které lze recyklovat a opětovně použít na výrobu), protože je snaha ochránit životní prostředí a šetřit jejími surovinami. Paradoxem je sklo, které se používá jako výchozí surovina, protože se dá neomezeně recyklovat, ale které je vyrobeno ze surovin životních zdrojů – uhlíkatý sodný, písek, vápenec.

Ke zlepšení životního prostředí přispěla biofólie, která se zhotovuje z dorůstajících surovin. Většinou se potiskuje barvami na vodní bázi, což celé přispívá k celkové ekologičnosti, stejně jako výroba této fólie za použití eko-elektřiny (elektřina vyrobená z obnovitelných zdrojů – voda, slunce, vítr). Nejsou ale ještě zcela rozšířené z důvodu jejich vysoké ceny. [25]

RECYKLACE PLASTŮ:

Základem plastů je ropa, která patří do skupiny neobnovitelných zdrojů. Tím, že plasty podléhají recyklaci, se množství ropy na výrobu dalších fólií snižuje. PET láhve se recyklují nejnádhěji, protože přítomnost etiket ani víček nevádí. PET lahve se nadrtí na malé kousky, ty se ve vodní lázni vyperou, čímž se zbaví víček, etiket i lepidel, kterými jsou etikety přichyceny. Vyprané kousky se usuší a připraví se do pece, kde se zahřívají na zhruba 200 °C a posléze se pomocí speciálních trysek vytlačují syntetická vlákna, která se můžou využívat v tkaninách, zátěžových koberečích nebo koberečků do aut atd. Tohle zpracování PET láhví je nejrozšířenější. Dále se mohou ze starých PET lahví vyrábět nové tak, že jádro staré lahve se potáhne novým materiálem jak z vnější tak z vnitřní strany, čímž se zajistí jeho hygienická nezávadnost. Recyklace plastů není ale tak jednoduchá, jak se zdá. Plasty se v obalovém průmyslu vyskytují v různých podobách. Každá z podob má jiný tvar i barvu, ale hlavně má odlišné chemické složení. Každá dotřídovací linka je specializovaná na jiný druh plastu, to znamená, že plasty s různými chemickými vlastnostmi se musí složitě roztřídit a pak zvlášť všechny plasty odlišného druhu recyklovat odděleně. Výsledkem recyklace jsou malé „regranuláty“, ze kterých se později vyrobí další plastový produkt. Granuláty si můžeme představit jako malé pecičky (viz obr.č.3) materiálu, které se zahříváním taví a následně jsou vytlačovány do forem daných tvarů. [24]



Obrázek č.3 – granuláty z PET lahví [24]

RECYKLACE PAPIROVÝCH OBALOVÝCH MATERIÁLŮ:

Aby se obal vyrobený z papíru či lepenky mohl bezproblémově recyklovat, neměl by být potisknut barvami, které obsahují těžké kovy, organická rozpouštědla, nebo jiné zdravotně i ekologicky závadné suroviny. Jeli papírový obal laminovaný, lakovaný nebo pouze potisknutý, je možné jej bezproblémově recyklovat. Je-li ale fólie na papírový obal nakaširována, musí se před recyklací tyto dva materiály od sebe oddělit. [25]

2.3.4. Biodegradace obalů

Biodegradace plastů znamená jejich rozpad neboli degradaci na malé části. Tento proces je podstatně energeticky náročnější a pomalejší než recyklace, kde není třeba plast rozložit až na tak malá částičky. Přidáme-li do plastu už ve výrobě škrob (rostlinný polysacharid), podléhá pak degradaci. Za biodegradabilní fólie můžeme považovat fólie z polyolefinů, především PP a PE. Lze ve výrobě těchto plastů přidat až 20 % škrobu, aniž by to ovlivnilo jejich vlastnosti. Pokud se ale polyolefil s podílem škrobu rozpadne na malé částičky v přírodě, podstatně to znemožňuje jejich další využití. Biodegradace způsobuje rozložení plastu na tak malé části – jednoduché chemické řetězce, aby je dokázaly strávit i mikroorganismy. Tyto malé části se označují jako biomasa. Další, co vzniká při biodegradaci, jsou voda a plyny. Do plastů se kromě škrobu může přidat syrovátka, cukrová třtina nebo kukuřice. Obsahuje-li materiál cukry, bakterie jej rozloží.

Plasty s tímto složením (tedy s příměsí škrobu, syrovátky apod.), neboli bioplasty, jsou ekologičtější, ale jejich recyklace je složitá, někdy až nemožná a po biodegradaci je nelze opětovně použít. Souběžná existence obou druhů plastů je problémem, protože podíly biodegradabilních plastů v recyklátu jej můžou znehodnotit. Běžný spotřebitel mezi recyklovatelnými a biodegradabilními plasty rozdíl nepozná. [26]

2.3.5. Trendy v obalovém průmyslu

Na trhu obalového průmyslu se začalo vyskytovat inovativní řešení obalů i jeho zušlechťování, které přinese větší efektivitu obalu a sníží náklady na jeho přípravu. Hlavním trendem, který se vyskytuje u většiny obalových materiálů (lepenky, fólie, kovů) je zmenšování jejich tloušťky. Dále jde o nové konstrukce obalů, například vícevrstvé lepenky, u kterých je jejich pevnost a odolnost v protržení výrazně větší než u jiných obalů.

V USA byl vyvinut zcela nový druh obalu, u něhož se setkáváme se dvěma druhy obalových materiálů (na vnější straně je dřevovina, podobná kartonům na vejčeka, a ve vnitřní straně je PE sáček). Využívá se na balení perlivých minerálek. Výhoda spočívá v tom, že po spotřebě zboží se obě části obalu od sebe oddělí a každá ze surovin se recykluje zvlášť, což je z ekologického hlediska přijatelnější. Recyklace obalů je stále ve fázi vývinu. Například PET láhve jsou vyváženy do Asie, kde se recyklují za takových podmínek, které evropským normám neodpovídají. Dále se z nich pak zhotovují opět obaly, nebo se přidávají do textilií. Je snaha o to, aby se vyvážet nemusely a aby se dle evropských norem mohly buď znovu recyklovat, nebo z nich dále vyrábět fólie.

Plastové fólie se stále podrobují různým inovacím, především proto, že patří dnes k nejrozšířenějším druhům flexibilních obalů. Jsou kladeny čím dál větší požadavky na jejich technické funkce, jako je sterilizovatelnost, snadná otevíratelnost a uzavíratelnost, potiskovatelnost různými druhy tiskových barev, nebo možnost být co nejlepší bariérou. Jedním z příkladů nových typů fólií je kombinovaná fólie, která se používá pro potraviny určené pro

mikrovlonný ohřev. Snese teplotu až 130°C. U výroby této fólie je zapotřebí dokonce o jeden krok méně, než u běžných fólií, čímž odpadají výrobní náklady. [23]

Dalším trendem je výskyt syrovátky jako obalový materiál. Tyto obaly jsou navrženy tak, aby chránily životní prostředí, a aby snížily spotřebu neobnovitelných zdrojů na výrobu obalových materiálů, zejména plastů (které se vyrábějí z ropy). Vrstva ze syrovátky je dána jako bariérová vrstva, která je stejně tak účinná jako kvalitní polymery. Dále její výhoda spočívá v tom, že proteinová vrstva je biorozložitelná, prodlužují dobu uskladnění surovin, uchovává kvalitu jídla, ale hlavně má celkový pozitivní dopad na životní prostředí. [27]

Na trhu se vyskytují i obaly s antimikrobiální aktivitou. Jedná se o obaly obsahující složky, které mají schopnost usmrcovat nebo inhibovat růst mikroorganismů, které kontaminují potraviny. Tím přispívají k udržení kvality a prodloužení skladovatelnosti potravin. Dnes je známo velké množství látek, které vykazují antimikrobiální aktivitu. Mezi taková činidla patří především organické kyseliny (např.: kyselina benzoová), etanol, fungicidy, antioxidanty, chelatační činidla, enzymy, rostlinné extrakty a jiné. Jejich funkce je závislá hlavně na bariérových vlastnostech obalového materiálu. Dnes se uplatňují dvě formy balení. Buď vložením sáčku obsahující antimikrobiální činidlo do obalu, nebo zabudování tohoto činidla přímo do obalového materiálu. [29]

2.4. NORMY

Obal musí, jak bylo už zmíněno, reprezentovat, chránit a nikterak senzorycky poškodit surovinu. Jsou stanoveny jisté limity migrantů, které jsou přísně kontrolovány a nesmí se přesáhnout jejich kritická hodnota, která se smí vyskytovat v materiálech stýkajících se s potravinou. K tomu dopomáhají normy, předpisy, vyhlášky či zákony.

Obecně popisují, předepisují nebo vyžadují jisté vlastnosti nebo úkony, které jsou dané a právnicky závazné. Je proto důležité, aby se dodržovalo vše tak jak má, aby potravina zůstala hygienicky nezávadná.

2.4.1. ROZDĚLENÍ:

2.4.1.1. NOVÁ PRÁVNÍ ÚPRAVA:

Nařízení komise (EU) č. 1282/2011

ze dne 28. listopadu 2011

kterým se mění a opravuje nařízení Komise (EU) č. 10/2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami

Nařízení komise (EU) č. 1183/2012

ze dne 30. listopadu 2012

kterým se mění a opravuje nařízení Komise (EU) č. 10/2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami

2.4.1.2. PRÁVNÍ PŘEDPISY TÝKAJÍCÍ SE SPECIFICKÝCH MATERIÁLŮ:

Nařízení komise (EU) č. 10/2011

ze dne 14. ledna 2011

o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami

- Toto nařízení stanovuje zvláštní požadavky pro výrobu a uvádění na trh materiálů a předmětů z plastů, které jsou určeny pro styk s potravinami, které jsou ve styku s potravinami, nebo které mohou přijít do styku s potravinami. Jedná se zde hlavně o předměty, které se skládají výhradně z plastů nebo předměty z více materiálů.

Nařízení Komise (EU) č. **450/2009**

ze dne 29. května 2009

o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami

- „aktivní materiály a předměty“ se rozumí takové materiály a předměty, které mají prodloužit životnost nebo zachovat či zlepšit stav balených potravin. Jsou navrženy tak, aby záměrně obsahovaly složky, které uvolňují nebo absorbují látky do nebo z balených potravin
- „inteligentní materiály a předměty“ jsou takové materiály a předměty, které sledují stav balených potravin nebo prostředí, které potravinu obklopuje

Nařízení Komise (EU) č. **282/2008**

ze dne 27. března 2008

o materiálech a předmětech z recyklovaných plastů určených pro styk s potravinami a o změně nařízení (ES) č. 2023/2006

- Toto nařízení se nevztahuje na níže uvedené materiály a předměty z recyklovaných plastů, pokud byly vyrobeny podle správné výrobní praxe, jak je stanoveno v nařízení (ES) č. 2023/2006
 - a) Materiály a předměty z recyklovaných plastů vyrobené s monomery a výchozími látkami z chemické depolymerizace materiálů a předmětů z plastů;
 - b) materiály a předměty z recyklovaných plastů vyrobených z nepoužitých plastových odřezků z výroby a/nebo šrotu z procesu, které jsou recyklovány ve výrobním závodě;
 - c) materiály a předměty z recyklovaných plastů, v nichž byly použity recyklované plasty za funkční bariérou z plastu, jak je uvedeno ve sběrnici 2002/72/ES.
- Na materiály a předměty z plastů, které spadají do oblasti působnosti tohoto nařízení, se i nadále vztahuje směrnice 2002/72/ES

Směrnice Komise **2002/72/ES**

ze dne 6. srpna 2002

o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami

- Tato směrnice se vztahuje na materiály a předměty z plastů a na jejich části
 - a) sestávající výlučně z plastů, nebo
 - b) složené ze dvou nebo více vrstev materiálů, jež všechny sestávají výlučně z plastů a jsou vzájemně spojeny lepidly nebo jiným způsobem, které jsou v konečném stavu určeny pro styk s potravinami nebo jsou ve styku s potravinami a jsou k tomuto účelu určeny.

Směrnice Komise **2007/42/ES**

ze dne 29. června 2007

o materiálech a předmětech z vyrobených z celofánu určených pro styk s potravinami

2.4.1.3. PRAVNÍ PŘEDPISY TÝKAJÍCÍ SE KONKRÉTNÍCH LÁTEK:

Nařízení Komise (EU) č. **1895/2005**

ze dne 18. listopadu 2005

o omezení použití některých epoxyderivátů v materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami

- Toto nařízení se vztahuje na materiály a předměty, které jsou vyrobeny z jedné nebo více následujících látek:
 - a) 2,2-bis[4-(2,3-epoxypropoxy)fenyl]propan
 - b) bis(2,3-epoxypropyl)ethery bis(hydroxyfenyl)methanu
 - c) jiné novolac-glycidylethery

Směrnice Komise **93/11/ESH**

ze dne 15. března 1993

o uvolnění N-nitrosoaminů, N-nitrosovatelných látek z elastomeru nebo z pryže

2.4.1.4. OBECNÉ PŘEDPISY:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. **1935/2004**

ze dne 27. října 2004

o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS

- Toto nařízení bylo přijato k ochraně spotřebitele před zdravotním rizikem, které mohou kontaminované potraviny způsobit. Slouží v podstatě jako návod k výrobě potravinových obalů. Každý výrobce potravinářských obalů je zodpovědný za to, že jeho výrobek odpovídá určenému standardu a že je zabráněno migraci chemických látek do potraviny. Zodpovědnost se nevyhne ani polygrafickému průmyslu, který musí zajistit, že ve všech fázích výroby budou veškeré materiály sledovány a zabezpečeny pro jejich nezávadnost.

Nařízení Komise (EU) č. **2023/2006**

ze dne 22. prosince 2006

o správné výrobní praxi pro materiály a předměty určené pro styk s potravinami

- Toto nařízení stanovuje pravidla o správné výrobní praxi pro skupiny materiálů a předmětů určených pro styk s potravinami uvedené na seznamu v nařízení (ES) č. 1935/2004 a pro kombinaci těchto materiálů a předmětů nebo pro recyklované materiály a předměty použité při výrobě těchto materiálů a předmětů
- Toto nařízení se použije na všechna odvětví a všechny fáze výroby, zpracování a distribuce

38/2001 Sb.

o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy

110/1997 Sb.

Zákon o potravinách

ISO 22000:2005

tato mezinárodní norma definuje požadavky na zavedení systému managementu bezpečnosti potravin

ISO 14001:2004

Mezinárodní norma pro systémy environmentálního managementu (EMS), která specifikuje požadavky v rámci politiky životního prostředí:

- prevence znečišťování
- dodržování právních předpisů
- neustále zlepšení EMS

2.4.1.5. PRÁVNÍ PŘEDPISY TÝKAJÍCÍ SE OBALŮ A ODPADŮ:

477/2001 Sb.

ze dne 14. prosince 2001

o obalech a změně některých zákonů

- základní povinnosti při nakládání s obaly a odpady z obalů

185/2001 Sb.

ze dne 15. května 2001

o odpadech a změně některých dalších zákonů (477/2001 Sb., 76/2002 Sb., ...)

- Tento zákon ukládá povinnosti původci odpadu, aby s ním nakládal a zbavoval se jich pouze způsobem stanoveným tímto zákonem a ostatními předpisy vydanými na ochranu životního prostředí

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 94/62/ES

ze dne 20. prosince 1994

o obalech a obalových odpadech

- Účelem této směrnice je harmonizovat vnitrostátní opatření týkající se nakládání s obaly a obalovými odpady, aby se jednak zabránilo jakýmkoli jejich vlivům na životní prostředí všech členských států i třetích zemí anebo aby se tyto účinky zmenšily, a tím se dosáhlo vysoké úrovně ochrany životního prostředí, a jednak aby se zabezpečilo fungování vnitřního trhu, zabránilo se překážkám obchodu a omezování a narušování hospodářské soutěže v rámci Společenství.

ČSN EN 15593:2008

Certifikace managementu hygieny ve výrobě potravinářských obalů

- Tato norma stanovuje požadavky na systém managementu hygieny pro výrobce a dodavatele potravinových obalů, včetně skladování a přepravy.

BRC/IOP Global Standard

Balení potravin a další obalový materiál

[36], [37], [38]

2.5. SEZNAM FIREM UVÁDĚJÍCÍCH NA TRH BARVY A LAKY PRO POTISK POTRAVINÁŘSKÝCH OBALŮ

FIRMA	SÍDLO webové stránky	STÁT
<i>Brancher</i>	Par d'activités du Saule, 28170 Tremblay-les-Villasges www.brancher.com	Francie
<i>EPLLE Druckfarben</i>	Gutenbergstrasse 5, 86356 Neusäss	Německo
<i>Fujifilm Europe GmbH</i>	Heesenstrasse 31, D-40549 Düsseldorf www.fujifilm.com U nákladového nádraží 2, 13000 Praha 3 www.fujifilm.eu/cz	Německo Česká Republika
<i>Huber Group GmbH</i>	Otto-Meister-Strasse 2, 746 13 Öhringen	Německo
<i>Chemicoat</i>	www.chemicoat.com; de.panjiva.com	Indie
<i>Jänecke a Schneeman GmbH</i>	Podbielskistrasse 295, 30655 Hannover www.js-druckfarben.de	Německo
<i>Michael Huber München GmbH</i>	Feldkirchener Strasse 15, 85551 Kirchen-Heimstetten www.mhm.de	Německo
<i>Schmid Rhymer Ag</i>	CH – 8134 Zürich-Adliswil www.schmid-rhymer.ch	Švýcarsko
<i>Sun Chemical, s.r.o.</i>	Údolní 527/27, 60200 Brno-střed www.sunchemical.com	Česká Republika

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Biodegradace tiskovin nebývá ovlivněna tiskovou barvou, nýbrž potiskovaným materiálem. Dříve barvy obsahovaly těžké kovy (v pigmentech), což mohlo zatížit životní prostředí, proto jsou čím dál více prosazovány biodegradabilní barvy pro potisk bioplastů či jiných biologicky rozložitelných materiálů.

Biodegradabilní barvy i jakékoli jiné barvy, používané pro potisk obalů potravin, nemusí být samy o sobě rozložitelné, dříve bylo důležité zabezpečit nízký obsah těžkých kovů, dnes je kladen důraz, aby se u těchto barev přednostně používaly pojiva z obnovitelných zdrojů (=rostlinné oleje).

Z těchto důvodů nedosahují biodegradabilní barvy takové barevnosti jako konvenční tiskové barvy. Tiskové vlastnosti by měly být ale srovnatelné.

Jednou z firem, které se zabývají výrobou biodegradabilních barev je firma SunChemical. [39]

Biodegradabilní flexotisková barva firmy Sun Chemical, označovaná jako SAGA Cyan BIO, je předmětem experimentální části. Zkoumá se zde vliv UV záření na stabilitu této barvy a její odolnost proti oděru. Vše je porovnáno s konvenční flexotiskovou barvou pro srovnání výsledků.

Použité materiály:

- Biodegradabilní barva série SAGA C je vytvořena firmou Sun Chemical pro tiskovou techniku hlubotisk a flexotisk. Je to solventní barva určena pro potisk biodegradabilních materiálů. V zaschlém stavu jsou tyto barvy schopné kompostování. Lze potiskovat PP, PE a polyesterové fólie a celofán.
- Barva Sun Chemical POLIROTO Cyan – nitrocelulósová lihem ředitelná barva, která obsahuje nebezpečné látky (ethylacetát, 1-methoxy-2-propanol a etanol), proto je důležitá opatrná manipulace; vhodná pro flexotisk a hlubotisk
- Papír PAP 50 STP-81-E/1 50 g/m², tloušťka 41 μm, výrobce MOSAICO, Itálie
- Fólie PP30 Radil C – tloušťka 30 μm, povrchová úprava korunou, výrobce RADICIFILM SPA, Itálie

3.1. PŘÍPRAVA NÁTISKŮ

Na nátisk vzorků byly použity dvě barvy od firmy Sun Chemical: -běžná flexotisková barva a biodegradabilní barva. Jako potiskované materiály byly vybrány: natíraný papír s plošnou hmotností 50 g/m² a polypropylenová fólie tloušťky 30 μm. Tisk byl proveden na zkušebním flexotiskovém stroji Flexo-Proof F.P. 100/300 firmy Saueressig, Německo. Pro tisk byl použit rastrový válec s hustotou jamek 100l/cm, rychlost tisku byla 15 m/min.

Příprava poloautomatického flexotiskového nátiskového stroje probíhala následujícími kroky:

- a) vybraný potiskovaný materiál navinutý na kotouč, byl umístěn na horní zásobní hřídel (viz obr. č. 4) a poté byl natažen přes tlakový válec až k navíjecí hřídeli tak, aby byl materiál napnutý a byl v rovině
- b) poté byl usazen rastrový a formový válec
- c) stírací nůž byl nastaven tak, aby doléhal těsně na rastrový válec (vznikl „žlábek“, do kterého se později umístila tisková barva)
- d) tlak mezi formovým a tlakovým válcem se kontroval pomocí ukazatele tlaku na budíku (viz obr. č. 5)

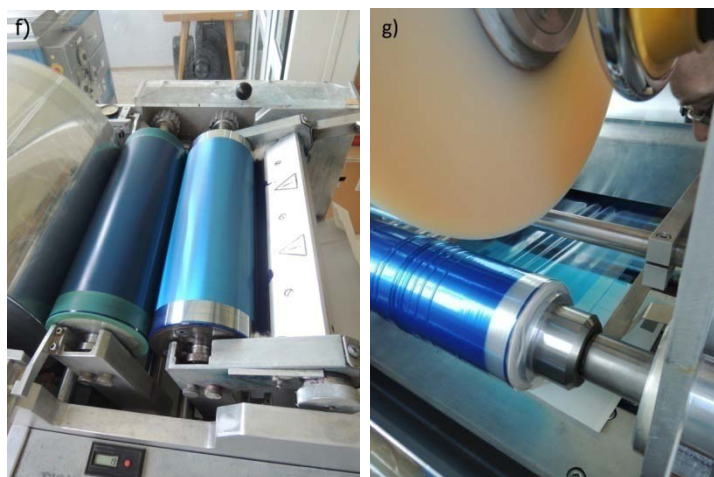
- e) rastrový válec byl přistaven k formovému válci a tlak byl opět zkontrolován a doladěn na předem předepsaných 100 μm
- f) tisková barva byla nanesena do „žlábků“ vzniklého mezi rastrovým válcem a stíracím nožem a tisk mohl započít
- g) hotový potisknutý materiál se navíjel na předem připravenou kartonovou dutinku



Obrázek č. 4 – nátiskový stroj, natažení a napnutí potiskovaného materiálu - a)



Obrázek č. 5 – rastrový a formový válec, „žlábek“, budík – b), c), d)



Obrázek č. 6 – nalití barvy do žlábků a samotný tisk – f), g)

3.2. TESTY ODOLNOSTI TISKU VŮČI UV ZÁŘENÍ A ODOLNOSTI VŮČI ODĚRU

3.2.1. UV testy

Z hotových nátisků byly vystříhány 4 čtverečky přibližně 5 x 5 cm. Každý čtvereček definoval jinou barvu a jiný materiál:

1. Biodegradabilní barva, papír (později označováno jako papir_saga C)
2. Klasická flexo. barva, papír (papir_poliroto C)
3. Biodegradabilní barva, PP fólie (PP_saga C)
4. Klasická flexo. barva, PP fólie (PP_poliroto C)

Čtverečky byly připevněny na jeden arch papíru (viz obr. č. 7), který sloužil jako nosná podložka pro průchod UV tunelem MINITERM 220 od firmy *Aerotherm*.



Obrázek č. 7 – vzorky nátisků, UV tunel, nátisky procházející tunelem

Papír se vzorky byl vložen na pohyblivý pás, který procházel sušícím tunelem. Poté byla nastavena energie záření středotlakové rtuťové výbojky. Záření v UV oblasti bylo stanoveno radiomentrem UV-integrator (firmy UV-technik) a to $553 \text{ mJ/cm}^2 (= 0,553 \text{ J/cm}^2)$ na jeden průchod tunelem. Energie záření se mohla v průběhu měření zvyšovat, pokud by nebyla pozorována velká gradace barevné změny osvětleného vzorku. Jelikož se ale měřil vzorek na PP fólii, bylo nutné udržovat dávku záření tak, aby ohřev vzorku byl minimální, protože se zvyšující se energií by na fólii působilo více tepla, což by ji mohlo zdeformovat. Papír by se vlivem větší energie nijak nepoškodil.

Než byl vzorek vystaven UV záření, byly naměřeny hodnoty L^* , a^* , b^* (z níž se později vypočítávala změna barevného odstínu ΔE) senzitometrem GRETAG SPM50. Po určitých intervalech působení UV záření se měření L^* , a^* , b^* hodnot opakovalo. Výsledné naměřené hodnoty byly zapsány do tabulky a porovnány.

Tabulka č. 5 – Hodnoty CIE LAB parametrů $L^*a^*b^*$ plných ploch tisků s biodegradabilní barvou Saga C po osvitě UV zářením

biodegradabilní flexotisková barva						
energie (J/cm ²)	papír			PP		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	46,79	-34,81	-53,30	52,77	-47,22	-50,84
0,553	46,49	-34,50	-53,41	52,13	-46,25	-50,77
1,659	46,77	-34,69	-52,97	52,22	-46,81	-50,45
4,424	46,48	-34,99	-52,40	52,14	-46,78	-50,00
8,295	46,57	-35,31	-51,61	52,14	-47,16	-49,84
16,590	46,48	-35,32	-51,37	51,87	-47,31	-49,71
14,580	46,59	-35,41	-51,35	52,08	-47,44	-49,57
49,770	46,47	-35,17	-50,92	50,74	-46,66	-49,60
71,890	46,78	-35,01	-50,27	54,18	-50,22	-47,53
110,600	47,02	-34,96	-49,94	54,33	-50,93	-46,77
165,900	47,13	-34,41	-49,66	54,31	-50,87	-46,25

Tabulka č. 6 - Hodnoty CIELAB parametrů $L^*a^*b^*$ plných ploch tisků s konvenční barvou Poliroto C po osvitě UV zářením

klasická flexotisková olejová barva						
energie (J/cm ²)	papír			PP		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	47,50	-30,56	-52,16	50,72	-45,86	-51,49
0,553	47,54	-30,01	-51,88	50,02	-44,43	-51,18
1,659	47,30	-30,09	-51,88	50,19	-44,82	-51,10
4,424	47,69	-30,99	-51,30	50,12	-44,71	-50,91
8,295	47,09	-31,00	-51,38	49,98	-44,56	-50,45
16,590	47,26	-30,78	-50,54	49,93	-44,33	-50,42
14,580	47,21	-31,22	-50,46	50,07	-44,60	-50,38
49,770	47,21	-31,64	-49,93	50,90	-46,34	-48,90
71,890	47,50	-32,12	-49,65	51,54	-46,27	-48,30
110,600	47,41	-32,72	-49,24	51,66	-47,05	-48,03
165,900	47,51	-33,17	-48,87	52,32	-47,40	-48,87

V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty ze tří měření na různých místech vzorku.

Z hodnot uvedených v tabulkách 5. a 6. je vidět, že vlivem UV záření se parametry obou barev nepatrně měnily. I při vysoké dávce UV záření není pozorovaná změna naměřených hodnot markantní, z čehož vyplývá, že jsou obě barvy světlostálé. Dále jde vypořádat, že $L^*a^*b^*$ hodnoty jedné barvy jsou odlišné při potisku jiného materiálu.

Z naměřených hodnot byla vypočítána změna barevného odstínu ΔE podle vzorečku:

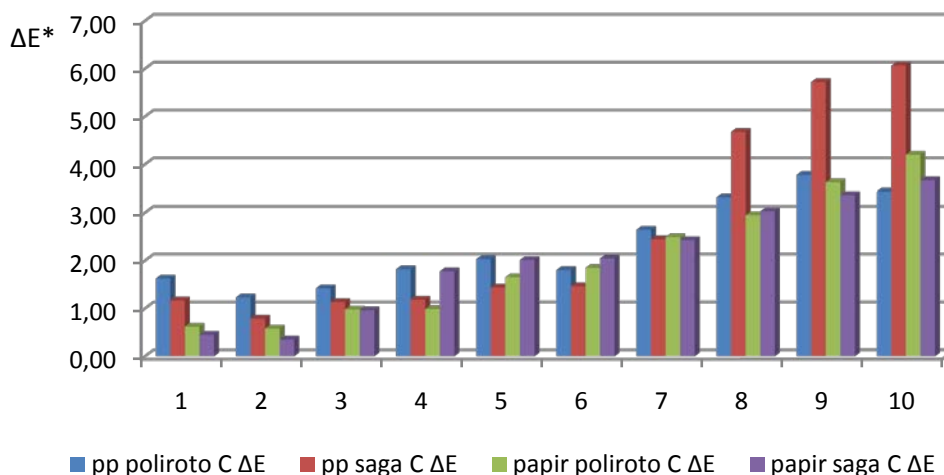
$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_i^*)^2 + (a_0^* - a_i^*)^2 + (b_0^* - b_i^*)^2}$$

Kde L_0^* , a_0^* , b_0^* jsou hodnoty vzorku bez osvětlení a L_i^* , a_i^* , b_i^* jsou hodnoty vzorku s příslušnou dávkou ozáření.

Hodnoty ΔE^* byly zapsány do tabulky č. 7. Pro lepší zobrazení rozdílů, je sestaven dle hodnot graf závislosti barevné odchylky na energii dávky UV záření, který ukazuje, že největší barevná změna se projevila u vzorku PP fólie s biodegradabilní barvou. K rozdílným hodnotám přispěl zvýšený počet průjezdů UV tunelem. Na vzorek působilo teplo delší dobu a mohlo dojít k mírnému zdeformování PP fólie. U PP fólie potisknuté běžnou flexotiskovou barvou k takovým změnám nedošlo.

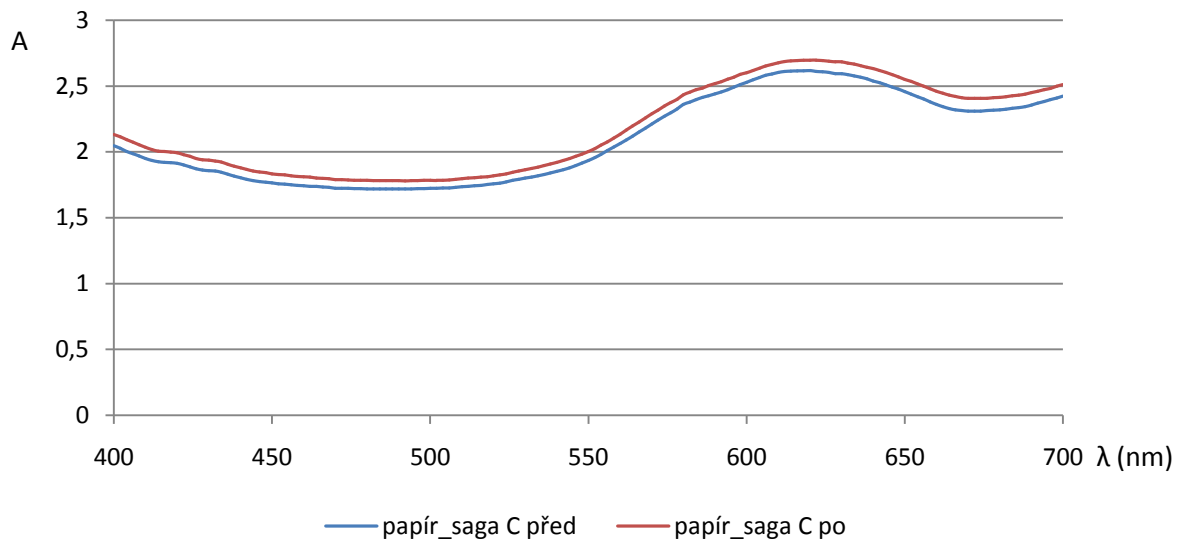
Tabulka č. 7 – Hodnoty barevné odchylky ΔE^* testovaných vzorků tisku po expozici UV zářením

počet průjezdů tunelem	množství energie (J/cm ²)	pp		papir	
		Poliroto C	Saga C	Poliroto C	Saga C
		ΔE	ΔE	ΔE	ΔE
1	0,553	1,63	1,17	0,62	0,45
3	1,659	1,23	0,79	0,58	0,35
8	4,424	1,42	1,13	0,98	0,96
15	8,295	1,82	1,18	0,99	1,78
30	16,590	2,03	1,44	1,65	2,01
50	14,580	1,80	1,46	1,85	2,05
90	49,770	2,65	2,45	2,49	2,43
130	71,890	3,32	4,68	2,95	3,03
200	110,600	3,78	5,72	3,63	3,37
300	165,900	3,44	6,07	4,20	3,67

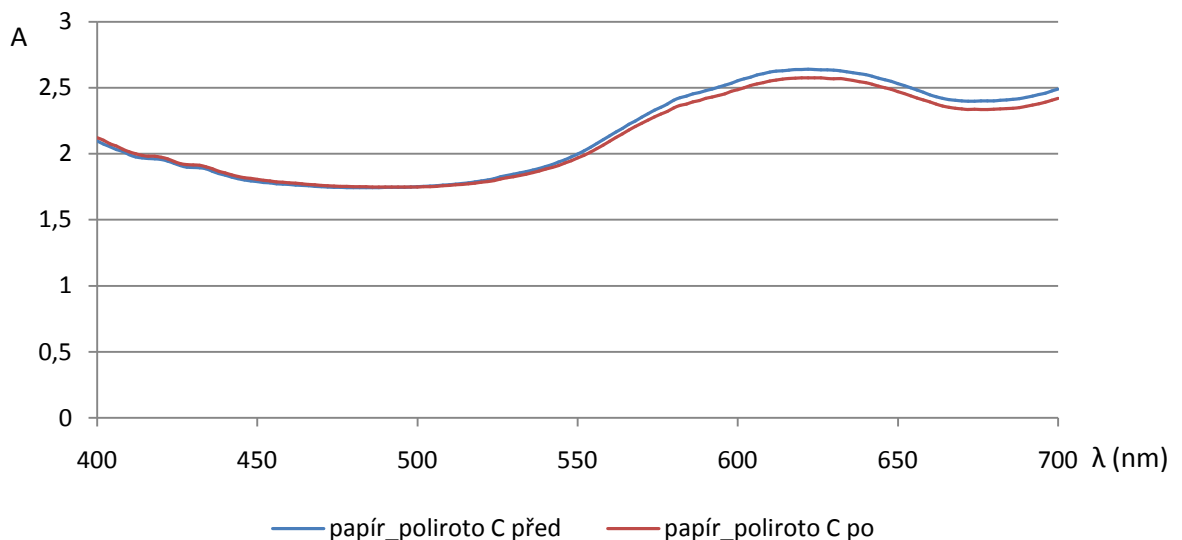


Obrázek č. 8 – Hodnoty barevné odchylky ΔE^* testovaných vzorků tisku po expozici UV záření

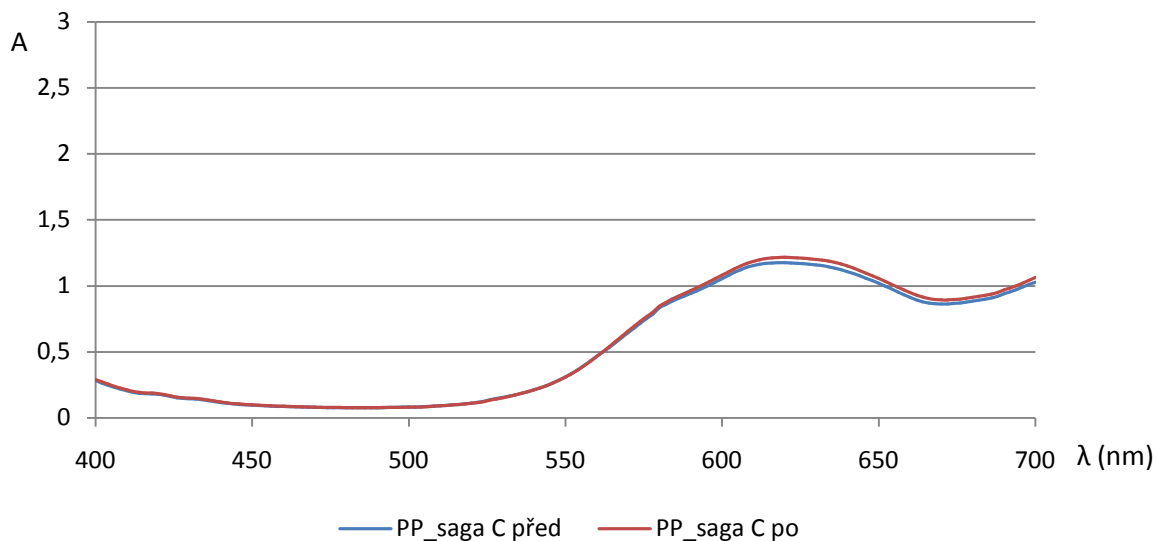
Dále z natištěných vzorků byly vystřiženy další 4 malé čtverečky o rozměru max. 2 x 2 cm, které sloužily pro měření spektra před a po osvitě UV zářením. Opět každý čtvereček definoval jinou barvu a jiný potiskovaný materiál (PP_poliroto C; PP_saga C; papír_poliroto C; papír_saga C). Každý čtvereček zvlášť byl upevněn v nádstavci a vložen do UV/VIS spektrometru Specord 210 (od firmy Analytik Jena AG, Německo), kde probíhalo měření spektra pomocí halogenové lampy. Proměřovalo se absorpční spektrum ve viditelném záření od 400 nm do 700 nm s krokem 2 nm, rychlostí 10 nm/s a se štěrbinou velikostí 1 nm (tím se udává, jaké množství světla dopadá na vzorek). Měření probíhalo za pokojové teploty. Po naměření absorpčních spekter byly vzorky přilepeny k větším vzorkům na nosném papíře, aby průchod UV tunelem byl jednodušší (viz obr. č. 7 vpravo). Po celkovém osvitě byly vzorky odděleny a byla proměřena absorpční spektra za stejných podmínek jako před osvitě. Výsledné grafy viz níže.



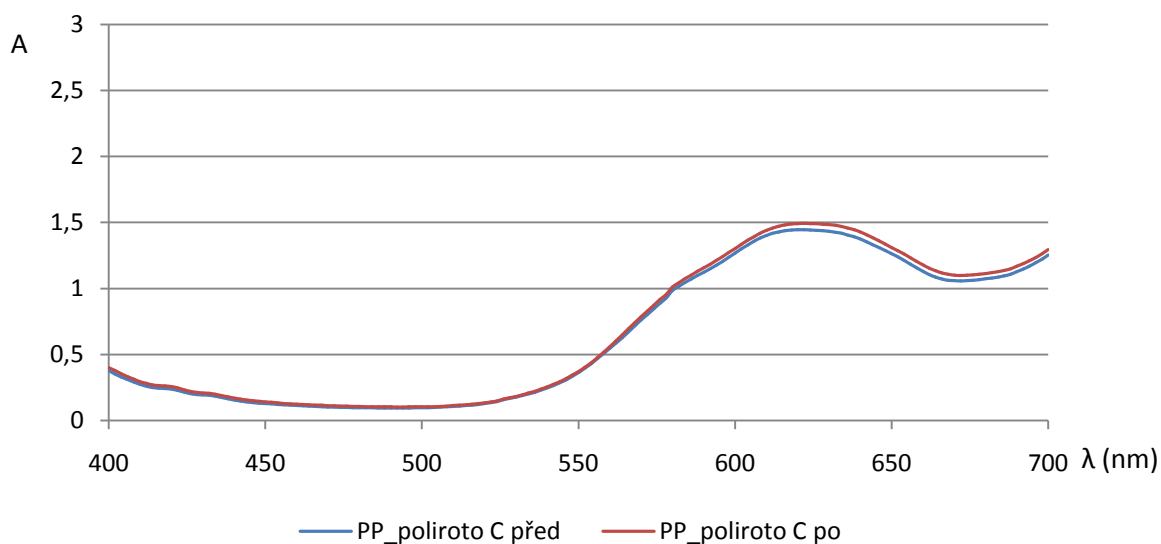
Obrázek č. 9 – Absorpční spektra vzorků tisku biodegradabilní barvy na papíře před a po osvitě UV záření



Obrázek č. 10 – Absorpční spektra vzorků tisku klasické barvy na papíře před a po osvitě UV záření



Obrázek č. 11 – Absorpční spektra vzorků tisku biodegradabilní barvy na PP fólii před a po osvitě UV záření



Obrázek č. 12 – Absorpční spektra vzorků tisku klasické barvy na PP fólii před a po osvitě UV záření

3.2.2. Test odolnosti tisku proti oděru

Vzorky tisků na papíru se testovaly (jak neosvícené, tak osvícené UV zářením) na poloautomatickém stroji INK RUB TESTER f. The TMI Group of Companies (viz obr. č. 8). K oděru byl použit shodný papír, na kterém proběhl tisk vzorků, a odíralo se rubovou stranou, která simuluje kontakt nepotištěné strany papíru s potištěnou při navíjení kotouče nebo při archovém tisku ve vykladači. Na stroji byly nastaveny počty cyklů a rychlost cyklů oděru za minutu. Oděr by měl probíhat za stejných podmínek po celou dobu měření. INK RUB TESTER byl tedy nastaven na 200 cyklů rychlostí 100cyklů/min.

Na těžítko (které je vyjímatelné) byl upevněn nepotištěný vzorek papíru, který byl vystřihnut na předem definované rozměry (18 x 3 cm) a na podložku se připevnil potištěný vzorek (obr. č. 13 vpravo).



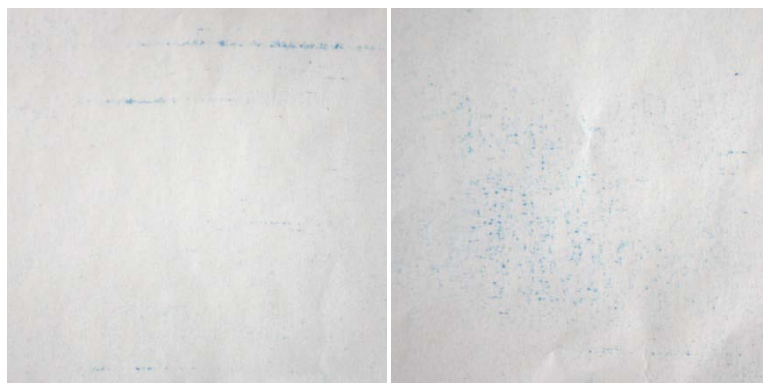
Obrázek č. 13 – INK RUB TESTER na testování oděru

Kontrola oděru se provádí buď vizuálně, nebo se měří denzita vzorků před a po oděru. V tomto případě měření denzity bylo nežádoucí. Měření denzity v malé ploše vzorku by totiž nebylo spolehlivé, vzhledem k nerovnoměrnosti rozložení stop po oděru. Kontrola proběhla tedy vizuálně podle stupnice, která je zobrazena na obrázku č. 14.



Obrázek č. 14 – kontrolní stupnice oděru

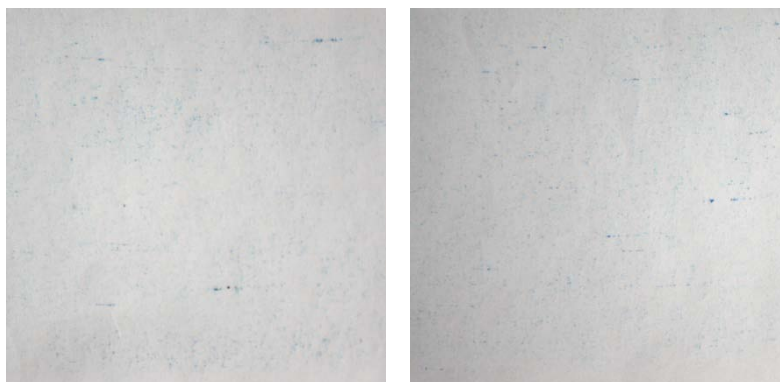
V následujících několika obrázcích jsou fotografie měřených vzorků, všechny oděry jsou dle kontrolní stupnice nepatrné. Což znamená, že jsou dobře odolné vůči oděru. Jen po osvětlení UV zářením se u biodegradabilní a klasické flexotiskové barvy projevil mírný nárůst oděru, z čehož vyplývá, že po osvětlení UV zářením jsou více náchylné na oděr. Ovšem ani tehdy to není znatelné. Oděr na PP fóliích po osvětlení UV zářením se neprováděl z důvodu mírné deformace fólie vlivem většího počtu průchodů UV tunelem.



Obrázek č. 15 – Stopy po oděru papíru potištěného biodegradabilní barvou, před osvitom UV



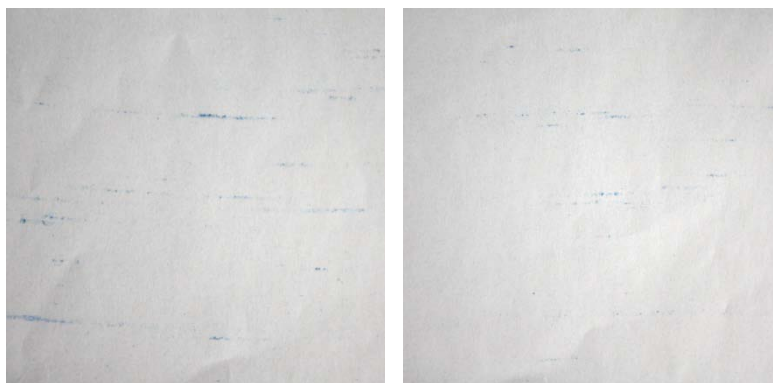
Obrázek č. 16 – Stopy po oděru papíru potištěného biodegradabilní barvou, po osvitu UV



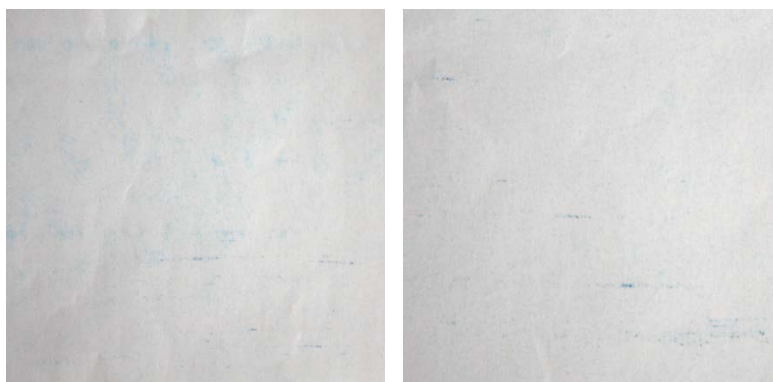
Obrázek č. 17 – Stopy po oděru papíru potištěného klasickou flex. barvou, před osvitom UV



Obrázek č. 18 – Stopy po oděru papíru potištěného klasickou flexotiskovou barvou, po osvitu UV



Obrázek č. 19 – Stopy po oděru PP fólie potisknuté biodegradabilní barvou, před osvitom UV



Obrázek č. 20 – Stopy po oděru PP fólie potisknuté biodegradabilní barvou, před osvitom UV

Z celého měření vychází skutečnost, že barvy SunChemical mají výbornou světlostálost a dobrou odolnosť vůči oděru. Zejména to může být způsobeno kvalitními pigmenty, které jsou v barvách obsaženy.

4. ZÁVĚR

V Evropské Unii byla vytvořena, přijata a schválena spousta zákonů a vyhlášek určující pravidla při zacházení s materiály a předměty, které mají přijít do styku s potravinami. Vztahuje se to především na zacházení a výrobu tiskových barev, laků, potiskovaných materiálů i mycích prostředků. Žádný z těchto materiálů by neměl obsahovat chemické látky, které by mohly migrovat do potravin. Měla by se veškerá daná pravidla respektovat, aby nedocházelo k migraci daných nežádoucích látek a tím ke kontaminaci balené potravin.

Nejčastěji se používají nízkomigrační (LM) a nízkozápachové (LH) barvy i laky, u kterých je předpoklad, že žádné z nežádoucích migrujících látek neobsahují. Pro potisk potravinářských obalů jsou vhodné i ekologické barvy, které svým složením nenarušují životní prostředí. Bohužel, ale ani tyto barvy nejsou 100% nezávadné. Nemohou být složeny pouze z přírodních zdrojů, protože by pak ztratily své tiskové vlastnosti, jako např.: přilnavost k potiskovanému materiálu. Je třeba proto zohledňovat i složení samotného potiskovaného materiálu, u kterého jsou důležité bariérové vlastnosti, které by zabránily případným chemickým látkám projít až k potravíně.

Výrobou nezávadných barev, laků, lepidel a dalších materiálů se zabývá spousta zahraničních firem, nejvíce se tato činnost vyvíjí v Německu, dále pak ve Francii a Švýcarsku. V České Republice je zastoupení firem zabývajících se touto problematikou zatím nízké. Je to zejména firma Sun Chemical a firmy, které jsou distributorem zahraničních firem (Tosto, spol. s.r.o., Repromat nebo Grafoservis).

Cílem experimentální části bylo zjistit, zda biodegradabilní barvy jsou srovnatelné s běžně používanými flexotiskovými barvami. K testování byly použity dvě barvy firmy Sun Chemical, a to biodegradabilní barva s označením Saga BIO C a lihová barva Poliroto C. Zkoumaly se dvě vlastnosti, vliv UV záření na stabilitu barvy a odolnost proti oděru.

Z testů je patrné, že výsledky obou barev se od sebe liší nepatrně, a že obě barvy obsahují kvalitní pigmenty, které zaručují barvám vysokou světlostálost a dobrou odolnost proti oděru i po osvětlení UV zářením. Biodegradabilní barva Saga BIO C svým složením neznatelně ovlivňuje své tiskové vlastnosti.

Soupis literatury:

- [1] <<http://www.bezpecnostpotravin.cz>>
- [2] Kaplanová M. a kolektiv, Moderní polygrafie, Svaz moderních podnikatelů, Praha, 2009.
- [3] *Složení tiskových barev, suroviny a způsoby zasychání*; [online][cit. 06-02-2013] dostupné z:
<www.mauglik.wz.cz/zkousky/Maturita/Polygraficke_materialy/9.do>
- [4] *Ofsetové, knihtiskové, hlubotiskové a flexotiskové barvy*; dostupné z:
Polygrafické Materiály, prezentace č. 9, 10
- [5] *Co všechno můžeme chtít od tiskových barev?*; dostupné z:
Časopis PACKAGINK 6/2012, str. 20-22
- [6] *Aktuální téma: Migrace nežádoucích látek z obalů*; dostupné z:
Časopis PACKAGING 3/2011, str. 10-11
- [7] *Nízkomigrační barvy*; [online] [cit. 07-02-2013] dostupné z:
<<http://www.svettisku.cz/buxus/generatepage.php?phpid=6142>>
- [8] *Pro potravinářské obaly jen nízkomigrační barvy*; dostupné z:
Časopis SVĚT BALENÍ 5/2011 str. 11-12
- [9] *Ekologické barvy a vývoj tiskových barev*; dostupné z:
Časopis SVĚT TISKU 01/2009 str. 65-68
- [10] *Nízkomigrační barvy*; dostupné z:
Časopis SVĚT TISKU 7-8/2010 str. 42-43
- [11] *Nemigrující laky pro potravinářské obaly*; [online] [cit. 13-02-2013] dostupné z:
<<http://www.packaging-cz.cz/aktuality/7/Nemigrujici-laky-pro-potravinarske-obaly/>>
- [12] *LM laky pro potravinářské obaly*; dostupné z:
Časopis PACKAGING 4/2011 str. 36-37
- [13] *Laminační lepidla pro bezpečné balení potravin*; [online] [cit. 13-02-2013] dostupné z:
<http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3167&buxus_svettisku=>
- [14] *Tisk potravinářských obalů*; [online] [cit. 13-02-2013] dostupné z:
<http://www.svettisku.com/buxus/generate_page.php?page_id=3043&buxus_svettisku=c93e5ec8ef288846074de99dbb95bfe1>

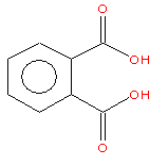
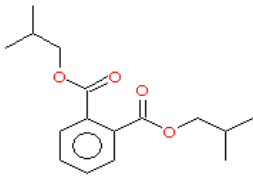
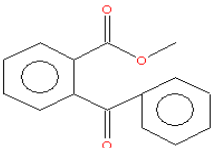
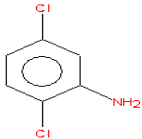
- [15] *EPLLE Druckfarben, Bo Food MU*; [online] [cit. 13-02-2013] dostupné z:
<http://grafoservis.cz/emdata/productfile/817_BoFood%20MU.pdf>
- [16] *EPLLE Druckfarben, Bo Food Organic*; [online] [cit. 13-02-2013] dostupné z:
<http://grafoservis.cz/emdata/productfile/499_BoFood%20Organic.pdf>
- [17] *Flexotiskové barvy pro potisk různých materiálů*; [online] [cit. 04-03-2013] dostupné z:
<http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=6164>
- [18] *Barvy pro flexotisk*; [online] [cit. 04-03-2013] dostupné z:
<http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3476>
- [19] *ROTAČNÍ VÝROBA OBALŮ: Ofsetové stroje archové i kotoučové*; [online] [cit. 05-03-2013] dostupné z:
<<http://www.svetbaleni.cz/vyrobci-dodavatele/sb-5-2010-dodavatel-rotan-vroba-obal-ofsetove-stroje-archove-i-kotoucove.htm>>
- [20] *Spojování materiálů v obalové technice lepením II.*; dostupné z:
Časopis PACKAGINK 1/2012, str. 22-25
- [21] *Obaly potravin pod mikroskopem*; dostupné z:
Časopis SVĚT BALENÍ 2/2009, str. 28-29
- [22] *Obalové materiály vhodné pro použití v potravinářském průmyslu*; dostupné z:
Bakalářská práce Radka Martáka 2008, Univerzita Vysoké učení technické v Brně
- [23] *Trendy v obalovém průmyslu*; dostupné z:
Časopis SVĚT TISKU 11/2010, str. 43-45
- [24] *Ekologické zpracování použitých obalů*; dostupné z:
Časopis SVĚT TISKU 1/2011, str. 61-64
- [25] *Trvale udržitelné obaly*; dostupné z:
Časopis SVĚT TISKU 6/2010, str. 67-68
- [26] *Obalové fólie z biodegradabilních plastů*; [online] [cit. 21-03-2013] dostupné z:
<<http://www.svetbaleni.cz/vyrobci-dodavatele/sb-1-2009-dodavatel-materily-obalove-folie-z-biodegradabilnich-plastu.htm>>
- [27] *Prezentace „Syrovátko jako obalový materiál“*, autor: Petra Dobrovičová



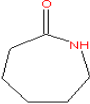
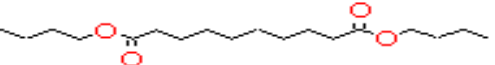
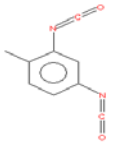
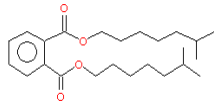
- [28] *OBALY A POTRAVINY: Obaly pro potraviny pod unijním tlakem*; [online] [cit. 21-03-2013] <<http://www.svetbaleni.cz/obaly-a/sb-3-4-2012-obaly-a-potraviny-obaly-pro-potraviny-pod-unijnim-tlakem.htm>>
- [29] Obaly s antimikrobiální aktivitou, dostupné z: Časopis PACKAGING 2/2009, str. 42-45
- [30] *Teprve barevný obal obal prodává?*, dostupné z: Časopis PACKAGING 2/2012, str. 26-27
- [31] *Novinky v ofsetových tiskových barvách*; [online] [cit. 21-03-2013] dostupné z: <<http://www.svetbaleni.cz/technologie/sb-3-2010-technologie-novinky-v-ofsetovych-tiskovych-barvach.html>>
- [32] *Prozesssicherer Verpackungsdruck*; dostupné z: Časopis DER DRUCKSPIEGEL 11/2011, str. 32-33
- [33] *Mineralölbestandteile in LebensmittelVerpackungen*; dostupné z: Časopis FLEXO + TIEF – DRUCK 6/2011, str. 10-11
- [34] *Balení prodlužuje trvanlivost potraviny*; dostupné z: Časopis PACKAGING 1/2012, str.10-12
- [35] *Lebensmittelverpackung geth uns alle an...*; dostupné z: Časopis DER DRUCKSPIEGEL 11/2011, str. 28-30
- [36] *Výrobky určené pro styk s potravinami*; [online] [cit. 22-04-2013] <<http://www.szu.cz/vyrobyky-a-materialy-urcene-pro-styk-s-potravinami>>
- [37] *health and consumers*; [online] [cit. 22-04-2013] <http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/legisl_list_en.htm>
- [38] Eur Lex, přístup k právu EU; [online] [cit. 22-04-2013] <<http://eur-lex.europa.eu/cs/index.htm>>
- [39] *Chování potoštěných biodegradabilních materiálů*, dostupné z: Diplomová práce Veroniky Tkáčové; Univerzita Pardubice, Chemicko-technologická fakulta, Polygrafie, 2013
- [40] materiály od pana Doc. Ing. Jaroslava Dobiáše, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie

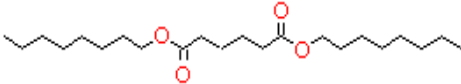

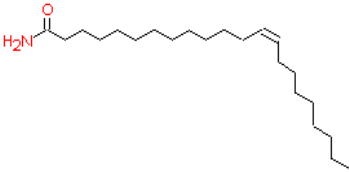
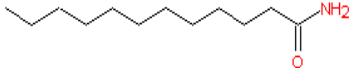
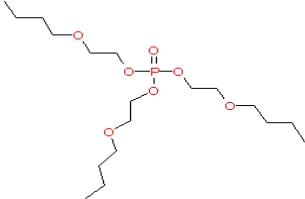
Seznam použitých zkratk:

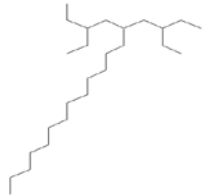
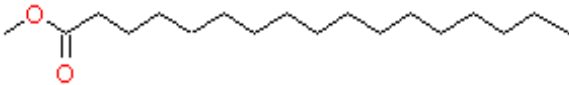
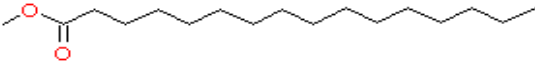
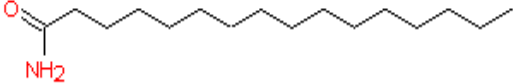
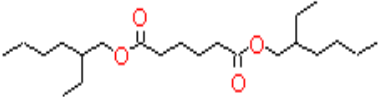
CO²	oxid uhličitý
EB	elektron beam (elektronový paprsek)
EU	Evropská Unie
LH	Low-hex (nízkozápachové)
LM	Low-migration (nízkomigrační)
NCO	izokyanát
OH	hydroxyl (OH skupiny = hydroxylové skupiny)
PE	polyethylen
PP	polypropylen
PUR	polyurethan
PVC	polyvinyl chlorid
UV	ultra violet (ultrafialové záření)
VIS	visible (viditelné záření)


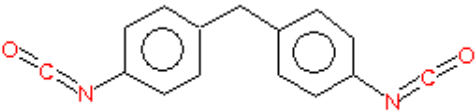
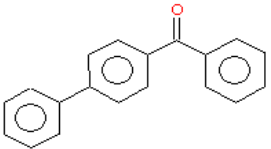
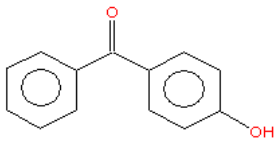
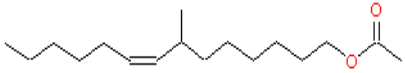
Příloha I. – migranti

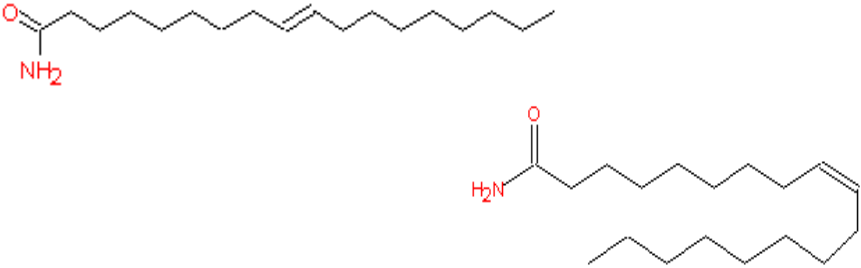
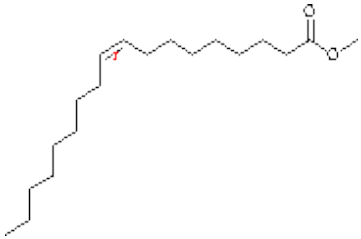
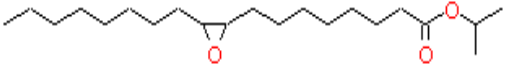

	migrant	vzorec	vlastnosti, použití
1	1,2-benzenedicarboxylic acid (phthalic acid)		k výrobě barviv
2	1,2-benzenedicarboxylic acid, bis (2-methylpropyl) ester (phthalic acid, diisobutyl ester)		výroba lepidel a tmelů, změkčovadlo do plastů a nátěrových hmot
3	benzoic acid, 2-benzoyl-, methyl ester (benzoic acid, o-benzoyl-, methyl ester)		fotoiniciátor, urychlovač tuhnutí, úprava povrchů
4	benzenamine, 2,5-dichloro- (aniline, 2,5-dichloro-)		pesticidní přípravek


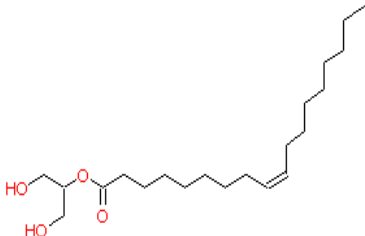

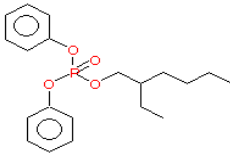
5	butyl ester hexadecanoic acid (butyl ester palmitic acid)		látky určené k aromatizaci, použití v potravinách nebo na jejich povrchu
6	butyl ester octadecanoic acid (butyl ester stearic acid)		látky určené k aromatizaci
7	caprolactam (hexahydro-2H-azepin-2-one)		součást kopolymerů, antistatické činidlo
8	decanedioic acid, dibutyl ester (sebacic acid, dibutyl ester)		vyhlazující přísada, filmtvorná přísada, změkčovadlo
9	2,4-diisocyanato-1-methyl- benzene (2,4-diisocyanato-1- methylbenzene)		součást zesíťovaných materiálů, polymerů
10	diisooctyl ester 1,2- benzenedicarboxylic acid (diisooctyl phthalate)		změkčovadlo, emulgátor, náterové barvy

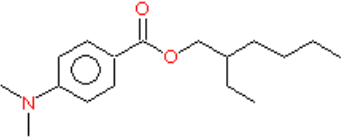
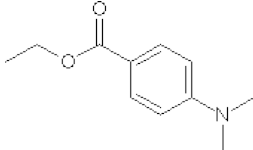
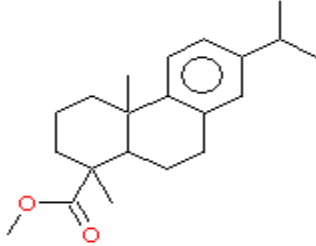
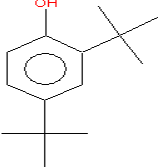
11	dioctyl ester hexanedioic acid (dioctyl ester adipic acid)		změkčovaadlo
12	1-docosanol (behenic alcohol)		
13	13-docosenamide (Z)- (erucylamide)		kluzné činidlo
14	dodecanamide (lauramide)		
15	ethanol, 2-butoxy-, phosphate (3:1) (phosphoric acid, tributoxyethyl ester)		lubrikant, odpěňovací činidlo

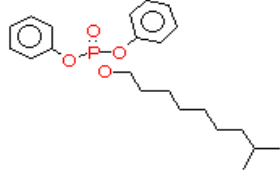
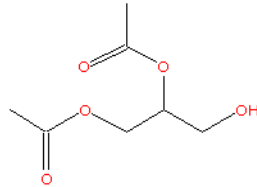
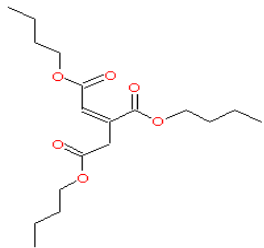
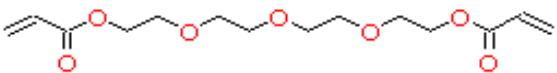
16	<p>3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)- octadecane (3-ethyl-5- (2'-ethylbutyl) octadecane)</p>		
17	<p>heptadecanoic acid, methyl ester (margaric acid methyl ester) (methyl heptadecanoate)</p>		
18	<p>hexadecanoic acid, methyl ester (palmitic acid, methyl ester)</p>		
19	<p>hexadecanamide (palmitadime)</p>		
20	<p>hexanedioic acid, bis(2- ethylhexyl) ester (bis (2-ethylhexyl) ester adipic acid)</p>		

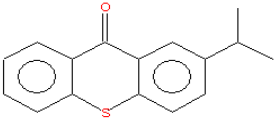
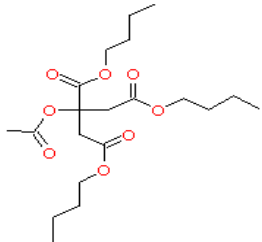
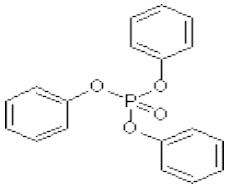
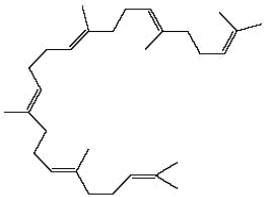
21	1-hexadecanol (n-hexadecan-1-ol)		
22	1,1'-methylenebis[4-isocyanato- benzene (p, p'-diphenylmethane diisocyanate)		surovina pro polyuretany
23	methanone, [1,1'-biphenyl]-4- ylphenyl- (benzophenone, 4-phenyl-)		UV stabilizátor, fotoiniciátor
24	methanone, (4- hydroxyphenyl)phenyl- (benzophenone, 4-hydroxy-)		UV stabilizátor, fotoiniciátor
25	7-methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate		

26	<p>9-octadecenamide (amid ow)</p> <p>(Z)-9-octadecenamide (oleic acid amide)</p>		přísada do barev
27	<p>(Z)-9-octadecenoic acid, methyl ester (methyl oleate)</p>		
28	<p>octadecanoic acid, 9,10-epoxy-, isopropyl ester (isopropyl 8-(3-octyl-2-oxiranyl) octanoate)</p>		
29	<p>octadecanoic acid, methyl ester (stearic acid, methyl ester)</p>		

30	9-octadecenoic acid (Z)-, 2-butoxyethyl ester (2-butoxyethyl oleate)		
31	9-octadecenoic acid (Z)-, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester (2-mono- olein)		
32	9-octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, cis-, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl (9E)-		
33	octicizer (2-ethylhexyl diphenyl ester phosphoric acid)		změkčovač, zpomalovač hoření

34	<p>Padimate O (2-ethylhexyl-4-dimethylaminobenzoate)</p>		UV absorbér, fotoiniciátor
35	<p>4-(dimethylamio)-benzoic acid, ethyl ester ethyl 4-dimethylaminobenzoate (ethyl p-N,N-dimethylaminobenzoate)</p>		
36	<p>1-phenanthrenecarboxylic acid, 1,2,3,4,4a,9,10, 10a-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-methyl ester, [1R-(1à,4aà,10aà)]-Podocarpa-8,11, 13-trien-15-oic acid, 13-isopropyl-, methyl ester</p>		
37	<p>phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (phenol, 2,4-di-tert-butyl-)</p>		UV absorbér

38	<p>phosphoric acid, isodecyl diphenyl ester (isodecyl diphenyl phosphate)</p>		<p>změkčovadlo, zpomalovač hoření</p>
39	<p>1,2,3-propanetriol, diacetate (diacetylglycerol), diacetin</p>		<p>zlepšení bariérových vlastností, změkčovadlo</p>
40	<p>1-propene-1,2,3-tricarboxylic acid, tributyl ester (tributyl aconitate)</p>		
41	<p>2-propenoic acid, oxybis(2,1-ethanedioxy-2,1-ethanedioyl) ester (acrylic acid, diester with tetraethylene glykol)</p>		<p>Adheziva (=přípravky do lepidel)</p>

42	<p>9H-thioxanthen-9-one, 2-(1-methylethyl)- (2-isopropylthioxanthenone)</p>		fotoiniciátor
43	<p>tributyl acetylcitrate (1,2,3-propanetricarboxylic acid, 2-(acetyloxy)-, tributyl ester)</p>		změkčovač
44	<p>triphenyl phosphate phosphoric acid triphenyl ester; TPP</p>		změkčovač, antioxidant, součást laků a fermeží
45	<p>squalene (2,6,10,15,19,23-hexamethyl- 2,6,10,14,18,22-tetracosahexaene)</p>		

[40]

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Ekologicky přijatelné tiskové barvy pro potisk obalů potravin
Autor práce	Petra Dobrovičová
Obor	Polygrafie 34-31-7
Rok obhajoby	2013
Vedoucí práce	prof. RNDr. Marie Kaplanová, CSc.
Anotace	Předmětem bakalářské práce je potisk potravinářských obalů. Problematika s výběrem barvy a výběrem obalového materiálu, jejich výrobou a zacházení s nimi, je umírněna nespočetnými vyhláškami a nařízeními, které se při jejich manipulaci striktně dodržují. Pravidla musí být dodržena vzhledem k zachování funkčnosti potravinářských obalů a zároveň nezávadnosti vůči balené potravíně.
Klíčová slova	migrace, biodegradabilita, nízkomigrační barvy, ekologie