

بررسی اثر ترکیبات پلاستیکی بر طعم و زمان ماندگاری شیر پاستوریزه و فرا پاستوریزه

سمیرا فیضی^{۱*}، ناصر صداقت^۲

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۱

تاریخ پذیرش مقاله: مرداد ماه ۱۳۹۱

چکیده

شیر ترکیبی مایع است که در کلیه مراحل حمل و نقل نیاز به ظرف دارد. نخستین رشد معنی دار بسته بندی شیر در اواخر قرن ۱۹ ایجاد شد. تغییرات طعمی و زمان ماندگاری^۳ شیر پاستوریزه^۴ و فراپاستوریزه^۵ تحت تأثیر شرایط فرایند، مواد بسته بندی و رشد میکروبی هستند. بدطعمی عاملی تأثیرگذار بر کاهش مصرف سرانه شیر می باشد. گسترش بدطعمی به درصد چربی شیر، نفوذ نور و اکسیژن، اندازه و جنس بسته بندی بستگی دارد. بطری های پلی اتیلن ترفتالات^۶ شفاف برای شیر پاستوریزه که سریع تر مصرف می شود، مناسب ولی برای شیر فراپاستوریزه مناسب نیستند؛ اما در صورت ایجاد خواص ممانعت کنندگی کافی در برابر نور در آن ها به منظور جلوگیری از بدطعمی اکسیداسیون^۷ نوری برای نگهداری طولانی مدت شیر مناسب می باشند. پوشش های چندلایه با خاصیت ممانعت کنندگی برای بسته بندی شیر پاستوریزه و فراپاستوریزه مناسب هستند که قابلیت حفظ طعم طبیعی

شیر را دارند، از جمله: (پلی اتیلن با دانسیته پایین^۸ LDPE/ مقوا/ پلی اتیلن با دانسیته پایین/ پلی پروپیلن^۹ PP، پلی اتیلن با دانسیته پایین/ مقوا/ پلی اتیلن با دانسیته پایین/ اتیلن وینیل الکل^{۱۰} EVOH/ پلی اتیلن با دانسیته پایین و پلی اتیلن/ مقوا/ پلی اتیلن^{۱۱} PE/ آلومینیوم/ پلی اتیلن).

مقوای مورد استفاده باید مناسب برای بسته بندی شیر و دارای خاصیت ممانعت کنندگی مطلوب باشد. بسته بندی انعطاف پذیر نیز از طریق فرایند کواکستروژن^{۱۲} محصول را در طی حمل و نقل، عرضه و نگهداری محافظت می کند؛ این بسته بندی ها حاصل اتصال دو لایه یا بیشتر به شبکه چند لایه هستند. پلی اتیلن با دانسیته پایین خطی یا ترکیب آن با پلی اتیلن با دانسیته پایین جهت کیسه با قابلیت دوخت حرارتی در شیر به کار می روند. در صورت نیاز به ممانعت کنندگی بالا در برابر اکسیژن به منظور دستیابی به زمان ماندگاری طولانی مدت از کیسه های پلی آمید^{۱۳} استفاده می شود.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

(* نویسنده مسئول: Samira-feyzi@yahoo.com)

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

- 3- Shelf life
- 4- Pasteurized milk
- 5- Ultra-Pasteurized(UP)
- 6- Polyethylene terephthalate
- 7- Oxidation

- 8- Low density polyethylene
- 9- Polypropylene
- 10- Ethylene vinyl alcohol
- 11- Polyethylene
- 12- Coextrosion
- 13- Polyamide



واژه‌های کلیدی

شیر پاستوریزه و فراپاستوریزه، طعم، بسته‌بندی، پلاستیک و زمان ماندگاری.

۱- مقدمه

شیر یک ترکیب مایع بوده بنابراین در هر مرحله از زمان دوشش از گاو تا لحظه مصرف به ظرف نیاز دارد. نخستین توسعه و رشد معنی‌دار در بسته‌بندی شیر جهت خرده‌فروشی در اواخر قرن ۱۹، ایجاد شد که به دنبال معرفی فرایند تولید شیر استریلیزه^۱ در ظروف کوچک صورت گرفت (شکل ۱) و در این زمینه بطری‌های شیشه‌ای نقش اساسی و بنیادی داشتند. در دهه سوم قرن ۱۹ بسته‌بندی شیشه‌ای جهت شیر پاستوریزه به سرعت ابتدا در آمریکا و سپس در اروپا رایج شد. بطری‌های شیشه‌ای (شکل ۲) به عنوان تنها بسته‌بندی برای خرده‌فروشی مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

قرمز و کهربایی تولید شدند و بطری‌ها با رنگ قرمز بیشترین محافظت را در برابر نور تأمین می‌کردند، ولی در مقیاس تجاری، گران و کمتر از بطری‌های کهربایی رنگ مورد پذیرش مردم بودند. به تدریج ایجاد و معرفی پلاستیک و پوشش سلوفان^۲ بر روی درب‌ها باعث ایجاد



شکل ۲- کاربرد بسته‌های شیشه‌ای در بسته‌بندی شیر

نوعی دربندی ضد دست کاری^۳ برای بطری‌های شیشه‌ای شد (۹) تا سال ۱۹۳۳ که اولین کارتن تهیه شده از کاغذ مومی ساخته شد. معرفی و توسعه مواد پلاستیکی به منظور استفاده در بسته‌بندی محصولات لبنی (که ابتدا در سال ۱۹۴۰ پلی‌اتیلن بود) چه به صورت منفرد و چه همراه با کاغذ، باعث ایجاد گستره وسیعی از ظروف، کارتن‌های دارای تاریخ انقضای مناسب برای شیر شد. هدریک^۴ و همکارانش (۱۹۶۱) ماندگاری کاغذها با پوشش مومی و پوشش پلی‌اتیلن را - از طریق آزمون‌هایی - نظیر: آزمون برآمدگی^۵، سوراخ‌شدگی^۶، اثر



شکل ۱- قابلیت بسته‌بندی در فرآورده‌های لبنی

به علت اینکه شیشه محافظت کمتری در برابر اثرات مضر نور ایجاد می‌کرد، انواع بطری‌های رنگی به رنگ‌های

1- Sterile

- 2- Cellophane
- 3- Tamper proof closure
- 4- Hedrick
- 5- Bulge test
- 6- Drop test



خمش^۱، کشش^۲ و ترکیبی^۳ مقایسه کردند؛ نتایج حاکی از برتری پوشش پلی اتیلن بود. پوشش پلی اتیلن برای کاغذ، باعث ایجاد مزایای زیادی از جمله سفتی، مقاومت حرارتی، انعطاف پذیری در دمای پایین، گسترش پذیری، عبور بخار و قابلیت درزبندی می شود. پوشش داخلی عموماً دارای یک میلی متر ضخامت است، در حالی که پوشش خارجی نیم میلی متر ضخامت دارد.

بسته های مقوایی با پوشش پلاستیکی نسبت به بسته های با پوشش واکسی^۴ که معمولاً موجب نشت در قسمت های تاخورده می گردند و یا ترکیبات مایع موجود در بسته را به خود جذب می کنند؛ به طور قابل ملاحظه ای بهتر عمل می کنند. بر طبق گزارشات سال ۱۹۷۹ در مورد شیر، مقوا نسبت به سایر مواد بسته بندی محافظت بیشتری در برابر نور ایجاد می کند. این نوع بسته ها باعث حفظ بیشتر طعم، تأمین سطح بیشتر جهت برچسب زنی و دارای وزن کمی بوده و مقاوم هستند (۹).

برخی عوامل مهم در انتخاب مواد برای بسته بندی محصولات مایع شامل: صرفه اقتصادی، راحتی، ظاهر، ایمنی،

قابلیت دور ریختن^۵، سهولت پر کردن و حمل و نقل، پایداری و دوام، تأمین محافظت می باشد (۹). در حال حاضر شیر در بسته هایی با ترکیبات، شکل، اندازه و جنس های مختلف بسته بندی می شود. نمونه هایی از بسته بندی های تجاری شامل: بطری های شیشه ای و مقواها با پوشش پلاستیکی، بسته های پلی اتیلنی بادی، کیسه های پلاستیکی و بسته های سخت پلی کرپات^۶ با قابلیت استفاده مجلد^۷ مورد بهره برداری قرار می گیرند (۹).

۱-۱- پلاستیک ها

امروزه بیشترین بسته بندی به کار رفته برای شیر مایع، فیلم های پلاستیکی (شکل ۳) و ظروف بادی هستند (جدول ۱). این مواد سبب ممانعت از انتقال رطوبت، اکسیژن، دی اکسید کربن و بعضی از ترکیبات طعم دار می شوند. نفوذ پذیری این مواد بستگی به پلیمر، دانسیته و نوع فرایند شکل پذیری آن ها دارد (۹).

جدول ۱- انواع پلاستیک ها در بسته بندی شیر (۱)

ردیف	مواد	ضخامت (میلی متر)	مواد	ضخامت (میلی متر)
۱	پلی اتیلن پلی اتیلن شرینگ	۱/۰۰		
۲	پلی وینیل کلرید	۱/۰۰	سایر فیلم ها و پوشش ها	
۳	پلی وینیلیدین کلرید (نام تجاری ساران)	۱/۰۰ یا ۰/۵	استات سلولز (سلوفان)	
۴	پلی پروپیلن	۱/۰۰	فویل آلومینیوم	۱/۰۰ یا ۰/۷۵
۵	پلی استایرن	۱/۰۰	کاغذ پوستی	۰/۳۵
۶	پلی کرپات	۱/۰۰	بلورهای ریز مومی	
۷	پلی اتیلن ترفتالات (پلی استر)	۱/۰۰	موم پارافین	
۸	لاستیک هیدروکلرید (پلیوفیلم)	۱/۰۰	رزین ها	
۹	پوشش ترکیبی - پوشش دار یا چندلایه با رزین یا واکس، مقوا با پوشش فویل	۰/۶۵		

- 1- Incline impact test
- 2- Hauling test
- 3- Combination test
- 4- Shiner

- 5- Disposeability
- 6- Polycarbonate



تولید را دارد. به علاوه بسته‌های پلاستیکی به استریلیزاسیون^۴ قبل از بسته‌بندی نیاز ندارند.

به دلیل اینکه اتیلن مورد نیاز جهت تولید پلی‌اتیلن از گاز طبیعی یا فرایند شکستن بنزین به دست می‌آید، به نظر می‌رسد که اتیلن نوعی منبع تجدیدناپذیر است و نگرانی دیگر مربوط به آلودگی حرارتی آب و آزاد کردن هیدروکربن‌ها با وزن مولکولی پایین به داخل اتمسفر^۵ است (۹).

۱-۲- بسته‌بندی اسپتیک^۶

اصطلاح بسته‌بندی اسپتیک عموماً به شرایط کنترل شده‌ای تعلق می‌گیرد که در آن آلودگی میکروبی زنده در یک محصول صورت نگیرد با شرایطی که در آن محدودیت‌هایی در توالی انبارداری و توزیع وجود دارد.

به علاوه این نوع بسته‌بندی‌ها برای محصولات تولیدی در دمای بالا و زمان کوتاه است که انبارداری و توزیع آن‌ها در دماهای مختلف صورت می‌گیرد. در این حالت شیر می‌تواند در یک ظرف از طریق اتوکلاو^۷ استریلیزه شود. در این صورت نیاز به قوطی‌های استیل^۸ با پوشش قلع و لاک اپوکسی^۹ نیاز است. همچنین می‌توان از بطری‌های شیشه‌ای نیز در عملیات اتوکلاو استفاده کرد. یک روش دیگر استریلیزاسیون استفاده از روش دمای بالا و زمان کوتاه^{۱۰} UHT است که پس از اعمال این فرایند شیر در شرایط اسپتیک وارد ظروف استریلیزه می‌شود.

در سال ۱۹۷۳، هدریک نوعی بسته‌بندی مقوایی با پوشش چند لایه را جهت بسته‌بندی اسپتیک معرفی کرد. (که لایه‌های آن به ترتیب از داخل به خارج شامل: یک میلی‌متر پلی‌اتیلن، ۳۵ میلی‌متر فویل آلومینیوم، پنج میلی‌متر



شکل ۳- بسته انعطاف‌پذیر سه لایه شیر

مواد بسته‌بندی باید قابلیت محافظت شیر در برابر واکنش‌های تجزیه نوری را نیز داشته باشند که تلاش در جهت دستیابی به این ویژگی، منجر به طراحی بسته‌های محافظت‌کننده پلی‌اتیلن ترفتالات^۱ PET شده است (۵).

بسته‌بندی شیر با مواد پلاستیکی در سال ۱۹۵۶ مطرح و در سال ۱۹۶۴ بسته‌بندی‌های تک نفره پلی‌اتیلنی با دانسیته بالا^۲ به صنایع لبنیات معرفی شدند. در طی این دوره بسته‌های پلاستیکی برای بسته‌بندی شیر به طور گسترده‌ای استفاده شدند که در اندازه، شکل، وزن و سختی بسته‌های ساخته شده تنوع وجود داشت. در سال ۱۹۷۰ ظروف پلی‌اتیلن به عنوان یک روش جدید بسته‌بندی شیر مایع در نظر گرفته شدند. بر طبق گزارش گونسر^۳ از نظر سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا ظروف پلاستیکی در بین انواع مختلف بسته‌بندی‌ها از جمله شیشه، در بالاترین رده قرار دارد. به علاوه، گزارشات نشان می‌دهد که استفاده از این نوع بسته‌بندی‌ها کمترین نیاز به صرف انرژی جهت

- 1- Polyethylene terphthalate
- 2- High density polyethylene (HDPE)
- 3- Gonser

- 4- Sterilization
- 5- Atmosphere
- 6- Aseptic
- 7- Autoclave
- 8- Style
- 9- Epoxy varnish
- 10- Ultra-high temperature



پلی اتیلن، شانزده میلی متر کاغذ مقوایی، پنج میلی متر پلی اتیلن).

در یک مطالعه دیگر دوفی^۱ نوعی فرایند را جهت پرکردن اسپتیک از طریق فیلم های کو اکستروژ شده^۲ پلی-سارانکس^۳ معرفی کرد که مواد آن خواص ممانعت کنندگی مطلوبی را برای مواد غذایی حساس فراهم می کنند.

امروزه ظروفی از نایلون/ پلی پروپیلن و نوعی ظرف دیگر که به صورت ظروف پلاستیکی با پوشش فویل آلومینیوم هستند نیز جهت فرایند استریلیزاسیون شیر در اتوکلاو نیز به کار می روند.

در اواخر قرن بیستم بریک- پک^۴ از سازمان غذا و دارو درخواست مجوز جهت تولید نوعی کارتن (شکل ۴) با قابلیت ماندگاری شیر تا مدت ۶ ماه در خارج از یخچال را نمود که در این نوع بسته بندی از هیدروژن پراکسید^۵ به عنوان یک عامل استریلیز کننده استفاده می شود و هدف از این نوع بسته بندی، صرفه جویی در انرژی و کاهش میزان حمل و نقل بود.



شکل ۴- بسته بندی نیمه سخت برای محصولات لبنی

مهم ترین عوامل در بسته بندی اسپتیک: محافظت طولانی مدت محصول در برابر نور، بخار آب و اکسیژن است (۹).

در این مطالعه، هدف بررسی تأثیر مواد مختلف بسته بندی بر طعم (از طریق آزمون حسی) و مدت زمان ماندگاری (از طریق شمارش پلیت های^۶ استاندارد) شیر پاستوریزه و فراپاستوریزاسیون کم چرب است.

تغییرات طعمی و زمان ماندگاری شیر پاستوریزه تحت تأثیر شرایط فرایند، مواد بسته بندی و رشد میکروبی هستند (۱۰). بد طعمی می تواند به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر کاهش مصرف سرانه شیر محسوب شود.

در بررسی هایی که بین کودکان دبستانی صورت گرفته است، مشاهده شده که همواره رابطه مستقیمی بین طعم شیر و مصرف آن وجود دارد (۳). شیری که تحت فرایند پاستوریزاسیون تجاری^۷ HTST در دماهای ۷۴-۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱۶ ثانیه قرار گرفته باشد در صورت نگهداری و مصرف در دمای ۸-۴ درجه سانتی گراد، مدت زمان ماندگاری بین ۱۵-۱۰ روز را دارد (۱۰).

فرایند فرا پاستوریزاسیون نیز به تولید محصولی با مدت ماندگاری مشابه شیر استریلیزه اطلاق می شود که با حذف کمتر ترکیبات مؤثر به طعم کمک می کند. در این فرایند دمای اعمال شده بیشتر از فرایند پاستوریزاسیون و کمتر از استریلیزاسیون می باشد. در صورت اعمال بسته بندی اسپتیک برای شیر فراپاستوریزه، دمای اعمال شده در طی فرایند باید حداقل ۱۳۸ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ثانیه باشد و نگهداری و مصرف محصول در ۸-۴ درجه سانتی گراد باشد. در حالی که در فرایند استریلیزاسیون از دمای ۱۵۰-۱۴۲ درجه سانتی گراد به مدت ۳-۶ ثانیه استفاده می شود و بسته بندی آن اسپتیک بوده تا به صورت تجاری استریلیزه شود. از فرایند فرا-پاستوریزاسیون به طور گسترده ای جهت تولید شیرهای کم چرب با بسته بندی تک نفره به منظور استفاده در رستوران ها استفاده می شود (۱۱).

- 1- Duffy
- 2- Co-extruded
- 3- Poly-saranx
- 4- Brik-Pak
- 5- Hydrogen peroxide

6- Plate

7- Commercial pasteurization



وزن مولکولی بالا از نظر فیزیولوژیکی خنثی هستند و هیچ گونه خطر سلامتی را باعث نمی‌شوند ولی منومرها و افزودنی‌های مشخصی با وزن مولکولی پایین که در صنعت بسته‌بندی استفاده می‌شوند (۹). این گونه افزودنی‌های پلیمر شامل: آنتی‌اکسیدان‌ها، پایدارکننده‌ها در برابر حرارت یا نور و عوامل مؤثر در ایجاد پلاستیک و غیره (۸) از جمله مشکلات احتمالی هستند. افزودنی‌ها در یکی از سه گروه زیر قرار می‌گیرند:

(۱) افزودنی‌های عمدی؛

(۲) افزودنی‌های غیر عمدی؛

(۳) چسب‌ها، جوهرها و غیره (۹).

میزان مهاجرت یک عامل مهاجرت‌کننده در یک پلیمر تحت شرایط نگهداری مشخص اساساً بستگی به ضریب تفکیک (K) دارد که نسبت غلظت عامل مهاجرت‌کننده را در پلیمر به ماده غذایی مشخص می‌کند.

K، عملکرد اجزاء یک ماده غذایی است و عمدتاً بستگی به میزان چربی آن ماده غذایی دارد زیرا بخش عمده ترکیبات مهاجرت‌کننده غیرقطبی بوده و بنابراین با افزایش درصد چربی ماده غذایی مهاجرت افزایش می‌یابد. شیر و فرآورده‌های آن دارای محدوده متغیری از درصد چربی هستند به علاوه به شکل یک محلول آبدار بوده که کربوهیدرات‌ها^۷، پروتئین‌ها و نمک‌ها در فاز پیوسته شیر گلبول‌های چربی و میسل‌های کازئین^۸ را احاطه می‌کنند (۸). اتحادیه اروپا^۹ استفاده از آب یا اسید استیک^{۱۰} ۳٪ جهت آزمون بررسی مهاجرت مواد بسته‌بندی برای محصولات شیر را توصیه و بیان می‌کند که مهاجرت به PH نیز بستگی دارد (۸).

ظروف شکل گرفته از طریق حرارت یا باد نیز می‌توانند از جنس فیلم‌های پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌استایرن، پلی‌وینیل کلراید، استات سلولز^۱ (سلوفان)، پلی‌کربنات^۲ و آکرلیک^۳ باشند (۱).

۲- اثر ترکیبات بسته‌بندی بر طعم شیر

بر هم کنش‌های ماده غذایی - بسته‌بندی شامل: قابلیت نفوذ گازها و بخار آب به داخل یا خارج از بسته، مهاجرت^۴ اجزاء بسته به داخل ماده غذایی، مهاجرت آرومای^۵ ماده غذایی به بسته‌بندی و نفوذ نور به داخل بسته است. بنابراین انتخاب کارتن مناسب برای شیر جهت ایجاد خواص ممانعت‌کنندگی در برابر انتقال نور، ترکیبات آلی فعال شده از طریق نور و ترکیبات آلی بدون طعم و همچنین اکسیژن هوا به داخل بسته ضروری است.

خواص ممانعت‌کنندگی مطلوب سبب حفظ و نگهداری آروما و طعم محصول جهت دستیابی به زمان ماندگاری مناسب می‌شود (۱۰).

بر اساس نظرات^۶ IDF، مواد بسته‌بندی باید غیر سمی و فاقد هر گونه ماده مضر برای سلامت باشند؛ به علاوه مواد بسته‌بندی نباید باعث آلودگی محصول شوند. اخیراً تحقیقی جهت بررسی مهاجرت مواد پلاستیکی به ماده غذایی صورت گرفته است. مهاجرت هر گونه انتقال جرم از ماده‌ای که در تماس با ماده غذایی است به ماده غذایی (۸) و یا حرکت مولکول‌های مواد بسته‌بندی به ماده غذایی از طریق انتشار (۹) شامل انتقال هر دو دسته ترکیبات سمی و غیرسمی می‌شود. ترکیبات غیرسمی ممکن است بر طعم و بوی شیر تأثیر بگذارند. مقدار مواد مهاجرت یافته بستگی به نوع ماده غذایی، زمان و دمای بسته‌بندی و انبارداری، ارتباط بین حجم محصول و وزن مواد بسته‌بندی دارد. به طوری که پلیمرها با

- 1- Cellulose acetate
- 2- Polycarbonate
- 3- Acrylic
- 4- Migration
- 5- Aromas
- 6- International dairy federation

- 7- Carbohydrates
- 8- Stream of casein
- 9- EC directive,85/574/EEC
- 10- Acetic acid



۳- بررسی کیفیت شیر در بسته‌بندی‌های پلاستیکی

در بسته‌بندی شیر، عوامل خارجی نقش مهمی بر کیفیت نهایی محصول ایفا می‌کنند. دماهای بالا می‌توانند باعث اثرات سوئی شوند مثلاً در دماهای بالا ممکن است ذوب پوشش واکسی صورت بگیرد و همچنین نرم شدن پلاستیک‌ها در حالی که دماهای پایین ممکن است شکستگی یا پارگی و یا تشدید آن را در بسته منجر شود. رطوبت بالای هوا می‌تواند باعث کاهش مقاومت بسته شود، به علاوه باعث از بین رفتن ساختار ورقه‌ای بسته‌بندی نیز می‌گردد.

نور نیز به ارزش غذایی شیر آسیب می‌رساند (۹). در یک بررسی انجام شده توسط مویسیادی^۱ و همکارانش (۲۰۰۳) روی نمونه‌های شیر پاستوریزه کم چرب (۱/۵٪) که ۷ روز در ۴ درجه سانتی‌گراد تحت نور فلورسنت^۲ نگهداری شده بودند؛ در بین ۴ بطری پلاستیکی ساخته شده از: پوشش چندلایه پلی‌اتیلن با دانسیته بالا رنگ شده با اکسید تیتانیوم^۳ و کربن سیاه، پلی‌اتیلن با دانسیته بالای تک‌لایه رنگی با اکسید تیتانیوم، پلی‌اتیلن ترفتالات^۴ ساده و همچنین رنگ شده با اکسید تیتانیوم؛ بهترین اثر محافظتی در برابر نفوذ نور و اکسیژن و بدطعمی بر اساس شاخص‌های شیمیایی (اندازه‌گیری ویتامین A و ویتامین B₂) و میکروبیولوژیکی^۵، در درجه اول مربوط به بطری‌های پلاستیکی رنگی چند لایه پلی‌اتیلن با دانسیته بالا و سپس تک لایه رنگی پلی‌اتیلن سنگین بود (۶). زمانی که شیر در معرض نور طبیعی یا مصنوعی قرار می‌گیرد، ممکن است نور منجر به کاهش رنگ شیر، تغییر طعم و بو و همچنین تجزیه ویتامین‌ها شود (۹). سه دسته اصلی از مواد بسته‌بندی وجود دارند که باعث انتقال نور می‌شوند:

- ۱) مواد بسته‌بندی شفاف (شیشه و پلاستیک شفاف)؛
 - ۲) مواد بسته‌بندی مات (فویل آلومینیومی، آسترها یا پوشش‌های چند لایه)؛
 - ۳) مواد بسته‌بندی نیمه شفاف (مقوا و پلاستیک).
- این مواد از نظر درجه حفاظت، متفاوت عمل می‌کنند. بطری‌های رنگی و کاغذها بیشترین محافظت را ایجاد می‌کنند ولی متأسفانه بسیار کم مورد پذیرش مردم هستند. فیلم‌های پلاستیکی از نظر توانایی انتقال نور متفاوت هستند. انتقال اشعه^۶ UV در مورد پلی‌اتیلن و سلوفان بیشترین مقدار است و کمترین میزان انتقال مربوط به فیلم‌های پلی‌استر^۷ است. هدریک و گلاس^۸ بسته‌های مقوایی و پلاستیکی شیر را مقایسه کردند و دریافتند که مقوا در مقابل نور فلورسنت محافظت بیشتری را به عمل می‌آورد (۹).

۳-۱- شیر پاستوریزه

تغییرات طعمی و زمان ماندگاری شیر پاستوریزه تحت تأثیر شرایط فرایند، مواد بسته‌بندی و رشد میکروبی هستند. فرایند پاستوریزاسیون باعث تغییرات معنی‌داری در طعم شیر نمی‌شود ولی پختگی به مقدار ناچیزی در شیر پاستوریزه مشاهده می‌شود.

تحقیقی در سال ۱۹۹۹ توسط سیمون و هانسن^۹ بر روی نمونه شیر پاستوریزه کم چرب (۲٪) صورت گرفت فرآوری شیر تحت سه دمای ۹۲/۲، ۸۴ و ۷۶/۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ ثانیه انجام شد و سپس در شش نوع کارتن^{۱۰}‌های مقوایی چند لایه ذیل بسته‌بندی شدند:

- پلی‌اتیلن / مقوا / پلی‌اتیلن (A)
- پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / پلی‌پروپیلن (B)

- 1- Moyssiadi
- 2- Fluorescent
- 3- Titanium oxide
- 4- Polyethylene terephthalate (Polyester)
- 5- Microbiological

- 6- Ultraviolet
- 7- Polyester
- 8- Glass
- 9- Simon & Hansen



- پلی اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی اتیلن با دانسیته پایین / پلی پروپیلن (D)

- پلی اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی اتیلن با دانسیته پایین / اتیلن وینیل الکل / پلی اتیلن با دانسیته پایین (C)

- پلی اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی اتیلن با دانسیته پایین / اتیلن وینیل الکل / پلی اتیلن با دانسیته پایین (E)

- پلی اتیلن / مقوا / پلی اتیلن / آلومینیوم / پلی اتیلن (F)

بسته‌ها در دو دمای ۱۷/ و ۶۷/ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بر روی این نمونه‌ها ارزیابی حسی جهت بررسی تغییرات طعمی شیر ناشی از اثر دمای فرایند، برهم کنش مواد بسته‌بندی با شیر، قابلیت حفاظت بسته‌بندی‌ها در برابر عوامل مختلف و شمارش میکروبی برای بررسی زمان ماندگاری شیر صورت گرفت. نتایج ارزیابی حسی حاکی از این بود که کارتن‌های چند لایه مقوا با پلی اتیلن و پلی پروپیلن خواص ممانعت‌کنندگی مطلوبی در برابر نفوذ اکسیژن و طعم مقوایی که در نتیجه مهاجرت از پلیمر به شیر بوده ایجاد نکردند. ارلی^۱ در سال ۱۹۷۹ بیان کرد که اتواکسیداسیون لیپیدی^۲ شیر یکی از دلایل اصلی فساد طعمی در بسیاری از انواع محصولات لبنی انبار شده می‌باشد. بنابراین یک عامل محدودکننده در زمان ماندگاری شیر موجود در کارتن‌های چند لایه مقوا با پلی اتیلن و پلی پروپیلن سرعت انتقال اکسیژن می‌باشد (بسته‌های A, B و D).

زادو و بریتویسل^۳ در سال ۱۹۷۳ متوجه طعم پختگی اندکی در شیر پاستوریزه شدند علت آن وجود آنزیم سولفیدریل اکسیداز^۴ طبیعی شیر است که در حضور اکسیژن به عنوان یک عامل اکسیدکننده گروه سولفیدریل موجود در پروتئین‌ها را کاتالیز^۵ می‌نماید. بخش سولفیدریلی^۶ موجود در شیر که بلافاصله پس از پاستوریزاسیون قابل شناسایی است

معمولاً پس از سه روز انبارداری شیر از بین می‌رود که احتمالاً در اثر اکسیداسیون است (۱۰).

بوجکو^۷ و همکارانش مشکلات طعمی در فرآورده‌های لبنی را که به علت تماس با فیلم پلی اتیلن یا کارتن چندلایه مقوا با پلی اتیلن ایجاد می‌شود، مورد مطالعه قرار دادند. نوعی بدطعمی احتمالی که از طریق اسپکتروسکوپی^۸ شناسایی شده به علت تغییرات اکسیداسیونی در سطح پلی اتیلن بود (۳).

بوجکو و همکارانش در بررسی دیگری برخی اجزاء که باعث بدطعمی در ورقه‌های پوشیده شده با پلی اتیلن می‌شوند را شناسایی کردند؛ اجزاء طعم‌دار که از قسمت داخلی پوشش پلی اتیلن مهاجرت می‌کردند، حلالیت زیادی در آب داشته و بسیار فرار بودند. غالباً آلیفاتیک‌های غیر اشباع^۹، اسیدهای چرب آزاد و ترکیبات الکلی جزء ترکیباتی هستند که باعث گسترش بدطعمی می‌شوند (۳).

منبع اصلی گسترش بدطعمی در شیر، آب و آب‌میوه‌ها در بطری‌های پلی اتیلنی و کارتن با لایه پلی اتیلن توسط برگ^{۱۰} مورد بررسی قرار گرفت. ترکیباتی که سبب ایجاد بدطعمی می‌شوند در گرانول‌های^{۱۱} پلی اتیلن وجود داشتند. اکستروژن^{۱۲} پلی اتیلن فقط کمی عامل افزایش بدطعمی ناپایدار بودند (۳). بوجکو^{۱۳} و همکاران و همچنین مانهم^{۱۴} و همکارانش تئوری مبنی بر اینکه اکسیداسیون سطحی در پلی اتیلن به علت افزایش دما در طی فرایند پوشش‌دهی منجر به گسترش ترکیبات بدطعم می‌شود را ارائه کردند (۳).

اما کارتن‌ها با لایه فویل آلومینیومی، پلی اتیلن سبک و اتیلن وینیل الکل (بسته‌های C, E و F) خصوصیات ممانعت‌کنندگی بهتری را در برابر نفوذ اکسیژن، گاز،

- 7- Bojkow
- 8- Spectroscop
- 9- Saturation
- 10- Berg
- 11- Granules
- 12- Extrusion
- 13- Bugko
- 14- Monhem

- 1- Early
- 2- Lipid oxidation of iron
- 3- Zadow & Britwistle
- 4- Sulfhydryl oxidase enzyme
- 5- Catalyzed
- 6- Sulfhydryl



حلال‌ها، طعم‌ها، آروماها و رطوبت ایجاد می‌کنند؛ بنابراین نسبت به کارتن‌های بالای مقوا با پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن بیشتر قابلیت حفظ طعم مطلوب شیر را دارند. براون^۱ در سال ۱۹۹۲ گزارش کرده است که مقواها با پوشش فویل از نفوذ نور نیز ممانعت می‌کنند. بنابراین طعم اکسیداسیونی را کاهش می‌دهند؛ البته در تحقیق سیمون و هانسن بد طعمی نوری به علت نگهداری شیر در فضای تاریک و سپس در یخچال معنی دار نبوده است. در سال ۱۹۹۲، کوموروسکی و ارلی^۲ بیان کردند: از آنجا که شیر پاستوریزه زمان ماندگاری کوتاه بین ۱۵-۱۰ روز دارد، بدطعمی به علت رنسدیتی اکسیداتیو^۳ در طول انبارداری چندان مهم نیست و در نتیجه شیر پاستوریزه به بسته‌بندی با فویل آلومینیوم نیازی ندارد (۱۰).

یک نکته مهم در رابطه با این‌گونه بسته‌بندی‌ها که دارای دوخت حرارتی هستند، این است که گسترش بدطعمی در فرآورده‌های لبنی به علت فرایند دوخت حرارتی نمی‌باشد (۳). شاخص مهم دیگر در گسترش طعم بسته‌بندی در کارتن‌های مقوایی چند لایه، اندازه بسته است به طوری که هر قدر بسته کوچک‌تر باشد چون نسبت سطح به حجم بیشتر می‌شود. مشکلات طعمی که به علت مهاجرت اجزاء بسته‌بندی اتفاق می‌افتد، افزایش می‌یابد (۳). البته درصد چربی شیر خود یک شاخص مهم در گسترش بدطعمی شیر بسته‌بندی است (۳). به طوری که در بررسی که لی‌انگ^۴ و همکارانش در سال ۱۹۹۱ بر نمونه شیر پاستوریزه کم‌چرب (۱/۵٪) در کارتن‌های مقوایی با پوشش پلی‌اتیلن داشتند، مشاهده کردند این بسته‌ها در مقایسه با نمونه شیر در بطری شیشه‌ای بد طعمی بیشتری را نشان دادند.

بوجکو و همکارانش نیز بر روی نمونه‌های شیر کامل (۳٪) در کارتن مقوایی با لایه پلی‌اتیلن آزمایش کرده و

مشاهده کردند که شدت بدطعمی با کاهش درصد چربی افزایش می‌یابد (۳).

بادینگ^۵ هم بیان کرده تشخیص "طعم پلاستیکی" در نمونه‌های شیر ۱/۷٪، ۲/۵٪، ۳/۲٪ چربی که در ظروف پلی‌اتیلن بسته‌بندی شده‌اند با کاهش درصد چربی در این سه نمونه، راحت‌تر صورت می‌گیرد، بنابراین چربی به عنوان عامل پوشاننده این نقص طعمی عمل می‌کند (۳).

بر اساس گزارش سیمون و همکارانش (۲۰۰۱) از نظر بررسی زمان ماندگاری شیر پاستوریزه بر اساس شمارش میکروبی، بیشترین شمارش میکروبی بین نمونه‌های شیر پاستوریزه شده در دماهای ۹۲/۲، ۸۴ و ۷۶/۴ درجه سانتی‌گراد، مربوط به دمای ۸۴ درجه مستقل از نوع کارتن مقوایی می‌باشد و کمترین سرعت رشد و در نتیجه بیشترین زمان ماندگاری مربوط به دمای ۷۶ درجه سانتی‌گراد است. افزایش دمای فرآوری تا حد ۸۴ و ۹۲ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش زمان ماندگاری شیر پاستوریزه نمی‌شود و هر قدر شمارش باکتریایی شیر خام دریافتی کمتر باشد زمان ماندگاری شیر تولیدی بیشتر می‌شود. شاخص مهم دیگر در مورد زمان ماندگاری دمای انبارداری و نگهداری شیر است که هر قدر کمتر باشد زمان ماندگاری شیر بیشتر می‌شود (۱۰).

۳-۲- شیر فراپاستوریزه

فرایند فراپاستوریزاسیون به تولید محصولی با مدت ماندگاری مشابه شیر UHT، ولی با حذف کمتر ترکیبات مؤثر بر طعم کمک می‌کند. در این فرایند دمای اعمال شده بیشتر از فرایند پاستوریزاسیون است ولی کمتر از UHT می‌باشد (۴). ماووری^۶ و همکارانش در سال ۱۹۹۵ گزارش کردند که شیر فرا پاستوریزاسیون در مقایسه با شیر پاستوریزه HTST در طول دوره انبارداری دچار طعم رنسدیتی^۷ بیشتری می‌شود.

- 1- Braven
- 2- Komorowski & Early
- 3- Oxidative
- 4- Leong



کنش مواد بسته‌بندی با شیر و قابلیت حفاظت بسته‌بندی‌ها در برابر عوامل مختلف و شمارش میکروبی برای بررسی زمان ماندگاری شیر صورت گرفت (نمونه شاهد در این آزمون شیر پاستوریزه HTST ۲٪ چربی بود که در دمای ۸۰/۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ ثانیه فرآوری شده و در کارتن مقوایی با پوشش پلی‌اتیلن بسته‌بندی گردید).

نتایج ارزیابی حسی، حاکی از این بود که سرعت گسترش فساد طعمی شیر فرآیند شده در دمای ۱۰۷/۲ درجه سانتی‌گراد بیشترین و سپس در ۱۱۸/۳ و بعد در ۱۲۹/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و در نهایت کمترین تغییر طعم در ۱۴۰/۶ درجه سانتی‌گراد است. طعم شیر بسته‌بندی شده در بسته‌ها با خواص ممانعت‌کنندگی (C) و (F) و همچنین مقوا با لایه فویل آلومینیوم (F) با سرعت کمتری نسبت به کارتن‌های مقوایی با لایه مقوای فاقد خاصیت ممانعت‌کنندگی و لایه‌های پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (D, B, A) دچار فساد و تغییر می‌شوند. هانسن و همکارانش در سال ۱۹۷۴ گزارش کردند که کیسه‌های پلی‌اتیلن به علت جذب طعم از لایه بیرونی کارتن مقوایی در مورد شیر UHT که مدت طولانی انبار شده است طعم مناسب و قابل پذیرشی را ایجاد نمی‌کند.

باست و مهتا^۲ در سال ۱۹۷۸ گزارش کردند که شیر تازه پاستوریزه شده از نظر طعم نسبت به شیر UHT در بسته‌بندی با کارتن‌های پلی‌اتیلن و آلومینیومی بهتر است (۱۱). ماووری^۳ و همکاران در سال ۱۹۹۵ نشان دادند که شیر فراپاستوریزه نگهداری شده در ۷ درجه سانتی‌گراد نسبت به شیر پاستوریزه در همان شرایط نگهداری، شدت طعم رنگی و رنسیدیتی بیشتری دارد و همچنین بیان کردند که این طعم‌ها در طول دوره انبارداری افزایش می‌یابند (۴).

هاچکس^۱ در سال ۱۹۹۵ بیان کرده است که شیر فراپاستوریزه و شیر UHT که در یخچال نگهداری می‌شوند درجه خاصی از برهم‌کنش را بین مواد بسته‌بندی و شیر خواهند داشت که این برهم‌کنش شامل: نفوذپذیری گازها، مهاجرت و جذب ترکیبات طعم‌دار از پلیمر می‌باشد.

معمولاً در بسته‌بندی اسپتیک شیر و سایر مواد غذایی از قوطی‌های مقوایی چندلایه استفاده می‌شود. بنابراین قوطی‌های مناسب برای شیر، نوعی است که خواص ممانعت‌کنندگی لازم در برابر عبور نور، ترکیبات آلی طعم‌دار و اکسیژن هوا به‌داخل بسته را داشته باشد. یک بسته‌بندی با خاصیت ممانعت‌کنندگی مناسب باعث حفظ طعم و بوی محصول جهت دستیابی به مدت ماندگاری مورد نظر می‌شود (۱۱).

تحقیقی در سال ۱۹۹۹ توسط سیمون و هانسن روی نمونه شیر فرا پاستوریزه کم چرب (۲٪) صورت گرفت. فرآوری شیر تحت فرایند حرارتی از طریق تزریق مستقیم بخار با دماهای ۱۰۷/۲، ۱۱۸/۳، ۱۲۹/۴ و ۱۴۰/۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ثانیه انجام شد و پس از آن عمل هواگیری تحت خلأ صورت گرفت و سپس در ۶ نوع قوطی‌های مقوایی چند لایه ذیل بسته‌بندی گردید:

- پلی‌اتیلن / مقوا / پلی‌اتیلن (A)؛
 - پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / پلی‌پروپیلن (B)؛
 - پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / پلی‌پروپیلن (D)؛
 - پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / اتیلن وینیل الکل / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (C)؛
 - پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / اتیلن وینیل الکل / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (E)؛
 - پلی‌اتیلن / مقوا / پلی‌اتیلن / آلومینیوم / پلی‌اتیلن (F).
- بسته‌ها در دمای ۶/۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بر روی این نمونه‌ها ارزیابی حسی جهت بررسی تغییرات طعمی شیر ناشی از اثر دمای فرایند و برهم

2- Mehta & Bassette
3- Mauvery

1- Hotchkiss



قوطی‌های دارای خاصیت ممانعت‌کنندگی یا دارای فویل آلومینیومی در مقابل نفوذ اکسیژن، گازها، حلال‌ها، طعم‌ها، بوها و رطوبت مقاومت بهتری را از خود نشان می‌دهند بنابراین قادر هستند طعم مطلوب شیر را برای مدت طولانی‌تری نسبت به کارتن‌ها با لایه مقوا/ پلی‌اتیلن یا پلی‌پروپیلن حفظ کنند. به‌علاوه مقواها با لایه فویل آلومینیومی^۱ از نفوذ نور ممانعت کرده و در نتیجه طعم اکسیداسیونی را کاهش می‌دهند. بدطعمی تحت تأثیر نور در نمونه شیر اولتراپاستوریزه که در محیط تاریک و یخچال نگهداری شده نباید حس شود(۱۱).

در نمونه‌های موجود در بسته‌بندی‌های فاقد خاصیت ممانعت‌کنندگی (A، B و D) نوعی طعم ملایم مقوایی در هفته ششم انبارداری تشخیص داده شد که علت آن واکنش اکسیژن با چربی‌های غیر اشباع موجود در شیر و ایجاد هیدروپراکسیدهایی است که خود تجزیه شده و تولید ترکیبات کربونیلی فرار، کتون‌ها^۲ و آلکان‌ها^۳ را می‌کند و در نتیجه باعث بدطعمی، بیاتی^۴ و اکسیداسیونی می‌شود و نیز در همین زمان در نمونه‌ها با بسته‌بندی دارای خاصیت ممانعت‌کنندگی (E و F) نوعی طعم پختگی ملایم تشخیص داده شد(۱۱). همبستگی بالایی بین مقدار هیدروژن سولفید^۵ و شدت طعم پختگی موجود در شیرهای حرارت دیده از طریق آنالیز^۶ فضای خالی^۷ بسته مشاهده شده است(۱۲). بررسی‌های انجام شده از طریق کروماتوگرافی^۸ گازی نشان داده که با افزایش دمای فرایند میزان ترکیبات فرار بیشتر می‌شود(۱۲). بنابراین در نمونه شیر فرایند شده در دمای ۱۴۰/۶ درجه سانتی‌گراد، بیشترین مقدار هیدروژن سولفید وجود دارد.

در هفته دهم انبارداری شیر فراپاستوریزه در دمای ۶/۷ درجه سانتی‌گراد طعم مقوایی شدید در نمونه‌ها و در بسته‌بندی‌های مقوایی با لایه پلی‌اتیلن یا پلی‌پروپیلن که فاقد خاصیت ممانعت‌کنندگی بودند، ایجاد شد. در همین زمان در بسته‌های مقوا با فویل آلومینیوم نوعی طعم پختگی ملایم تشخیص داده شد و در شیر موجود در بسته‌ها با خاصیت ممانعت‌کنندگی (E) طعم پختگی مشاهده نمی‌شد. ای. لایستر^۹ در سال ۱۹۶۵ نشان داد که طعم پختگی در شیر حرارت دیده به علت اکسیداسیون گروه‌های سولفیدریلی در طول زمان حذف می‌شود. براون در سال ۱۹۹۲ گزارش داد که ساختارهای چند لایه مقوا/ فویل آلومینیوم در مقابل نفوذ گاز بهترین ممانعت را از خود نشان می‌دهند. به طوری که در نمونه‌های شیر بسته‌بندی شده (C، B، A و D) و حتی E نوعی باکتریدگی ملایم در هفته دهم مشاهده شد و طعم پختگی در کارتن با لایه مقوا/ فویل (F) قابل تشخیص بود. در هفته پانزدهم و بیستم طعم پختگی در شیر موجود در کارتن مقوا با فویل آلومینیوم از بین رفت و علت آن جلوگیری فویل از نفوذ رطوبت بود. نمونه شیر بسته‌های C، E و F طعم مطلوبی در هفته پانزدهم و بیستم داشتند، فقط نوعی طعم بیاتی اندک در نمونه‌های موجود در بسته‌های C و F وجود داشت. کمترین سرعت رشد باکتریایی^{۱۰} در بررسی سیمون و هانسن زمانی صورت گرفته که شیر در دمای ۱۲۴-۱۲۸ درجه سانتی‌گراد فرایند شده است و سرعت رشد باکتری‌ها در شیر فراپاستوریزه در بسته‌ها با لایه‌های مقوا/ پلی‌اتیلن یا مقوا/ پلی‌پروپیلن (B، A و C) نسبت به بسته‌ها با خاصیت ممانعت‌کنندگی (E، D و F) بیشتر بود(۱۱). بنابراین کمترین قابلیت ماندگاری مربوط به شیر فراپاستوریزه‌ای است که در ۱۰۷ درجه سانتی‌گراد فرایند شده و در بسته‌های فاقد خاصیت ممانعت‌کنندگی می‌باشند.

- 1- Aluminum foil
- 2- Ketones
- 3- Alkanes
- 4- Platitide
- 5- Hydrogen sulfide
- 6- Analysis
- 7- Head space
- 8- Chromatography

- 9- E.lyster
- 10- Bacterial



۴- نتیجه گیری

با توجه به تحقیقات صورت گرفته، یک نوع بسته‌بندی مناسب جهت شیر به خصوص نمونه شیر پاستوریزه و فراپاستوریزه بسته‌بندی‌ها با پوشش‌های چند لایه با خاصیت ممانعت‌کنندگی هستند که قابلیت حفظ طعم طبیعی شیر را برای مدت بیشتری داشته و از تغییر طعم و فساد طعمی شیر که ناشی از عدم خاصیت ممانعت‌کنندگی در برخی بسته‌بندی‌ها نسبت به عبور گازها، رطوبت، حلال‌ها و طعم‌ها می‌باشد؛ جلوگیری می‌نمایند. این گونه بسته‌بندی‌های مطلوب نظیر قوطی‌های مقوایی چند لایه ذیل می‌باشند (باید توجه داشت که لایه مقوایی که استفاده می‌شود باید خود متناسب برای بسته‌بندی شیر بوده و دارای خاصیت ممانعت‌کنندگی مطلوب باشد):

۱. پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / اتیلن وینیل الکل / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین؛
 ۲. پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / مقوا / پلی‌اتیلن با دانسیته پایین / پلی‌پروپیلن؛
 ۳. پلی‌اتیلن / مقوا / پلی‌اتیلن / آلومینیوم / پلی‌اتیلن.
- از طرفی بسته‌بندی انعطاف‌پذیر جهت انتقال یک محصول از واحد تولیدی یا توزیع‌کننده به خرده‌فروش یا مصرف‌کننده نهایی به کار می‌رود و آن محصول را در طی حمل‌ونقل، عرضه و نگهداری محافظت می‌کند. بسته‌بندی‌های انعطاف‌پذیر چند لایه خصوصیات عملکردی، محافظتی و تزئینی مورد نیاز را تأمین می‌کنند.

کواکستروژن^۱ پلیمر با خواص ممانعت‌کنندگی زیاد می‌تواند باعث کاهش ضخامت شود و این در حالی است که موجب تغییر در خصوصیات اصلی نشده و حتی گاهی به بهبود آن‌ها نیز کمک می‌کند. بسته‌بندی‌های انعطاف‌پذیر چند لایه کواکستروژن از طریق کاهش نیاز به استفاده از پلیمر گران‌قیمت، افزایش پلیمرها با قیمت مناسب و استفاده از مواد بازیافت شده یا کاهش ضخامت فیلم، می‌توانند باعث

کاهش هزینه بسیاری از ساختارهای چند لایه شوند. فرایند کواکستروژن همچنین باعث کاهش مراحل فرایند شده و از این طریق نیز به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

از فرایند کواکستروژن جهت ترکیب چندین نوع ماده در یک فیلم استفاده می‌شود. هر دو حالت تهیه فیلم پلیمری به روش بادی اکستروژن و به روش قالب‌ریزی اکستروژن می‌تواند به صورت سه، پنج، هفت، نه لایه و بیشتر باشد که این ترکیب چند پلیمر در یک فیلم واحد، باعث کاهش قیمت نیز می‌شود.

مزیت دیگر فیلم‌های چندلایه، خصوصیت مقاومت لایه‌ها در برابر شکافته شدن و ترک برداشتن به دو لایه یا تعداد بیشتر می‌باشد. برای مثال یک فیلم نایلون^۲ ساده (پلی‌امید^۳ همراه با پلی‌اتیلن خطی با دانسیته پایین^۴) ممکن است به (پلی‌امید - پلی‌امید - پلی‌اتیلن خطی با دانسیته پایین) شکافته شود.

پلی‌اتیلن با دانسیته پایین خطی یا ترکیب آن با پلی‌اتیلن با دانسیته پایین می‌تواند جهت کیسه‌های قابل دوخت حرارتی در هر بسته‌بندی شیر به کار روند. جدول (۲) فیلم‌های چند لایه کو اکستروژن را که جهت کیسه‌های شیر مناسب بوده با ذکر ضخامت و درصد هر لایه نشان می‌دهد. در صورتی که خاصیت ممانعت‌کنندگی بالا در برابر اکسیژن جهت دستیابی به زمان ماندگاری طولانی مورد نیاز است، نایلون هم می‌تواند استفاده شود (۷).

- 2- Nylon
- 3- Poly-amid
- 4- Linear low density polyethylene (LLDPE)
- 5- Pouches



1- Co-extrusion

جدول ۲- فیلم‌های چند لایه کواکستروید جهت بسته‌بندی کیسه‌ای شیر (۷)

ساختار	در صد هر لایه	ضخامت (میکرون)
پلی اتیلن خطی با دانسیته پایین / چسب / پلی آمید / چسب / پلی اتیلن خطی با دانسیته پایین	۳۵/۱۰/۱۰/۱۰/۳۵	۴۰-۷۰
پلی اتیلن با دانسیته بالا / (پلی اتیلن با دانسیته پایین و پلی اتیلن خطی با دانسیته پایین)	۶۰/۴۰	۴۰-۸۰

۵- منابع

- Hedrick, T. I., M. G. Long., and L. Glass. "Copper release into milk products and orange juice from waukesha alloy". J. Dairy Sci. 58:1536.1975.
- International life sciences institute. "Packaging materials.1. Polyethylene terephthalate (PET) for food packaging applications". ILSI europe packaging material task force, Brussels, Belgium. 2000.
- Leong, C.M.O., B.R.Harte., J.A.Partridge., D.B.Ott., and T.W.Downess. "Off-Flavor development in milk packaged in polyethylene-coated paperboard cartons". Journal of dairy science 75:2105-2111.1992
- Mauri, J. L., G. L. Christen, S. L. Melton, M. P. Penfield, and C. S.Baird. "Effect of processing method and storage temperature and time on chemical and sensory attributes of low-fat milk". J.Dairy Sci. 78(Suppl. 1):146. (Abstr.).1995.
- Mestdagh, F., B. De Meunenear., J. De Clippeleer., F. De Vlighere., and A.Huyghebeart. "Protective influence of several packaging materials on light oxidation of milk". J. Dairy Sci. 88:499-510.2005.
- Moyssiadi, Theodor., Anastasia badeka., Efthymia kondyli., Theodora vakirtzic, Ioannis savvaidisa, Michael G. Kontominas. "Effect of light transmittance and oxygen permeability of various packaging materials on keeping quality of low fat pasteurized milk:chemical and

از جهت محافظت شیر پاستوریزه کم چرب در برابر نفوذ نور و بدطعمی نوری و همچنین نفوذ اکسیژن و ممانعت از کاهش ارزش غذایی شیر به لحاظ ویتامین‌ها به خصوص ویتامین A و B₂ بطری‌های چند لایه رنگی پلی اتیلن با دانسیته بالا و در مرحله بعد بطری‌های تک لایه رنگی پلی اتیلن با دانسیته بالا نسبت به بطری‌های پلی اتیلن ترفتالات بسته‌بندی‌های مناسبی می‌باشند (۶). امروزه از بطری‌های پلی اتیلن ترفتالات یا پلی استر در سطح وسیعی جهت بسته‌بندی شیر استفاده می‌شود. ویژگی‌های آن نظیر: خستگی بودن، مقاومت در برابر عبور گاز، سبک بودن و اینکه به راحتی شکسته نمی‌شود و قابلیت درزبندی مجدد را دارد آن را در بسته‌بندی مواد غذایی مناسب می‌سازد (۲)؛ بطری‌های پلی استر شفاف به علت عبور نور، ایجاد بدطعمی نوری و تغییرات طعمی در شیر جهت نگهداری طولانی مدت شیر مناسب نمی‌باشند؛ اما در صورت ایجاد خواص ممانعت‌کنندگی کافی در برابر نور در این بطری‌ها به طوری که اجازه عبور هیچ گونه طول موجی را ندهند به منظور جلوگیری از بدطعمی ناشی از اکسیداسیون نوری، بطری‌های پلی استر برای نگهداری طولانی مدت شیر مناسب می‌باشند (۵). به عبارتی بسته‌بندی‌های پلی اتیلن ترفتالات شفاف جهت شیر پاستوریزه که مدت نگهداری کمی داشته و سریع تر مصرف می‌شوند، مناسب می‌باشند ولی برای شیر فراپاستوریزه که با هدف نگهداری طولانی مدت تولید می‌گردد، مناسب نیستند.

بررسی اثر ترکیبات پلیاستیکی بر طعم و زمان ماندگاری شیر پاستوریزه و فراپاستوریزه



- sensorial aspects". International dairy journal 14 (2004) 429-436. 2004.
7. "Multilayer flexible packaging". (Unknown editor). Chapter 15-PE based multilayer film structures(205-230). Elsevier Inc. 2009.
8. O'Neil,E.T.,Johny.J.Touchy.,and R. Franz. "Comparison of milk and ethanol / Water mixtures with respect to monostyrene migration from a polystyrene packaging material". Int. dairy journal 4:271-283. 1994.
9. Richmond,M.L., C.M.Stine. "Historical aspects of packaging fluid milk in the united states". Journal of dairy science 65:1666-1672. 1982.
10. Simon, M.,and A.P.Hansen. "Effect of various dairy packaging materials on the shelf life and flavor of pasteurized milk". J. Dairy Sci. 84:767-773. 2001.
11. Simon,M., and A. P. Hansen. "Effect of various dairy packaging materials on the shelf life and flavor of ultrapasteurized milk". J. Dairy Sci. 84:784-791. 2001.
12. Simon, M., A. P. Hansen, and C.T. Young. "Effect of various dairy packaging materials on the headspace analysis of ultrapasteurized milk".J. Dairy Sci. 84:774-783. 2001.

آدرس نویسنده

مشهد - میدان پارک - دانشگاه فردوسی مشهد - گروه
علوم و صنایع غذایی.

