

PET KONTRA SKLO NA TRHU NÁPOJŮ

Prof. Ing. DUŠAN ČURDA, CSc., VŠCHT Praha

Klíčová slova: obaly, sklo, plasty, odpady, recyklace

1 STRUČNÁ HISTORIE VÝVOJE OBALOVÉ TECHNIKY

V posledních několika letech na evropské obalářské scéně a v poslední době také u nás jsme svědky prudce narůstajícího tlaku PET lahví na vstup do oborů, které byly tradiční doménou skleněných obalů.

Je užitečné podívat se na tento problém trochu v širších souvislostech. Patrně málokterý obor disponuje tak širokým spektrem konstrukčních materiálů, jako obalová technika. Sledujeme-li vývoj v tomto oboru v delším časovém úseku, můžeme konstatovat takřka čítankové příklady ostrého konkurenčního boje mezi jednotlivými obalovými materiály, což vede ke stále se rozšiřujícímu sortimentu těchto materiálů, zlepšování jejich funkčních vlastností i optimalizaci jejich uplatnění. Je tomu tak bezpochyby i proto, že obal hraje významnou roli v realizaci příslušného výrobku na trhu. Vzhledem k tomu, že celkový objem baleného zboží stále stoupá, a s ním i potřeba obalových materiálů, nešlo ani tak o vytěsňování určitých obalových prostředků z trhu, jako o optimalizaci jejich uplatnění, byť v užším segmentu produkce. Nenažde se mnoho příkladů, kdy by určitý obalový materiál z trhu prakticky zmizel, jako je tomu například u staniolu, tedy cínové fólie, která (přes své některé výborné vlastnosti – např. měkkost, ale především pro svou vysokou cenu) přenechala své pozice hliníkové fólii, a to v populárním označení i včetně svého jména! I když některé plasty mají historii spadající do minulého století,

v masovém měřítku se uplatňují v obalové technice až po 2. světové válce. Všechny ostatní obalové materiály se musejí vyrovnávat s jejich silnou konkurencí, danou možností volby nejrozličnějších variant makromolekulárních struktur a z toho vyplývajícího širokého spektra funkčních vlastností, především bariérových.

2 FUNKČNÍ VLASTNOSTI OBALŮ

Nejprve se musely vypořádat s nástupem plastů papírenské materiály. Tam došlo ovšem v řadě případů k žádoucí symbióze obou těchto materiálů: vrstvení papírenských materiálů plasty umožňuje podstatně rozšířit spektrum aplikačních možností hydrofilních celulóзовých látek, jakými jsou papíry, kartony či lepenky. Dobré mechanické vlastnosti, výborná potiskovatelnost a většinou i přijatelná cena papírenských materiálů se dobře kombinují s výhodnými bariérovými vlastnostmi plastů, přičemž je pro tvorbu příslušného obalu zpravidla velmi příznivě hodnocena i jejich svařovatelnost. Takže (zpravidla) polyethylenem vrstvené kartony, případně s hliníkovou fólií, se staly vedle skleněných lahví, eventuálně plechovek, významným obalem pro nesycené nápoje.

V této souvislosti je vhodné zdůraznit, že modifikace bariérových vlastností plochých, resp. fóliových materiálů, např. kombinace plastových fólií s kovovými, nebo třeba vakuové pokovování plastových fólií, je po technické stránce zpravidla podstatně snazší než úprava

bariérových vlastností složitějších prostorových útvarů, jakými jsou např. předlisky (preformy) pro výrobu plastových (především PET) lahví, které procházejí při vyfukovací operaci dalšími tvarovými změnami. V technické náročnosti případných povrchových úprav takových prostorových útvarů je možno vidět jeden z podstatných důvodů, proč se setkáváme se zvyšováním bariérové účinnosti PET lahví hlavně až v posledních pěti letech.

Pokud jde o skleněné obaly, vyplývá z vlastností tohoto materiálu, že zde není tolik předpokladů k „symbióze“ s plasty jako v případě materiálů papírenských, i když nechybí příklady povrchových aplikací plastů na lahve za účelem snížení rozbitnosti, utlumení rázů, snížení poškrábání skla, zvýšení pevnosti obalů vůči vnitřnímu tlaku, případně zadržení střepein, event. snížení hlučnosti při manipulaci s lahvemi. Pro povrchovou úpravu skleněných lahví byl tak aplikován PE, PVC i epoxidové pryskyřice, a dokonce i válcovité návleky z pěnového PS.

Je ovšem třeba upozornit na skutečnost, že aplikace plastů pro úpravu skleněných lahví komplikuje zpravidla etiketování, možnost pasterace takových obalů, a v případě vratných obalů i jejich mytí.

S určitým zjednodušením můžeme konstatovat, že mezi obaly skleněnými a plastovými převažuje spíše konkurenční vztah. Projevil se nejprve přibližně od 60. let výrazným prosazením se plastových lahví do oblasti bytové

chemie a kosmetiky, hlavně různých typů lahví z PE, ale i PP a PVC.

Mnohem širší spektrum potravinářských výrobků, a především sycených nealkoholických nápojů, pokrylo zavedení PET lahví, které se objevují počátkem 70. let, ale v masivním měřítku se prosazují v této oblasti proti skleněným lahvím především v posledních dvou desetiletích. Bezpochyby tomuto trendu nahrává i skutečnost, že v průmyslově vyspělých zemích stále více lidí dává přednost konzumaci širokého sortimentu průmyslově vyráběných osvěžujících nápojů, minerálních vod i balené pitné vodě před konzumací samotné vodovodní vody. Ve všech těchto případech se ukázaly PET lahve jako vhodné, nebo alespoň přijatelné i pokud jde o bariérové vlastnosti. Nejde jen o požadovanou nízkou propustnost plynů, hlavně kyslíku a oxidu uhličitého. Nelze pominout některé migrační jevy mezi plastovým materiálem a obsahem obalu. V případě PET lahví je to hlavně možnost migrace chuťově výrazného acetaldehydu, který bývá z tohoto plastu uvolňován především následkem tepelné degradace materiálu během výroby obalu. Do struktury plastu může naopak difundovat řada především lipofilních složek náplně, což může hrát nezanedbatelnou roli u vratných obalů.

3 HMOTNOST OBALU OVLIVŇUJE ZÁJEM ZÁKAZNÍKA

Máme-li posoudit postavení PET lahví vůči skleněným obalům komplexněji, je třeba zmínit se o faktoru, který často až překvapivě dominuje při rozhodování zákazníka. Je to jeho pohodlí. Příslušný marketingový požadavek by bylo možno patrně formulovat sloganem „pohodlné výrobky v pohodlných obalech“.

Nízká hmotnost, snadnější otevírání, případně možnost opětovného uzavření, snadnější manipulace, skladnost v lednici, odolnost vůči roztití – to jsou především vlastnosti, kterými se v posledních desetiletích více či méně úspěšně prosazovaly v oblasti nápojářství vůči tradičním skleněným lahvím obaly z vrstveného kartonu, z hliníku, PVC a posléze i z PET.

PET lahve mají v tomto směru zákazníkům bezpochyby co nabídnout. Především jsou podstatně lehčí než lahve skleněné. Zatímco běžná skleněná lahve na 0,7 l minerální vody váží asi 500 g, PET lahev na 1,5 l váží asi 45 g, čili tento plastový obal je na srovnatelné množství nápoje asi 20krát lehčí. Plastové lahve jsou přitom prakticky nerozbitné, dají se otevírat bez použití dalšího nástroje (i když odtržení šroubového uzávěru od garančního kroužku vyžaduje někdy silnější mužskou ruku) a znovu pohodlně uzavírat. Cívkovitě zúžení těla lahve, které je běžné u řady typů, umožňuje pohodlné uchopení. Při

maloobchodní ceně např. minerální vody Mattoni 0,7 l ve skleněné lahvi 5,50 Kč a 1,5 l v PET lahvi 14,- Kč to znamená, že za zmíněné pohodlí nákupu 1,5 l nápoje v nevratném plastovém obalu zaplatí zákazník asi o 2 Kč více v porovnání s nákupem tohoto nápoje ve dvou vratných skleněných lahvích.

V případě piva jde o poměr hmotností uvažované 0,5 l plastové lahve (asi 50 g) k vratné lahvi skleněné (380 g) asi 1 : 8.

Nelze pominout, že jisté vlastnosti „pohodlných“ obalů oceňuje nejen zákazník, ale i předcházející články logistického řetězce, tedy i výrobci, doprava a obchod. Ostatně i možnost pohodlného transportu polotovaru pro vyfukování PET lahví, tedy předlisků o malém objemu z místa jejich (zpravidla velko-) výroby do místa jejich finálního zpracování a plnění patří v podmínkách globalizované ekonomiky bezpochyby k výrazným přednostem.

4 PLASTOVÉ LAHVE A PIVO

Expanzí do oblasti balení piva se dostávají PET lahve do sféry, kde podobně jako v případě vína hraje významnou roli skleněná lahve. Aplikace skla jako dokonale bariérového materiálu je tady opodstatněna především vysokou citlivostí zmíněných nápojů vůči kyslíku. Dominantní postavení piva v tomto směru dokumentuje i *tab. 1*, porovnávající citlivost některých potravinářských výrobků – podle již klasických prací Heissových, které jsou přejímány i v pracích novějších [1].

Snížení propustnosti PET lahví pro plyny na úroveň přijatelnou pro pivo je zpravidla technicky náročné a nákladné. V tomto časopise bylo už o zmíněném problému referováno [2]. Shrňme pouze, že při vyfukování lahve z předlisku dochází k protažení PET, a tím k těsnějšímu uspořádání makromolekul, takže i touto operací se snižuje propustnost, a to jak pro O_2 , tak pro CO_2 . To je však nedostatečné, takže přicházejí v úvahu především vrstvení předlisků méně propustným plastem (nejčastěji polyamidem ve 3 až 5 vrstvách s celkovým obsahem PA asi 5–12 %) nebo povrchová úprava (vnitřního nebo vnějšího povrchu) lahví tenkým uhlíkovým filmem po-

mocí ošetření plazmou. Další cestou je výroba lahví ze směsi PET a PEN (polyethylenafthalát), který má podstatně nižší propustnost než PET, ale je několikanásobně dražší než původní PET materiál.

Tyto podstatně dražší PEN lahve mají také vyšší odolnost vůči tepelnému namáhání než PET lahve, u kterých bývá po zahřevu patrné zřetelné smrštění.

5 EKOLOGICKÉ ASPEKTY

Nakonec, ale v žádném případě nikoliv co do významu, se dotkneme ekologických aspektů nadepsaného tématu. Je smutnou skutečností, že obalový odpad, zaplňující nejen popelnice a skládky, ale i rozptýlený po krajině, se stal přímo synonymem nežádoucích důsledků technické civilizace a konzumního způsobu života. Lehké a objemné PET lahve nabývají v tomto nežádoucím směru rychle dominantní postavení.

Pro hodnocení ekologických vlastností obalů, ale i jiných výrobků, případně různých výrobních procesů, se jeví zatím nejlepší metoda tzv. ekologických bilancí (ekobilancí), označovaná také jako „hodnocení životního cyklu“. Někdy se hovoří dokonce o hodnocení výrobku „od kolébky do hrobu“. Jde o vyčíslení negativních ekologických dopadů během celého „života“ daného výrobku. V případě obalu to znamená vyhodnotit, jak poškozuje životní prostředí už výroba samotného obalového materiálu, potom vlastní výroba obalu, jeho doprava, u vratných obalů i jejich zpětná doprava a čištění, a nakonec i osud použitého nevratného obalu, tj. jeho uložení na skládku, případně kompostování či recyklace nebo energetické využití. Přesnější kvantifikace některých negativních ekologických dopadů, jako např. poškození krajiny těžbou, skládkami či rozptýleným odpadem, je ovšem obtížná, přesto však metoda „ekobilancí“ směřuje k neobjektivnějšímu pohledu na tyto problémy, odhaluje slabá místa z hlediska ekologického a naznačuje jejich řešení.

V následující *tab. 2* jsou ekobilance (resp. „ekoprofil“) různých obalových materiálů. Tzv. „kritické množství vzduchu“ znamená, jakým množstvím čistého vzduchu by bylo nutno naředit příslušné množství škodlivin, vznikajících při výrobě 1 kg uvedeného materiálu, aby nebyla překročena koncentrace škodlivin v ovzduší, přípustná hygienickými normami. Analogicky je vyjádřen i stupeň znečištění odpadních vod (kritické množství vody).

I když jde o údaje z r. 1991 (podle švýcarských pramenů [3]), které mají svůj vývoj – příslušná průmyslová odvětví se pod narůstajícím ekologickým tlakem snaží negativní ekologické dopady svých výrobních postupů snižovat –

Tab. 1 Tolerance pro kyslík (množství absorbovaného kyslíku až po hranici senzorické přijatelnosti) u některých druhů výrobků

| Výrobek | mg kyslíku na 1 kg potraviny |
|---------------------|---------------------------------|
| pivo | 1 – 4 |
| víno | 3 |
| mléko (sterilované) | 8 |
| pomerančová šťáva | 85 – 95 |
| stolní olej | 50 – 100 |
| rajčatový kečup | 80 – 100 |

Tab. 2 Ekoprofilvy vybraných obalových materiálů (Ökobilanz von Packstoffen, 1991)

| Obalový materiál (vztaheno na 1 kg) | Energetický ekvivalent [MJ/kg] | Kritické množství | | Pevný odpad [cm ³ /kg] |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|
| | | vzduchu [m ³ /kg] | vody [dm ³ /kg] | |
| Hliník | 171,2 | 4 048 579 | 640,3 | 1 902,9 |
| Sklo | 7,5 | 292 957 | 1,3 | 237,9 |
| PE (vysoké hustoty) | 46,9 | 221 171 | 107,3 | 278,3 |
| PET | 69,5 | 692 351 | 119,7 | 295,1 |
| Papír (kraft stand., hlazený) | 38,8 | 623 658 | 704,5 | 341,4 |
| Karton (pro balení tekutin) | 33,1 | 381 440 | 948,3 | 287,0 |
| Pocínovaný plech | 33,3 | 772 950 | 108,0 | 768,6 |

umožňují orientační srovnání předmět-
ných obalových materiálů.

Porovnáme-li nejprve ekobilanci sa-
motného skla s ekobilancí PET, pří-
padně s dalšími obalovými materiály,
můžeme konstatovat, že výroba skla má
velmi nízkou spotřebu energie, zvláště
při použití většího podílu recyklovaných
střepů. Poměrně nízké je i množství
emisí, znečišťujících ovzduší, a přímo
vynikající se jeví sklo proti jiným obalo-
vým materiálům, pokud jde o znečišťo-
vání odpadních vod. Pokud ovšem po-
rovnáme hotové obaly, musíme vzít
v úvahu podstatně vyšší hmotnost skle-
něné lahve, jak již bylo řečeno asi 8 až
20krát vyšší než PET lahev pro srovná-
telné množství nápoje, a to znamená,
že uvedené výhody skla se přibližně
v tomto poměru snižují, pokud by se jed-
nalo o obal nevratný.

Je třeba podotknout, že v uvedených
hodnotách není zahrnuta ekobilance
samotné výroby obalu, ale jen ekobi-
lance výroby příslušného obalového
materiálu.

S počtem oběhů vratného obalu
(a těch bývá zpravidla více než 30) se
negativní ekologické dopady na výrobu
materiálu pro 1 obal ovšem snižují. Na-
proti tomu se u vratných obalů stupňuje
spotřeba energie, vynaložená při do-
pravě a mytí obalů, dále se zvyšuje zne-

čištění vzduchu výfukovými plyny při do-
pravě a znečištění vody při mytí obalů.

Poměrně podrobně a instruktivní po-
souzení životního cyklu pro skleněné
a PET lahve na minerální vody provedla
v poslední době M. Příbylová v rámci své
diplomové práce na VŠE. Dospěla k zá-
věru, že životní cyklus skleněných lahví
se 40násobným použitím způsobuje ve
srovnání s optimální variantou naklá-
dání s nevratnými PET obaly pouze asi
třetinový negativní dopad na životní pro-
středí. Je velmi pravděpodobné, že ana-
logické hodnocení by i v případě piva vy-
znělo jednoznačně ve prospěch
vratných skleněných lahví, podobně jak
vznívá v tomto oboru i ekonomické
hodnocení obou porovnávaných obalů.

Pokud jde o nakládání s použitými
obaly, je zřejmé, že zde zatím vede jed-
noznačně sklo před PET lahvemi. Sklo
je ideálně recyklovatelný materiál, podíl
střepů ve sběru významným způsobem
snižuje energetické nároky na výrobu
skla, a celý proces recyklace je tech-
nický i organizačně už delší dobu zvlád-
nut. Naproti tomu z odpadních PET lahví
je možno sice vyrobit textilní vlákna, fó-
lie či nové lahve, ale celý recyklační
proces je tu náročnější a nákladnější
především vzhledem k potřebné homo-
genitě tohoto sběrového materiálu. Zna-
mená to vytřídění PET lahví od ostat-

ního plastového odpadu a po jejich dez-
integraci i odstranění jiných materiálo-
vých složek samotných lahví, tj. přede-
vším uzávěrů a etiket s použitými lepidly.

Je bezpochyby morální povinností,
ale i v ekonomickém zájmu firem, které
produkuji PET lahve, i těch, které je pou-
žívají pro své výrobky, aby se maxi-
málně podílely na technickém i organi-
začním řešení celého recyklačního
řetězu, eventuálně i jiného zhodnocení
tohoto odpadu. PET lahve nejsou bez
šancí stát se v určitých oblastech i eko-
logicky přijatelným obalem, pokud se
podaří uspokojivě vyřešit i zhodnocení
použitých obalů. Jistě k tomu může pří-
spěť i legislativa, třeba předpisem po-
vinných kvót recyklace příslušných oba-
lových materiálů, zálohováním obalů, či
poslěze nějakou formou ekologického
zdanění, kterým by se kompenzovaly
zvýšené náklady, potřebné ke zhodno-
cení vzniklého odpadu. Klíčovou roli tu
ovšem hraje zákazník. Dá se předpo-
kládat, že bude-li dávat přednost vrat-
ným skleněným lahvím, zvýší se tím žá-
doucí tlak na dořešení celého životního
cyklu PET lahví ekologicky přijatelným
způsobem.

Jako v řadě jiných případů se může
při současném nárůstu objemu bale-
ných nápojů ukázat účelnost určité opti-
malizace obou diskutovaných typů
obalů, a to nejen podle náročnosti jejich
ochranné funkce, ale také podle způ-
sobu uplatnění, např. pro spotřebu v do-
mácnostech především skleněné a pro
cestování také PET obaly.

Literatura

- [1] TEICHMANN, V. et al.: Verpack Rdsch.
1999, s. 131
- [2] SCHMERZ, A.: Kvasny Prum. 46, 2000,
s. 55
- [3] Bundesamt für Umwelt, Bern 1991

Do redakce došlo: 25. 4. 2000

Čurda, D.: PET kontra sklo na trhu nápojů.
Kvasny Prum. 46, 2000, č. 7–8, s. 193

Článek diskutuje vlastnosti nových typů
obalových materiálů ve srovnání s klasickými
skleněnými lahvemi. Pozornost je zaměřena
zejména na bariérové vlastnosti obalů, velmi
důležité pro použití v pivovarství, na vlast-
nosti, které rozhodují o přístupu zákazníka
a na ekologické aspekty celé problematiky.
Klíčovým problémem pro další budoucnost
plastových lahví je dořešení problémů spoje-
ných s recyklací.

**Čurda, D.: PET Against Glass in the Beve-
rage Market.** Kvasny Prum. 46, 2000, No.
7–8, p. 193

The article debates the properties of the
new types of packing materials in compari-
son with the classical glass bottles. Above
all, the attention is focused on the barrier-
forming properties of packing, so important
in the brewing industry, on the properties

decisive for client's approach and on the eco-
logical aspects of the whole relevant ques-
tions. The key problem of plastic bottles for
the next time to come is to solve completely
the difficulties related with the recycling pro-
cess.

**Čurda, D.: PET contra Glas auf dem Get-
ränkemarkt.** Kvasny Prum. 46, 2000, Nr. 7–8,
S. 193

In dem Artikel werden die Eigenschaften
der neuen Verpackungsmaterialie im Verg-
leich mit den klassischen Glasflaschen dis-
kutiert. Die Aufmerksamkeit wird vor allem
den Barriere-Eigenschaftender Verpack-
ungen gewidmet, die in der Brauereiapp-
likation eine massgebende Rolle spielen,
weiter den Eigenschaften, die entschei-
dend für die Akzeptanz von Seiten der Kun-
den sind und auch den ökologischen
Aspektender gesamten Problematik. Als
Schlüsselproblem für die Zukunft der Kun-

ststoffflaschen wird die Lösung der mit der
Rezyklktion verbundenen Probleme her-
vorgehoben.

**Чурда, Д.: Пластмассовая упаковка в
сопоставлении со стеклом на рынке
напитков.** Kvasny Prum. 46, 2000, No. 7–8,
стр. 193

В статье анализируются свойства
упаковочных материалов новых типов и
сопоставляются с классическими стек-
ляными бутылками. Внимание уделяет-
ся прежде всего барьерным свойствам
упаковок, так как они являются важ-
нейшими для использования в пиво-
варении, далее свойствам, влияющим на
отношение заказчика к товару и под ко-
нец экологическим аспектам данной
проблематики. Решательным моментом в
будущем пластмассовых бутылок будет
решение проблем связанных с их вто-
ричным использованием.