مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۸، شماره ۱، سال ۱۳۸٦ (۱۵۹-۱۵۳)

بررسي ميزان باز پس زني تركيبات شير توسط غشاء اولترافيلتراسيون

مهشيد جهادي[۱]،محمد رضا احساني[۲]،ثريا نواب پور[۳]و مهناز هاشمي روان[٤]
۱، دانشجوی سابق کارشناسي ارشد دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم وتحقيقات، تهران و مدرس
دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد ۲، استاد، پرديس كشاورزي و منابع طبيعي، دانشگاه تهران
۳، دكتراي حرفه‌اي دامپزشكي،شركت صنايع شير ايران، پگاه ٤، استاديار، علوم وصنايع
غذايي دانشگاه آزاد اسلامي واحد ورامين.
(تاريخ دريافت:۸۵/۲/۴- تاريخ تصويب: ۸۵/۷/۱۹)

چكيده

اولترافيلتراسيون را مي توان يك فرايند غشائي با محركهٔ فشار ۲ تا ۱۵ بار معرفي نمود، كه توانايي جداسازي و تغليظ موادي با وزن مولكولي ۱ تا۱۰۰ كيلو دالتون را بر روي سطح غشايي با ابعاد۰/۰۲- ۰/۰۰۱ ميكرومتر را دارا مي‌باشد. به منظور بررسي خصوصيات باز پس زني كليهٔ تركيبات شير توسط غشاء اولترافيلتراسيون، شير كامل پاستوريزه و غير هموژن ، در دماي ۵۰ درجهٔ سانتي گراد تحت فشار ۵ بار به نحوي كه اختلاف فشار در دو سوي فيلترهاي از ۳/٦ بار تجاوز نكند، توسط اولترافيلتراسيون پيوسته **APV** با ۵۱ فيلتر غشائي از نوع مارپيچي با جنس پلي سولفون ساخت شركت **DDS** دانمارك با قابليت نگهداري تركيباتي با جرم مولكولي ۲۰ كيلو دالتون تا درجهٔ تغليظ ۵ اولترافيلتره شد. سپس تركيبات شير و پرميت از نظر مادهٔ جامد، ازت كل، ازت غير پروتئيني، پروتئين، چربي، لاكتوز، خاكستر، كلسيم، سديم و پتاسيم در سطح اطمينان بالاي ۹۵ درصد مورد ارزيابي قرار گرفت. ضريب باز پس زني هر يك از اين تركيبات به ترتيب (۰/٦۹۵ ±۵۵/٦۷)، (۰/۸۹ ±۹۳/۹٤)، (۰/۳۹ ±۵/۸۵)، (۰/۲٤ ±۹۹/٦۳)، (۱۰۰)، (۰/۲۱ ±۰/۸۳۵)، (۲/۸۹ ±۳۱/۳۰)، (۱/۱۸ ±۵۹/۷۷)، (۰/۷۷ ±۹/۲) و (۰/۵ ±۱۱/٤۷) درصد مي باشد. ارزيابي تركيبات پروتئيني با استفاده از روش الكتروفورز **SDS-PAGE** با شيب غلظت ۱۰تا ۲۰ درصد اكريل‌آميد نشان مي‌دهد كه **α**-لاكتالبومين به ميزان (۱/۷۲۵±۹٦/٦۸)، **β**- لاكتوگلبولين (۰/٤٦±۹۹/۱۸)، ميسل كازئين(۱۰۰) و تركيبات هيدروليز شده كازئين (۱/۰۰±۹۸/۳۹) درصد توسط سيستم غشايي اولترافيلتراسيون بازپس زده مي شود.

واژه هاي كليدي: اولترافيلتراسيون، شير، غشاء، بازپس زني.

مقدمه

اولترافيلتراسيون[۱] را مي توان يك فرايند غشايي با محركهٔ فشار معرفي نمود، كه توانايي جداسازي و تغليظ موادي با وزن مولكولي۱تا ۱۰۰كيلودالتون را دارد، در چنين شرايطي محلول تحت اثر فشار بر روي سطح غشاء با ابعاد منافذ (۰/۰۰۰۱تا۰/۰۲ ميكرومتر) به حركت در مي‌آيد، در نتيجهٔ اعمال فشار، بخشي از حلال و برخي از مواد حل شده، با ابعاد كوچكتر از منافذ غشاء از ميان منافذ غشاء عبور مي‌نمايند و در آن سوي غشاء به صورت فاز عبوري[۲] تجمع مي‌يابند. بر اساس خصوصيات غشاء مورد استفاده، باقي مواد در پشت غشا باقي مانده كه به آن فاز ماندگار[۳] گفته مي‌شود (۱۳،۱۱،۱۰،٦،٤).

پيشرفت در فن آوري اولترافيلتراسيون، فرصت مناسبي جهت توليد پنير با استفاد از اين روش را فراهم مي‌سازد.

1.Ultrafiltration

2. Permeate -

3. Retentate

* نويسنده مسئول: مهشيد جهادی
تلفن: ۰۹۱۳-۳۱۱۳۱۲۰
E-mail: MahshidJahadi@yahoo.com

اين تكنولوژي در سال ۱۹٦۹ جهت اولترافيلتراسيون شير در يك اختراع فرانسوي با نام اختصاري محققان آن (MMV[1]) ثبت گرديد (۱۳،۱۱،٦). استفاده از اين فن آوري به منظور جداسازي پروتئين هاي محلول در آب پنير در سال ۱۹۷۲ و در سال ۱۹۸۲ جهت توليد پنير هاي نرم روندي صنعتي پيدا نمود (۲).

حضورتكنولوژي اولترافيلتراسيون در صنايع لبني و به خصوص جايگزيني آن در روش توليد پنير به دليل دستيابي به محصول با كيفيت بهتر و راندمان بالاتر افزايش ارزش تغذيه‌اي، كاهش زمان توليد، كاهش حجم كشت آغازگر[2] و آنزيم از مطلوبيت ويژه‌اي برخوردار گشت. در اين ميان پنير فتا با ٥٦ در صد توليد از كل توليد پنير به روش اولترافيلتراسيون، بيشترين سهم توليد پنير را به خود اختصاص مي‌دهد (۶، ۱۳، ۱۱).

با عبور شير از غشاء اولترافيلتراسيون آب و اجزاي محلول با ابعاد كوچكتر از منافذ غشاء مانند املاح محلول، ازت غير پروتئيني ولاكتوز، از غشاء به طور نسبي عبور كرده در حالي‌كه تركيباتي مانند چربي، پروتئين و املاح كلوئيدي در فاز ماندگارباقي مي‌ماند. باقي ماندن املاح با ابعاد كوچكتر از منافذ غشاء، وابسته به درجه اتصال املاح به پروتئين و چربي مي‌باشد. و افزايش غلظت آن در فاز ماندگار در نسبتي كمتر از افزايش غلظت چربي و پروتئين مي باشد (۱۳،۱۰،۹).

تحقيقات انجام پذيرفته توسط يان و همكاران در سال ۱۹۷۹ نشان مي‌دهد كه خصوصيت باز پس زني تركيبات شير كامل به طور كامل از فاكتورهاي محيطي مانند؛ فشار، دما، و سرعت جريان مستقل مي‌باشد و به درجهٔ تغليظ وابسته مي‌باشد. وي به بررسي ضرايب باز پس زني پروتئين، چربي، مادهٔ جامد، لاكتوز، املاح و ازت غيرپروتئيني توسط غشاء اولترافيلتراسيون پرداخت، اين تركيبات طي اين گزارش به ترتيب به ميزان (۹۲/۸)، (۱۰۰)، (٥٤/٤)، (۰/۰)،(۲۹) و (٦۱/٥) درصد باز پس زده مي‌شود (۱٦).

تحقيقاتي كه به منظور شناسايي پروتئين‌ها در فاز عبوري حاصل از سيستم غشايي اولترافيلتراسيون با قابليت نگهداري تركيبات با جرم مولكولي ۱۰ KD بر روي ژل الكتروفورزSDS-PAGE انجام پذيرفت، نشان مي‌دهد كه درصد پروتئين در پساب چنين غشائي ۰/۲٥گرم در ليتر مي‌باشد. ۹۰ در صد آنرا α-لاكتالبومين و ۱۰ در صد را β-لاكتوگلبولين تشكيل مي‌دهد (۳). گزارشي در سال ۱۹۹۷ مبني بر توليد پنير آب نمكي توسط غشاء اولترافيلتراسيون (با قابليت نگهداري ۱۰۰۰۰۰دالتون) انجام پذيرفت كه مشخص نمود استفاده از چنين غشائي موجب بازيافت ۸٥/۷٤ درصد پروتئين در فاز ماندگار و عبور ۱٤/۱٤ درصد پروتئين به فاز عبوري مي‌گردد. در نتيجه، غلظت پروتئين در فاز عبوري برابر ۰/٥۷۷درصد مي‌باشد. در اين ميان ۹۹/۳۷ درصد از كازئين و ۲۰/۷٥ درصد از پروتئين محلول در فاز ماندگار باقي مي‌ماند (۷). تحقيقات مذكور نشان مي‌دهد كه با تغيير قابليت نگهداري تركيبات توسط سيستم غشاء اولترافيلتراسيون غلظت تركيبات فاز عبوري و خصوصيات باز پس زني و درصد بازيافت تركيبات تغيير مي‌كند.

در اين مقاله تلاش شده است كه به بررسي ضرايب باز پس زني كليهٔ تركيبات شيركامل توسط سيستم غشايي اولترافيلتراسيون، در فاكتور غلظت پنج پرداخته شود.

مواد و روشها

- فرايند اولترافيلتراسيون

اولترافيلتراسيون شير كامل توسط سيستم غشائي پيوسته APV حاوي ۳ لوپ و ٥۱ عدد فيلتر غشائي از نوع ماريپيچي[3] با جنس پلي سولفون و قابليت نگهداري تركيباتي[4] با جرم مولكولي ۲۰۰۰۰ دالتون ساخت شركت DDS صورت پذيرفت. لوپ (۱) و (۲) هر يك داراي ۱۸ عدد فيلتر غشائي از سري UFPH20/6338/30FF داراي ۱٦/۹ متر مربع سطح فعال و لوپ (۳) حاوي ۱٥ عدد فيلتر غشائي از سري UFPH20/6338/18FF با ۱۲/۸ متر مربع سطح فعال مي‌باشد. شير پاستوريزه و غير هموژن در دماي

1. Mabois- Muquet- Vassal.

2. Starter culture

3.Spiral wound

4. Molecular weight cut off

۵۰ درجه سانتي‌گراد تحت فشار ۵ بار به نحوي كه اختلاف فشار در دو سوي فيلترهاي غشائي از ۳/٦ بار بيشتر نباشد تا درجه تغليظ ۵ اولترافيلتره شد.

- آناليز شيميايي

نمونه پرميت و شير از نظر ماده جامد (با استفاده از دستگاه ترازوي رطوبت‌سنج Sartarius)، ازت كل(۹۹۱/۲۰: AOAC)، ازت غيرپروتئيني (۹۹۱/۲۱: AOAC)، پروتئين (۹۹۱/۲۳: AOAC)، خاكستر (۹٤۵/٤٦: AOAC) و چربي (با استفاده از روش ژربر طبق استاندارد ۳٦٦ ملي ايران) مورد ارزيابي قرار گرفت. درصد لاكتوز از تفريق كليه موارد مذكور از ماده جامد حاصل گرديد. سديم و پتاسيم مورد نظر پس از هضم مرطوب توسط دستگاه فليم فتومتر (410-SHERWOOD) و كلسيم آن توسط دستگاه اسپكتروفتومتر جذب اتمي (Speca 20 varian) اندازه‌گيري شد.

- آماده سازي نمونهٔ پروتئين

به منظور جداسازي پروتئين از شير و پرميت، ۱۲/۵ درصد (وزني /حجمي) اسيد تري‌كلرواستيك به نمونه اضافه كرده، محلول حاصل را در دماي ۲۰ درجه سانتيگراد در ۲۰۰۰g به مدت ۲۰ دقيقه سانتيريفوژ (Sigma. 2-16k) شد. مايع شفاف روئي را دور ريخته و به ماده رسوب كرده زيرين استون اضافه گرديد. اين مخلوط بايد به خوبي توسط ورتكس مخلوط شود، سپس در شرايط مذكور به طور مجدد سانتيريفوژ گرديد. جهت خالص‌سازي نمونه، اين عمل بايد سه بار تكرار شود. بعد از تبخير استون، نمونه پروتئين به صورت پودري با ذرات بسيار ريز و قابل نگهداري در آمده، نمونه پروتئين ايزوله شده، توسط بافر نمونه (۱۰ ميلي مولار تريس – اسيد كلريدريك[1] با pH =٦/۸, ۱ درصد سديم دو دسيل سولفات، ۲۰ درصد گليسرول، ۰/۰۲ درصد بروموفنل بلو و ۵۰ ميل مولار دي تيو تري تول[2]) به ميزان ۰/۰۲گرم در ميلي ليتر رقيق شد و به مدت ۵ دقيقه در آب جوش قرار گرفته تا پيوند SDS و پروتئين كامل شود سپس ٦ ميكروليتر از نمونه فوق را بر روي ژل قرار گرفت (۱۵،۳).

- روش الكتروفورز

شناسايي و جداسازي پروتئين بر روي ژل SDS- PAGE[3] با غلظت متغير ۱۰ تا ۲۰ درصد اكريل آميد در ژل زيرين (۰/۵۳% بيس اكريل آميد و۲۰% اكريل آميد- ۰/۲٦۵% بيس اكريل آميد، ۱۰ % اكريل آميد ۰/۱ SDS%، ۰/۰۳٦% آمونيوم پرسولفات، ۰/۰۰۰۳% N,N,N,N-Tetramethylendiamin و ۰/۳۷۵ مولار تريس با pH=۸/۸) و۳/۷۵ درصد اكريل آميد در ژل فوقاني (۳/۷۵% اكريل‌آميد، ۰/۱% بيس اكريل آميد، ۰/۱ % سديم دو دسيل سولفات، ۰/۰۷۵% آمونيوم پر سولفات، ۰/۰۰۰۵% N,N,N,N-Tetramethylendiamin ۰/۱۲۵ مولار تريس با pH= ٦/۸) انجام پذيرفت (۱۵). نمونه در ۳٦ آمپر در بافر تانك الكتروفورز (۳/۲۵ گرم پودر تريس و ۱٤/٤ گرم پودر گليسين به طور جداگانه در آب دو بار تقطير حل گرديد، پس از كنترل و تنظيم pH برروي ۸/۳ يك گرم پودر دودسيل سولفات در اين محلول حل كرده به حجم يك ليتر رسانده شد) توسط دستگاه الكتروفورز صفحه‌اي (Vss.1100.Akhtarian) تفكيك شد. به مدت ۲٤ ساعت توسط محلول رنگي (۰/۰۲۵ در صد رنگ كوماسي بلو R250، ٤۰ درصد متانول و ۷ درصد اسيد استيك گلايشيال) رنگ آميزي وسپس توسط محلول رنگ بر (۵ درصد متانول و ۷ درصد اسيد استيك گلايشيال) رنگبري شد. ژل مذكور توسط دستگاه دانسيتومتر (۲٤- Helena Process) دوبار اسكن شد.

- روش آماري

محاسبات آماري با استفاده از Mini tab در سطح اطمينان بالاي ۹۵ درصد صورت پذيرفت. روش توليد بر اساس فرايند اولترافيلتراسيون توضيح داده شده با دوبار تكرار و هر آزمايش نيز در دو تكرار انجام پذيرفت.

نتايج و بحث

خصوصيت باز پس زني فيلترهاي غشائي با استفاده از شاخصي به نام فرمول ضريب باز پس زني توضيح داده مي‌شود.

1. Tris-HCl
2. Dithioteritol
3. Sodium do desyle sulphate poly acryle amid electrophoresis

$\delta = 1 - Cp/Cb$

به طوريكه δ ضريب باز پس زني، Cp غلظت تركيب در پرميت و Cb غلظت تركيب در شير را نشان مي دهد (۷).

شير كامل به عنوان ماده اوليه سيستم غشائي اولترافيلتراسيون، امولسيون چربي (با قطر گويچه‌هاي چربي كه به طور متوسط ۳/٤ µm) در فاز مايع مي‌باشد، فاز غيرچرب از تركيباتي مانند ميسل كازئين (۳۰۰ nm)، پروتئين‌هاي محلول (۳ nm)، ازت غير پروتئيني، لاكتوز (۰/۸ nm) و املاح تشكيل شده است (۵)، بسته به اندازه هر يك از تركيبات شير، برخي از اجزاء شير توسط غشاء باز پس زده مي‌شود.

جدول ۱ ميانگين تركيبات شير، پرميت و ضرايب باز پس زني هر يك از تركيبات شير را نشان مي‌دهد، كه در زير به توضيح هر يك از آنها پرداخته مي شود.

جدول۱- ضرايب باز پس زني تركيبات شير كامل توسط غشاء اولترافيلتراسيون

تركيبات	پرميت(%)	شير(%)	ضريب بازپس‌زني(%)
ماده جامد	۵/۲۸۵±۰/۰۱۵	۱۱/۹۲۸±۰/۲۱۷	۵۵/٦۷±۰/٦۸۵
ازت كل	۰/۰۳۱۵±۰/۰۰۱۵	۰/۵۲۹±۰/۰۵۰۱	۹۳/۹٤±۰/۸۹
ازت غير پروتئيني	۰/۰۲۹۵±۰,۰۰	۰/۰۳۱٦±۰/۰۰۰۹	۵/۸۵۵±۰/۳۹۵
پروتئين	۰/۰۱۱±۰/۰۰٦	۳/۱۹۵±۰/۳۲۵	۹۹/٦۳±۰/۲٤۵
چربي	۰,۰۰	۳/۲±۰/۱	۱۰۰
لاكتوز	٤/۷٤۵±۰/۰٤۵	٤/۷۸۵±۰/۰۳۵	۰/۸۳۵±۰/۲۱۵
خاكستر	۰/٤۷۹±۰/۰۱۲	۰/۷۱۲±۰/۰۲۸	۳۱/۳۰±۲/۸۹

ماده جامد شير به ميزان ۵۵/٦۷ درصد توسط غشاء اولترافيلتراسيون پس زده مي‌شود و به اين ترتيب ماده‌خشك بخش فاز عبوري و يا پرميت در حدود ۵/۲۸ درصد مي‌باشد.

باز پس زني ناكامل ازت كل در جدول ۱ به دليل خصوصيت متفاوت عبوري اجزاء متشكله آن يعني ازت غير پروتئيني و پروتئين مي‌باشد. همانطور كه در جدول ۱ نشان داده شده است، ازت غيرپروتئيني به ميزان بسيار اندكي توسط سيستم غشائي اولترافيلتراسيون باز پس زده مي‌شود. اين نكته نشان مي‌دهد كه اين تركيب به طور آزادانه قادر به عبور از منافذ سيستم غشائي از سمت فاز ماندگار به سمت فاز عبوري مي‌باشد.

در اين ميان اوره و اسيدهاي آمينه آزاد جزو بيشترين تركيبات ازت غيرپروتئيني مي‌باشند كه وارد فاز عبوري مي‌شوند (۱۰). البته ميزان كاهش اسيدهاي آمينه آزاد از ۵۰ درصد براي متيونين تا ۹۸ درصد براي سرين متغير مي‌باشد (۱۲) و همين تفاوت در نگهداري اجزاي ازت غيرپروتئيني موجب باز پس‌زده شدن اندك ازت غير پروتئيني مي‌گردد. عبور آزادانه ازت غير پروتئين موجب مي‌گردد تا اين تركيب ۹۳/٦ درصد از ازت كل پرميت را به خود تخصيص دهد.

پروتئين‌هاي شير تقريباً به طور كامل(۹۹/٦۳±۰/۲٤۵) درصد توسط غشاء اولترافيلتراسيون باز پس زده مي‌شود. باز پس زني ناكامل پروتئين‌هاي شير به دليل توزيع اندازه منافذ غشاء مورد استفاده و گستردگي وزن مولكولي پروتئين‌هاي موجود در شير مي‌باشد (۱۰،۳). همين عامل موجب شد تا بخش اندكي از پروتئين از فاز ماندگار به سمت فاز عبوري راه يابد، به طوريكه در مجموع ميزان (۰/۰۱۱±۰/۰۰٦) درصد پروتئين در پرميت حضور دارد.

α-لاكتالبومين، β-لاكتوگلبولين و محصولات هيدروليز شده كازئين بر اساس وزن مولكولي پروتئين‌ها، تمايل آنها به انسداد، توزيع اندازه منافذ غشائي و حضور منافذي با ابعاد بزرگتر از اندازه اسمي منافذ غشائي، هر يك در نسبتي متفاوت طبق جدول ۲ باز پس زده مي‌شود.

جدول۲- ضرايب باز پس زني تركيبات پروتئيني شير توسط غشاء اولترافيلتراسيون

تركيبات	پرميت(%)	شير(%)	ضريب باز پس زني(%)
α-لاكتالبومين	۰/۰۰۵۰۳±۰/۰۰۰۳۵	۰/۱۵۳±۰/۰۰۲	۹٦/٦۸±۱/۷۲۵
β-لاكتوگلبولين	۰/۰۰۳۳±۰/۰۰۱۰۸	۰/۳۰۸±۰/۰۳۹۱	۹۹/۱۸±۰/٤٦
محصولات هيدروليز كازئين	۰/۰۰۳۵٤±۰/۰۰۲۲	۰/۰۲۳۵±۰/۰۱۷۵	۹۸/۳۹±۱/۰۰۵
ميسل كازئين	۰/۰۰	۲/۲۱۵±۰/۲۲۵	۱۰۰

α-لاكتوالبومين با وزن مولكولي ۱٤۸۰۰دالتون به عنوان يكي از تركيبات پروتئيني كه باعث انسداد غشاءهاي اولترافيلتراسيون با جنس پلي سولفون مي شود ۷۸ درصد و

β- لاکتوگلبولین ۱۷ درصد از ترکیبات پروتئیني عامل انسداد[1] غشاء را تشکیل می‌دهند (۱٤). بر این اساس پروتئین α- لاکتالبومین نه تنها به خاطر وزن مولکولي کمتر، بلکه به دلیل تمایل بیشتر به سیستم غشاء اولترافیلتراسیون از جنس پلي سولفون، به میزان کمتري نسبت به سایر پروتئین‌هاي باز پس زده مي‌شود و به میزان ۰/۰۰۰۳۵±۰/۰۰۵۰۳ درصد از منافذ غشائي عبور کرده، این پروتئین به عنوان بیشترین پروتئین شیر که از منافذ غشاء عبور کرده است، ۴۵/۷۳ درصد از پروتئین پرمیت را به خود اختصاص می‌دهد. در حالي‌که β-لاکتوگلبولین با وزن مولکولي دیمر ۳٦۰۰۰ دالتون، به میزان ۹۹/۱۸ درصد توسط غشاء اولترافیلتراسیون باز پس زده مي‌شود.

ترکیبات هیدرولیز شده کازئین، محصولات اثر پروتئازهاي یاخته‌هاي پیکري بر روي فراکسیون‌هاي کازئین و به خصوص β- کازئین مي‌باشد، بسته به منطقه اثر آنزیم از پلي پپتیدهایي با وزن مولکولي (۲۰۵۲۰-۳٤٦۰ دالتون) تشکیل شده است (۸). این ترکیب به میزان ۹۸/۳۹ درصد باز پس زده مي‌شود. عبور محصولات هیدرولیز کازئین با وزن مولکولي متفاوت، از سیستم غشائي اولترافیلتراسیون با قابلیت نگهداري ترکیبات ۲۰ کیلو دالتون، به طور غیرمستقیم نشان مي‌دهد که، آنزیم‌هاي هیدرولیز کننده کازئین، ناشي از سلولهاي سوماتیك، میکروب‌هاي سرماگرا و یا سرین پروتئازها، با هیدرولیز فراکسیون‌هاي کازئین و به خصوص β- کازئین و تولید پپتیدهاي کوچك، مي‌تواند باعث افزایش از دست رفتن ترکیبات پروتئیني شیر در پرمیت و کاهش باز پس زني پروتئین توسط سیستم غشائي گردد.

در این میان کازئین با ابعاد میسلي (۳۰۰ nm) به میزان ۱۰۰درصد توسط غشاء باز پس زده مي‌شود و وارد پرمیت نمي‌گردد.

لاکتوز با ابعاد کوچکتر از اندازه منافذ غشاء اولترافیلتراسیون و محلول در آب به میزان ۱۰-۰۰ درصد توسط غشاء اولترافیلتراسیون باز پس زده مي‌شود (۱٦،۱۰). نتایج باز پس زني لاکتوز در این تحقیق با گزارش‌هاي یان و همکاران در سال ۱۹۷۹ تقریبا" مطابقت داشته و اختلاف اندك موجود در این دو گزارش به دلیل اختلاف در روش آزمون و یا تجزیه میکروبي لاکتوز مي‌باشد. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است لاکتوز قادر مي‌باشد به همراه آب به طور آزادانه از منافذ سیستم غشائي عبور کند و وارد پرمیت گردد.

بالاتر بودن ضریب باز پس زني خاکستر (۳۱/۳۰±۲/۸۹) نسبت به گزارش‌هاي یان و همکاران طي سال ۱۹۷۹ به دلیل بالاتر بودن درجه تغلیظ شیر در این تحقیق مي‌باشد. عدم وجود ضریب باز پس زني کامل براي خاکستر موجود در شیر، نشان مي‌دهد که ضریب باز پس زني این ترکیب فقط توسط غشاء تعیین نمي‌گردد. زیرا لایه ژله‌اي پروتئین – چربي ایجاد شده در نزدیکي سطح غشاء، نقش مهمي در مقابل انتقال ذرات محلول اعمال مي‌کند. البته در این میان خصوصیات پلي‌الکترولیت پروتئین‌ها نیز مطرح مي‌باشد. زیرا پروتئین‌هاي شیر شامل گروه‌هاي کربوکسیل و آمین قابل یونیزه مي‌باشد، درنتیجه لایه ژله‌اي پروتئین- چربي ایجاد شده در نزدیکي سطح غشاء یك دانسیته بار یوني بالایي از خود نشان مي‌دهد (۱٦). بنابراین همانطور که در جدول ۳، نشان داده شده است سدیم و پتاسیم به عنوان عناصر محلول به صورت ناکامل و با غلظتي کمتر از شیر، غلظت این عناصر در وارد فاز عبوري شده و به این ترتیب به میزان (۹/۲±۰/۷۷) و (۱۱/٤۷±۰/۵) باز پس زده مي‌شود.

جدول ۳- ضرایب باز پس زني برخي عناصر موجود در شیر توسط غشاء اولترافیلتراسیون

ترکیبات	پرمیت(mg/100g)	شیر(mg/100g)	ضریب باز پس زني(%)
کلسیم	٤۰/۱۵٤±۲/۸	۱۰۰/۱۵±۹/۹۵	۵۹/۷۷±۱/۱۸
سدیم	۵۰/۳۱۵±۱/۰۱	۵۵/٤۱±۰/٦۵	۹/۲±۰/۷۷
پتاسیم	۱۳۸/٤۰±۲/۸	۱۵٦/۳۷±٤/۰۳	۱۱/٤۷±۰/۵

عامل دیگر ضریب باز پس زني ناقص خاکستر شیر، اتصال برخي از عناصر به میسل‌هاي کازئین، آنزیم و غشاء گویچه‌هاي چربي مي‌باشد (۹،۵،۱٦،۱۰). لذا املاح کلوئیدي شیر به طور کامل توسط غشاء پس زده مي‌شود. در این میان کلسیم موجود در شیر، به حالت آزاد و پیوند شده در درون میسل کازئین وجود دارد. بخش آزاد کلسیم، به طور آزادانه از سیستم غشائي عبور کرده و بخش کلوئیدي کلسیم نیز به میزان ۱۰۰ درصد توسط سیستم غشائي باز

1. Fouling

پس زده مي‌شود. لذا اين تركيب در مجموع به ميزان (۱/۱۸±۵۹/۷۷) توسط سيستم غشائي اولترافيلتراسيون باز پس زده مي‌شود.

اتصال كلسيم به كازئين شير باعث مي‌گردد، با افزايش فاكتور غلظت، درصد كلسيم در فاز ماندگار افزايش يابد ولي درصد آن در پرميت ثابت مي‌باشد. در اين ميان تنها عاملي كه به شدت بر غلظت كلسيم موجود در پرميت تأثير داشته افزايش اسيد لاكتيك موجود در شير و كاهش pH آن مي‌باشد كه موجب كاهش باز پس زني كلسيم توسط سيستم غشائي و افزايش ورود كلسيم به پرميت مي‌گردد (۱۰).

نتيجه گيري

نتايج مطالعه حاضر نشان مي‌دهد كه در حالت عادي ضريب باز پس زني ميسل كازئين و چربي شير صد درصد مي‌باشد. لذا نقصان در باز پس زني هر يك از اين تركيبات مي‌تواند به عنوان شاخص‌هاي مناسبي جهت بروز نشتي و يا پارگي و از دست رفتن صحت كارائي سيستم غشائي قلمداد گردد. لازم به يادآوري است كه اين ضريب براي تركيبات محلول با جرم مولكولي كمتر از آستانه عبور غشاء در حدود كمتر از ۱۰ درصد مي باشد.

سپاسگزاری

بدين وسيله از شركت صنايع شير ايران پگاه كه با حمايت خود امكانات اجرايي اين طرح را تقبل نمود صميمانه تشكر و قدرداني مي‌شود. در ضمن از اداره كل پژوهش‌هاي كاربردي معاونت پژوهشي دانشگاه تهران به علت تامين منابع مالي مورد نياز سپاسگزاري مي‌شود.

منابع مورد استفاده

REFERENCES

1. AOAC. 2002. *Official methods of analysis*. Washangton., DC: Association of official Analytical Chemists International.
2. Atra, R., G. Vatai, E. Bekassy-Molnar, & A. Balint. 2005. *Investigation of Ultra-and nano filtration for utilization of whey protein and lactose*. J. Food Engineering. 67: 325-332.
3. Barbano, D., M. Sciancalepore, & V.Rudan .1988. *Characterization of milk protein in ultrafiltration permeate*. J. Dairy Sci., 71: 2655-2657.
4. Dinkov, K., A. Andreev, & P. Panaiotov. 1997. *Sepration of casein and whey protein of cow milk using two types of ultrafiltration*. Milchwissenschaft. 52:127-130.
5. Brans, G., G. G. P. H. Schroen, R. G. M. Van der sman, & R. M. Boom. 2004. *Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges*. Journal of Membrane Science. 243: 263-272.
6. Brule, G,. & J. Fauquant.1981. *Mineral balance in skim milk and milk retentate: effect of physico chemical characteristics of the aqueous phase*. Journal of Dairy Research. 48:91-97.
7. Cheryan, M. 1998. *Ultrafiltration and microfiltration handbook* .Technomic publishing company. Pennsylvania.
8. Fox, P. F., & P. L. H. Mcsweeney. 2003. *Advanced Dairy Chemistry_1 Proteins 3rd Edition .Part A*. Kluwer Academic.
9. Fischbach-Green, L., & N. Potter. 1984. *Effect of ultrafiltration on retention of minerals and other components of milk*. J. Food Sci., 51: 345-347.
10. Glover, F. A.1985. *Ultrafiltration and Reverse Osmosis for the Dairy Industry*, Technical bulletin 5.England.
11. Noble, R. D., & S. A. Stern. 1995. *Membrane separation technology, principle and application*. Elsevier science, Pp:1-84.
12. Premartne, R. J., & M.A. Cousin.1991. *Change in the chemical composition during ultrafiltration of skim milk*. J. Dairy Sci., 74:788-795.
13. Renner, E., & M. H. Abd el-salam. 1991.*Application of ultrafiltration in the dairy industry* .Elsevier Applied Science.
14. Tong, P. S., D. M. Barbano, & M. A. Rudan. 1988. *Characterization of proteiaceous membrane foulant and flux decline during the early stage of whole milk ultrafiltration*. J. Dairy Sci., 71:604-612.

15. Verdi, R. J., D. M. Barbano, M. E. Dellavalle, & G. F. Senky. 1984. *Variability in true protein, casein non protein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks.* J. Dairy Sci., 71: 230-242.
16. Yan, S. H., C. G. Hill, & C. H. Amundson. 1979.*Ultrafiltrated a Whole Milk.* J. Dairy Sci., 62 :23-40.