پنیر پروسس: بررسی خواص فیزیکوشیمیایی ریز ساختارها

۱- رامونا مسعود ۲- فاطمه سادات میر محمد مکی* ۳- سید فتح اله میر محمد مکی

۱- سازمان ملی استاندارد ایران، اداره کل استاندارد تهران، تهران، ایران
۲- دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات*
۳-دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه امیر کبیر

1-Email: (rm8059@yahoo.com)
2-Email: (fm.makki@gmail.com)*
3- Email: sf_makki@yahoo.com

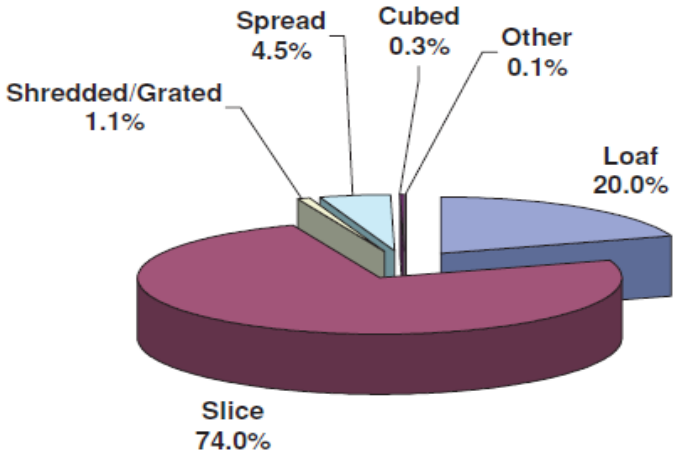
چکیده

تاریخچه اصلی تولید پنیر پروسس به اوائل قرن ۲۰ باز می گردد. پنیر پروسس محصول لبنی است که ویژگی های متفاوتی نسبت به پنیر معمولی دارد. در واقع پنیر پروسس با فرآوری از پنیر طبیعی جهت افزایش ماندگاری و همچنین دسترسی به محصولی با ویژگی های فیزیکو شیمیایی و کیفی مطلوب تر تولید می شود. پنیر پروسس به وسیله مخلوط کردن پنیر طبیعی با درجه رسیدگی های مختلف در حضور نمک های امولسیفیه کننده و دیگر مواد لبنی و غیر لبنی با حرارت دادن و مخلوط کردن مدام جهت تشکیل محصولی هموژن با زمان ماندگاری افزایش یافته تولید می شود.

کلمات کلیدی: پنیر پروسس ،کازئین، اسپکتروسکوپی فلورسنس، رزولوشن

۱. مقدمه

شیر یک منبع عالی از مواد مغذی برای یک رژیم غذایی متعادل است. پنیرها محصول شیر تخمیر شده و مناسب برای افرادی که برای مصرف شیر دارای مشکلات متعدد بوده و از نظر تغذیه ای مناسب ترین رژیم غذایی برای این افراد است [۱]. ایده اولیه تولید پنیر پروسس، افزایش زمان ماندگاری پنیر طبیعی و یافتن استفاده های متفاوت برای پنیر طبیعی بوده است، پنیر پروسس در سال ۱۹۱۱ در سوئیس به وسیله ی والتر ژربر[۱] و فریتز استتلر[۲] از کمپانی ژربر[۳] اختراع شد [۲]. آنها پنیر سوئیسی را با استفاده از سدیم سیترات به عنوان نمک امولسیفیه کننده ذوب کردند یک محصول نرم و هموژن تولید کنند [۳]. توسعه ی پنیر پروسس با استفاده از نمک های امولسیفیه کننده بر پایه متفاوت در آمریکا می تواند به کرفت[۴] و همکارانش در شرکت پنیر سازی فنیکس[۵] نسبت داده شود. آنها جوایز زیادی را به خاطر کار بر روی پنیر پروسس در سالهای ۱۹۱۶ تا ۱۹۳۶ دریافت کردند. پنیر طبیعی را می توان در قوطی هایی بوسیله حرارت و مخلوط کردن به منظور افزایش زمان ماندگاری نگه داری کرد [۲و۴]. پنیر پروسس در آمریکا یک اصطلاح عمومی است که برای توصیف انواع مختلف پنیر که به وسیله[۶] کدهای مقررات فدرال(CFR) تعریف می شوند. مطابق با انواع کد های مقررات فدرال(CFR) این طبقه بندی بر اساس نیاز، بر اساس حداقل محتوای چربی، حداکثر محتوای رطوبتی و حداقل pH نهایی و کمیت و میزان مواد تشکیل دهنده می باشد [۵]. فروش انواع پنیر پروسس در آمریکا در شکل ۱ نماش داده شده است.



شکل ۱: فروش انواع پنیر پروسس در بازار های آمریکا

[1] Waiter Gerber
[2] Fritz stettler
[3] Gerber
[4] Kraft
[5] Phoenix chees.Co
[6] Code of Federal Regulations (CFR)

سه طبقه بندی اصلی پنیر پروسس شامل: پنیر پروسس پاستوریزه شده [7] با پنیر پروسس غذایی پاستوریزه شده[8]و پنیر پروسس پخش شده ی پاستوریزه[9] می باشد [۶]. علاوه بر این طبقه بندی مشخص شده دیگری هم موجود می باشد به نام محصولات پنیر پروسس پاستوریزه شده. این طبقه بندی پنیر پروسس ترکیبی شبیه طبقه بندی های مختلف پنیر پروسس دارد [۲]. همچنین مواد اولیه مانند محتوای پروتئینی شیر که در پنیر پروسس پاستوریزه شده با پنیر پروسس غذایی پاستوریزه شده و پنیر پروسس پخش شده ی پاستوریزه اجازه ورود ندارند در فرمولاسیون استفاده می شوند [۷ و ۸]. تولید پنیر پروسس غذایی یک یا بیشتر مواد لبنی اولیه اختیاری افزوده می شود : خامه، شیر، شیر پس چرخ، کره شیر و یا آب پنیر. نتیجه، یک پنیز غذایی فرآوری شده است که محتوای رطوبتی بالاتر و مقدار چربی کمتر نسبت به پنیر پروسس پاستوریزه دارد [۹ و۱۱]. پس از حرارت دهی پنیرهای فرآوری شده برای مرحله خامه ای شدن می روند که شامل مالش مکانیکی پنیر داغ و افزودن محصولات لبنی مختلف و دیگر افزودنی ها است. دیگر محصولات پنیر فرآوری شده شامل پنیرهای بسته بندی شده سرد، پنیرهای بسته بندی شده سرد غذایی و پنیرهای با چربی کاهش یافته می باشد [۱۱ و۱۲]. تمام پنیرها ممکن است نمک زده شوند یا به آنها رنگ مصنوعی، ادویه و یا طعم دهنده میوه ها سبزیجات و گوشت اضافه شود[۵ و۱۳و ۱۴]. پنیرهای پودری به وسیله حذف رطوبت از یکی یا بیشتر از انواع پنیرها و آسیابشان، شبکه دار کردن یا خرد کردن پنیرها تهیه می شوند[۱۲و ۱۴]. مواد ممانعت کننده کپک و عوامل ضد کلوخه شدن هم ممکن است افزوده شوند. آبگیری به صورت های مختلف مانند سینی های خشک کننده، خشک کن اسپریی یا اتمیزه و خشک کردن انجمادی انجام می شود. نوع محبوب بندهای شبکه ای شامل پارمزان، رومانو، موتزارلا و چدار است پودرهای پنیر مانند آنهایی که از چدار تهیه می شوند ممکن است برای طعم دار کردن پاستا و یا افزودن به خمیر نان چیپس سیب زمینی و غوطه وری استفاده شوند[۱۱و ۱۲ و ۱۶].

۲. پنیر پروسس

در تضاد با پنیرهای طبیعی، پنیر پروسس می توانند بعنوان یک امولسیون پایدار روغن در آب تعریف شوند. استفاده از نمک های امولیسیه کننده مانند دی سدیم فسفات و تری سدیم سیترات در تولید پنیر پروسس کمک می کند تا خواص امولیسفیکاسیون کازئین به وسیله ی جابجایی کمپلکس کلسیم فسفات در شبکه محلول در آب فسفات کلسیم پاراکازئینات موجود در پنیر طبیعی بهبود یابد [۱۱]. این جابجایی کمپلکس فسفات کلسیم نیروی اصلی مولکولی را که باعث تقاطع عرضی در مقدار تعداد زیادی از کازئین ها در شبکه می شود را منقطع می کند. این از هم گسیختگی کمپلکس کلسیم فسفات در پیوستگی با حرارت و اختلاط منجر به هیدراسیون و دیسپرسیون بخشی از شبکه فسفات کلسیم پاراکازئینات می شود.بعد از تولید و در طی مرحله پخت ماتریکس کازئینات که بصورت بخشی، متفرق شده، تشکیل توده ای را می دهد و این توده برای تشکیل یک پوشش شبیه به یک شبکه ژلی واکنش میدهد.این اتفاق

[7] PC
[8] PCF
[9] PCS

باعث افزایش چربی امولسیفیه شده می شود و بوسیله یک شبکه ژلی نهایتاً در بخشی از شبکه ژلی کازئینی متفرق شده دیسپرس می شوند [۲].

۳. کاربردهای پنیر پروسس

محبوبیت پنیر پروسس می تواند بدلیل کاربردهای زیاد آن باشد. پنیر پروسس یکی از متنوع ترین پنیرهایی است که جزو مواد اولیه ی بسیاری از غذاها می باشد. در آمریکا پنیر پروسس به انواع مختلفی مانند قرصی، ورقه ای، تکه ای و با قابلیت پخش شدن تهیه شده و به فروش می رسد و به عنوان ماده اولیه در بسیاری از غذاها استفاده می شود.

تنوع بالای پنیر پروسس می تواند بدلیل خواص عملکردی منحصر به فرد آن باشد. با توجه به کاربرد نهایی، پنیرهای پروسس را می توان به دو دسته اصلی طبقه بندی کرد: پنیر پروسس با خاصیت بافت ذوب نشدنی و پنیر پروسس با خاصیت بافت ذوب شدنی (خواص بافت های ذوب نشدنی و ذوب شدنی در جداول ۱ و ۲ آمده است.) [۲ و ۱۷].

جدول ۱: خواص بافت ذوب شدنی پنیر پروسس

Descriptor terms	Definition[a]	Importance	Measurement techniques[b]
Meltability			
Melt	Tendency of the process cheese to soften upon heating.	1. Toasted sandwiches, burgers, and so on. Ability to maintain a uniform softening with minimal oiling-off when used on toasted sandwiches and other heated food preparations 2. Shredded cheese on pizza, in breaded cheese sticks, cheese insets in bratwurst, and burger patties	1. Arnott test 2. Schreiber melt test 3. Dynamic stress rheometry (DSR) 4. Melt profile analysis (UW Meltmeter) 5. Rapid visco analyzer (RVA)
Viscosity/flow	Tendency of the process cheese to spread and flow when completely melted.	1. Cooker "drop-down" viscosity after manufacture 2. Pumpability during manufacture 3. Optimum hot-fill ability into loaves during packaging 4. Restricted flow during toasting (food preparation)	1 Arnott test 2. Schreiber melt test 3. Tube melt test 4. Dynamic stress rheometry (DSR) 5. Melt profile analysis (UW Meltmeter) 6. Rapid visco analyzer (RVA)
Stretching ability	Tendency of the heated process cheese to form strings when extended.	1. Shredded cheese on pizza, in breaded cheese sticks	1. Pizza "fork" test: The process cheese to be tested is shredded and baked on a pizza. The melted cheese after the pizza bake is extended/pulled into a string vertically off the pizza using a fork and the length of stretch before the string breaks is evaluated.

جدول ۲: خواص بافت ذوب نشدنی پنیر پروسس

Descriptor terms	Definition[a]	Importance	Measurement techniques
Firmness	Ability of the process cheese (at ambient or low temperatures) to show resistance to deformation when subjected to an external force.	1. Machineability during "slice-on-slice (SOS)" manufacture (chill belt) 2. Ability to maintain identity when shredded for preparing shredded cheese for retail and other food preparations 3. Slice identity for cold sandwich food preparations	1. "Thumb print" test 2. "Sliceability" test 3. Uniaxial compression test (texture profile analysis,[b] Instron): force at maximum compression 4. Penetrometry: force at maximum penetration 5. Low temperature dynamic stress rheometry[c]: elastic modulus
Brittleness/fractureability	Tendency of the process cheese to fracture into pieces when subjected to an external force.	1. Ability to maintain identity when grated for cheese preparations for sprinkling on foods 2. Optimum "crumbliness" for salad preparations	1. Uniaxial compression test (texture profile analysis,[b] Instron): force at the 1st peak (point of fracture) during compression
Springiness/resilience	Tendency of the process cheese to recover to its original dimensions upon removal of the applied force.	1. Machineability during SOS manufacture (chill belt) 2. Ability to maintain identity when shredded for preparing shredded cheese for retail and other food preparations	1. Uniaxial compression test (texture profile analysis,[b] Instron) 2. "Roll" test: a representative sample of a slice immediately after it comes off the chill belt/casting rollers is rolled both perpendicular and parallel to the direction of the movement of the chill belt and the point at which it fractures is noted.
Adhesiveness/stickiness	Tendency of the process cheese to resist separation from a material it contacts.	1. Machineability during SOS manufacture (chill belt) 2. Slice separation from other slices in "slice-on-slice" type product and from the wrapper in "individually wrapped slices (IWS)" type product 3. Stickability to foods in cold cheese dips and cheese spreads	1. Uniaxial compression test (texture profile analysis[b]) 2. "Slice separation" test: individual slices are separated (from adjacent slices in the case of a SOS product and from the wrapper in the case of an IWS product) by hand and their stickiness is evaluated.

خواص عملکرد پنیر پروسس فقط شامل سختی و چسبندگی آن نیست بلکه شامل مواردی چون، خاصیت برش پذیری، ذوب شدن نرمال و کشش پذیری مناسب بسته به محصولی که در آن استفاده می شود، می باشد [۱۷ و ۱۸].

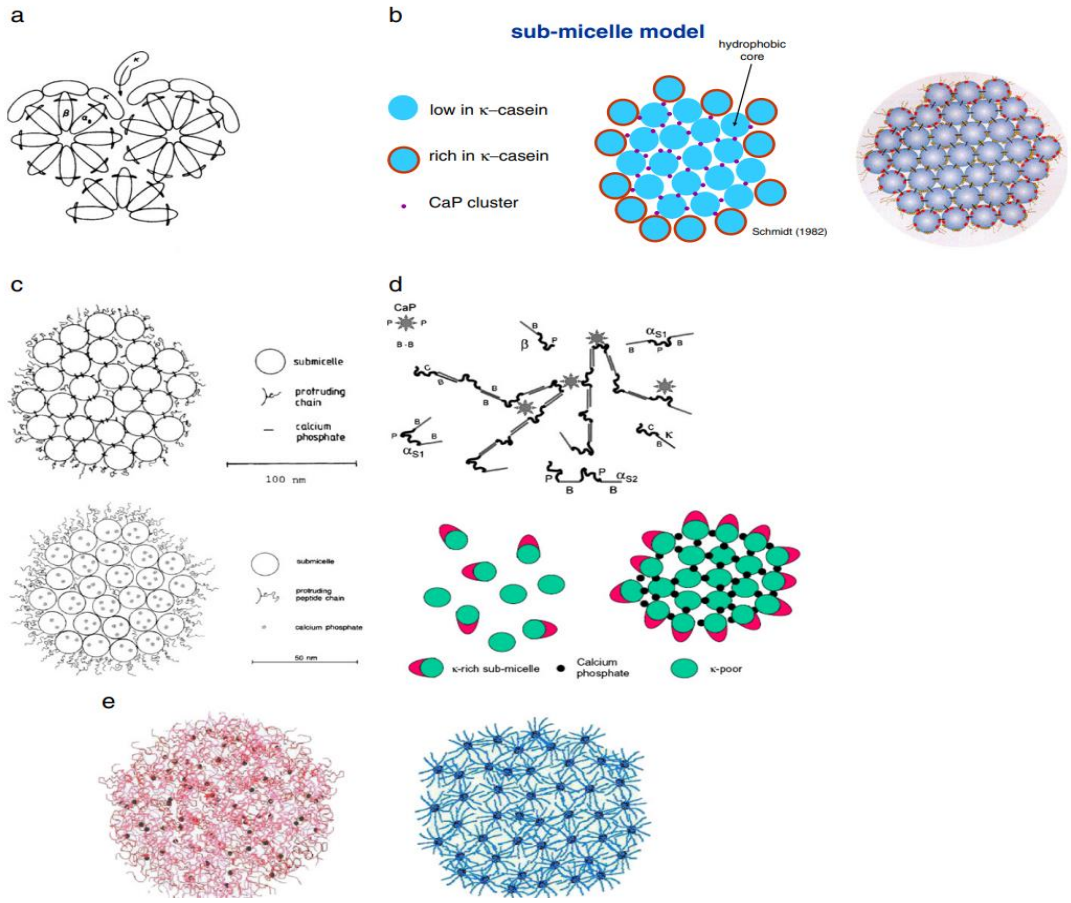
۴. خواص فیزیکو شیمیایی در ریز ساختارهای پنیر پروسس

۴-۱.کازئین و پنیر طبیعی

کازئین ها گروه عمدهٔ پروش های حاضر در شیر و تقریباً ٪ ۳- ۲/۳ را در شیر گاو حاصل می شوند. ۴ مولکول اصلی کازئین a_{s1} کازئین a_{s2} کازئین، ß کازئین و K کازئین هستند و آنها به نسبت های ۴:۱:۴:۱ در شیر حضور دارند [۲۲-۱۹].

همانطور که در شکل ۲ مدل های متفاوتی از کازیین نشان داده شده اند ، کازئین ها مانند بیشتر پروتئین ها دارای بخش هیدروفیلیک و هیدرو فوبیک می باشد. کازئین منحصر به فرد است به این دلیل که دارای پیوند کوالاسنی با گروه های متفاوت است همچنین دارای

بخش دوم (ساختار دوم) انعطاف پذیر هیدراته است. در شکل طبیعی و عادی، کازئین به شکل میسل های کازئینی موجود است [۲۶-۲۳].

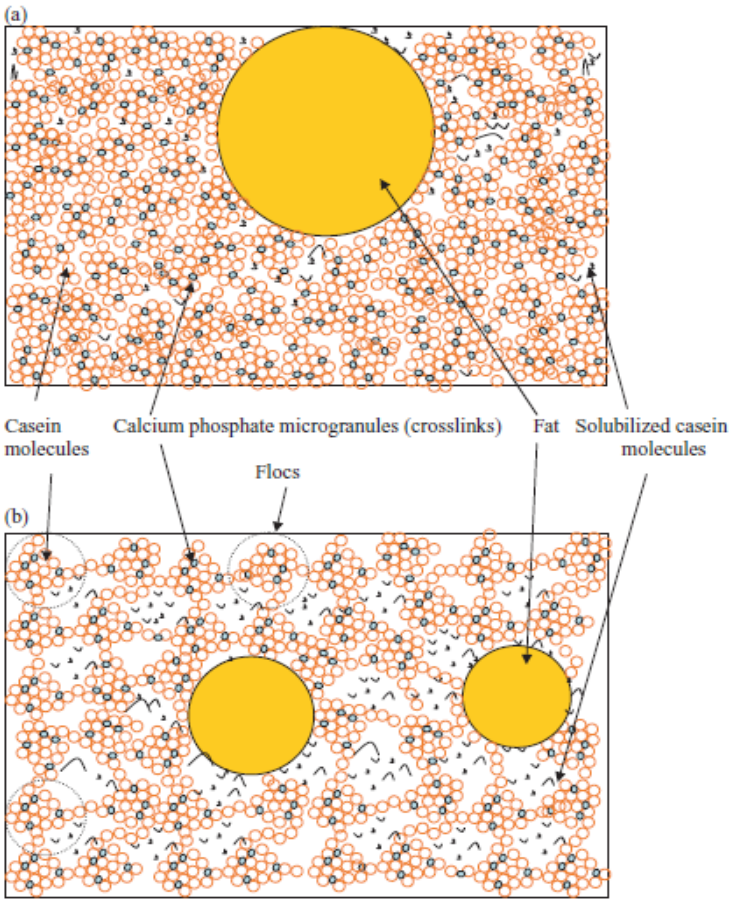


شکل ۲: a مدل میسل های کازئین ارائه شده توسط Waugh 1958 ، b نمایش هایی از مدل میسل های کازئین ارائه شده توسط Schmit 1980. c نمایش مدل میسل های کازئین ارائه شده توسط d. Walstra 1990 به تغییر مقیاس و موقعیت CCP توجه کنید. E- نمایش مدل اتصال دوگانه [۲۳]

ساختار میسلار کازئین ها به شکل گسترده مورد بررسی قرار گرفته است و مباحثه بر بعد ساختارهای آن همچنان ادامه دارد کازئین میسلی با قطر nm ۲۰-۱۵ می باشد و از ۱۰۰۰۰ زنجیره پلی پپتیدی با a_{s1} کازئین a_{s2} کازئین و K کازئین تشکیل شده است [۲۵ و۲۷ و ۲۸]. آنها با واکنش های هیدروفوبیک پروتئین – پروتئین و اتصالات عرضی و کلسیم فسفات کلوبندی پایدارند. کاپا کازئین بصورت عمده در سطح میسل و در ناحیه هیدروفوبیک حضور دارند و دارای یک دم گلیکوزیله شدهٔ هیدروفوبیک است که این دم دارای بار منفی است و بنابر این باعث می شود که میسل ها همدیگر را دفع کنند. این اتفاق باعث پایداری کازئین می شود و اثر محافظت کننده بر روی a و ß کازئین نسبت به محیط بیرون دارد [۳۰ و ۳۱].

در طی تولید پنیر طبیعی، رنت برای شکستن کاپا کازئین در قسمت فنیل آلانین ۱۰۵ و میتونین ۱۰۶ استفاده می شود. بنابر این ناحیه هیدروفیل گلیکوزیله از محل رانده می شود و بدلیل این اتفاق میسل کازئینی پایداری خود را از دست میدهد و a و ß کازئین در معرض محیط قرار می گیرند و بقای فسفرین ها بر a و ß کازئین اتصالات عرض کلسیم رابطه شرکت می کنند. بنابر این یک ترکیب سخت غیر محلول در آب به شکل کمپلکس فسفات کلسیم ـ پارا کازائینات به عنوان لخته ایجاد می شود [۲].

فاز چربی در این کمپلکس، فسفات کلسیم ـ پارا کازائینات معلق است .چربی در پنیر طبیعی تحت امولیسفینه شدن است و فاز چربی به خوبی فاز آبی توسط یک شبکه محلول در آب کمپلکس کلسیم پارا کازائینات تامین می شود . در شکل ۳ تفاوت ریز ساختاری پنیر طبیعی (a) و پنیر پروسس (b) به زیبایی نشان داده شده است [۲].



شکل ۳: مقایسه ریز ساختار پنیر طبیعی (a) و پنسر پروسس (b)

۴-۲. محتوای کازئین دست نخورده

برخی دانشمندان اهمیت کازئین دست نخورده پنیر پروسس در کیفیت پنیر پروسس را برجسته دانستند. محتوای کازئین دست نخورده پنیر طبیعی بطور معکوس با سن پنیر طبیعی نسبت دارد [۳۱-۲۷].

همانطور که پنیر می رسد کازئین دست نخورده کاهش می یابد. طی رسیدن، آنزیم ها و استارترهای باقیمانده یا باکتری های اسید لاکتیک غیر استارتری موجود در پنیر هیدرولیز، پروتیین های موجود در پنیر طبیعی به پپتیدها و به وسیله آن مقدار کازیین که هنوز بصورت دست نخورده (هیدرولیز نشده) است، کاهش می یابد [۲].

محققین زیادی اثر رسیدن پنیر طبیعی بر خواص عملکردی نظیر توده و بافت پنیر پروسس نشان دادند. با یک کاهش در کازئین دست نخورده پنیر چدار قابلیت پخش شدن در ابتدا تا ۱۲ هفته بالا می رود اما در هفته ۱۸ رسیدن این قابلیت جریان داشتن کاهش می یابد. در مقایسه با هفته ۱۲ این تغییر در خواص جریان را به مقدار کم کازیین دست نخورده نسبت می دهند و طی در پدیده ای که خامه ای بیشتر نامیده می شود [۲۸-۲۶].

pH نهایی پنیر پروسس تأثیر مشخصی بر کیفیت ریز ساختار و نوع واکنش های پروتئین در نتیجه امولسیون پنیر پروسس دارد. محققین زیادی نشان دادند که محدوده pH پنیر پروسس با کیفیت خوب باید بین ۵,۴ و ۵,۸ باشد. همانطوریکه پروتئین ها به نقطه ایزو الکتریک نزدیکتر می شوند، تجمع پروتئین ها منجر به امولسیون ضعیف فاز چربی در پنیر پروسس می گردد [۲].

در pH بالاتر (۶,۱) پنیر پروسس ساختمان باز دارد و بنابراین امولسیون آن ضعیف تر می گردد. در مطالعات مختلفی، پنیر پروسس با pH (۵,۷) با امولسیون چربی یکسان با شکل پروتیینی نزدیک بهم پیوسته تولید می شود. بدین ترتیب pH نهایی پنیر پروسس عامل مهمی در کنترل ساختمان نهایی و بنابراین خواص عملکرد نهایی پنیر پروسس می باشد. مطالعات اثر pH نهایی پنیر پروسس را بر سفتی آن نشان می دهد [۳۰-۲۸].

۵. تکنیک های اندازه گیری خواص فیزیکو شیمیایی پنیر پروسس

۵-۱. تکنیک های میکروسکوپیک

در سالهای اخیر تکنیک های میکروسکوپیک زیادی به صورت موفقیت آمیز برای مطالعه ساختار غذاها و محصولات لبنی بی شمار استفاده شده اند. تغییرات پیش ساختارهای پنیر طبیعی در هنگام تبدیل به پنیر پروسس مورد بررسی قرار گرفته اند. تغییر در اندازه گلبول های چربی و توزیع آن و بازآرایی شبکه پاراکازئینات در حین تبدیل پنیر طبیعی به پنیر پروسس مورد بررسی قرار گرفته اند علاوه بر این تکنیک های میکروسکوپی برای مطالعه ی سایز و توزیع گلبول ها و نوع کریستال های موجود و خصوصیات ساختاری بر پایه پروتئین شبکه ی پنیر پروسس، استفاده می شوند. محققان از هر ۲ تکنیک میکروسکوپی روزلوشن پایین مانند میکروسکوپ

نوری، میکروسکوپ هم کانون و میکروسکوپ هم کانون-لیزری و رزولوشن بالا مانند میکروسکوپ اسکن الکترون و انتقالی برای مطالعه اثر عوامل مختلف مانند pH، مواد اولیه، نمک های امو لیسیفه کننده و شرایط فرآوری به توزیع گلبول های چربی و ریز ساختار پنیر پروسس، استفاده می کنند [۳۵-۳۱].

۵-۲. تکنیک های اسپکتروسکوپی

اسپکتروسکوپی فلورسنس به طور موفقیت آمیزی برای ارزیابی واکنش های مرحله مولکولی بین چربی و پروتئین در غذاهای مختلف بر پایه ی امولیسونو همچنین بررسی ساختاری در پنیر و قهوه ای شدن میلارد در شیر و محصولات لبنی استفاده می شود. کازئین پنیر حاوی آمینواسید تریپتوفان است. طیف های تریپتوفان و خواص فلورسنت تریپتوفان در یک محیط هیدروفوبیک با خواص فلورسنت آن در یک محیط هیدرو فیلیک متفاوت است. اخیراً محققان از اسپکتروسکوپی فلورسنت برای اندازه گیری طیف تریپتومان در پنیر طبیعی مانند پنیر پروسس استفاده کرده اند. اسپکتروسکوپی فلورسنس همچنین برای ارزیابی قهوه ای شدن میلاردو خاصیت اکسیداتیو در پنیر پرسس در طی ذخیره سازی استفاده شده است [۳۹-۳۶].

۵-۳. تکنیک های آنالیتکی شامل شیمی مرطوب

اخیراً تکنیک های بر پایه شیمی مرطوب برای ارزیابی خواص فیزیکو شیمیایی پنیر پرسس توسعه و بهبود یافته اند. این تکنیک ها برای بررسی واکنش ها و بر پایه پروتئین که در ریز ساختارها و پنیر پرسس شرکت می کنند، همچنین برای مطالعه اثر نمک های اموسیفا یر متفاوت بر مکانیسم چنگالی کردن کلسیم و ارزیابی حالت کلسیم در پنیر پرسس، استفاده می شوند واکنش های اصلی بر پایه پروتئین که ریز ساختار پنیر پرسس را کنترل می کنند، واکنش های هیدروفوبیک (بین کازئین های مختلف و کازئین و چربی) باندهای هیدروژنی و باندهای الکترواستاتیک کلسیمی در میان کازئین ها هستند. این مسأله در انحلال پروتئین که شامل واکنش های داخلی است نتیجه می دهد مقدار پروتئین محلول با افزودن و بدون افزودن عوامل تجزیه ساز ارزیابی می شود و به عنوان اندیسی از اهمیت نسبی هر واکنشی بر پایه ی پروتئین استفاده می شود [۴۰و ۴۱].

عوامل تجزیه ساز شیمیایی مختلف واکنش های بر پایه پروتئین ها را به طرق مختلف ناپایدار میکند.واکنش های هیدروفوبیک به وسیله سدیم دو دسیل سولفات ناپایدار می شوند. باندهای هیدروژنی به وسیله ی اوره تجزیه می شوند در حالیکه EDTA به شکستن باندهای الکترو استاتیک کلسیم کمک می کند.اخیراً یک رویش تیتراسیون بر پایه اسید برای ارزیابی توانایی چنگالی کردن کلسیم از نمک های امولیسفیه کننده مختلف و همچنین حالت نهایی کلیسم در تولید پنیر پروسس استفاده شده از نمک های امولسیفیه کننده مختلف استفاده می شوند.اصول پایه ای این تکنیک به این صورت است که محلول تقطیر شدهٔ پنیر پروسس را با استفاده از اسید بدنبال بازتیتر کرده و ظرفیت با فری پنیر پروسس در pH های مختلف اندازه گیری می شود. کمپلکس های کلسیمی و نمک های موجود

در پنیر پروسس بر ظرفیت بافری محلول از طریق مختلف اثر می گذارد و انتخاب داده برای توصیف حالت کلسیم در نمونه استفاده می شوند [۲ و۳۰ و۴۰].

۶. نتیجه گیری

در چند دهه اخیر ،پنیر پروسس یا فرآوری شده به دلیل ترکیبات متنوع و کاربردهای گسترده آن در بین عموم مردم در سراسر دنیا ، با علایق و سلایق متنوع محبوبیت گسترده ای را به دست آورده است. تنوع موادی که برای فرمولاسیون آن استفاده می شود، امکان تولید انواع متنوعی از آن با طعم، بافت و عملکرد متفاوت این محصول را به ماده غذایی بسیار قابل توجه تبدیل کرده است. در حال حاضر، توجه زیادی به پنیر پروسس به عنوان یک ماده ی غذایی امیدوارکننده که قادر است مواد مغذی را به بدن انسان برساند، (به عنوان یک ماده غذایی قابل تامل و توجه در صنعت غذا) شده است. در بررسی فوق سعی شد تا بر موضوعاتی از قبیل تعریف عمومی از پنیر پروسس و تاریخچه آن، خواص فیزیکو شیمیایی در ریز ساختار های آن و همچنین تکنیک های اندازه گیری خواص فیزیک و شیمیایی پرداخته شود. تمرکز و هدف از این بررسی ، بازنگری جزئی و دقیق تر به پنیر پروسس به عنوان یک ماده غذایی فرآوری شده سالم و مغذی بوده است. امید است که به این مهم نائل آمده باشیم.

۷. مراجع

1. *ALI M.B., Mian Shamas MURTAZAM.S, SHAHBAZ M, SAMEEN A, RAFIQUE S, ARSHAD R, RAZA N, AKBAR5 Z, KAUSAR G, AMJAD A., (2022). Functional, textural, physicochemical and sensorial evaluation of cottage cheese standardized with food grade coagulants, Food Science and Technology, DOI: https://doi.org/10.1590/fst.33420.*
2. *Kapoor.R, Matzger.L.E, Process Cheese: Scientific and Technological Aspects—A Review,Comprehensive reviews in food science and food safety. Vol. 7, 2008 Vol. 7, 2008.pp(194-214)*
3. *Aly S., Eman El Dakhakhny, El Saadany K., Nassra Dabour & Kheadr, E.(2016). Processed Cheese: Basics and Possibility for the Development of Healthier Products, Alex. J. Fd. Sci. & Technol. Vol. 13, No. 2, pp. 45-62, 2016.*
4. *Tohamy, M. M., Ali, M. A., Shaaban, H. A.-G., Mohamad, A. G., Hasanain, A. M. (2018). Production of functional spreadable processed cheese using Chlorella vulgaris. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment., 17(4), 347–358. http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2018.0589*
5. *The sccs notes of guidance for the testing of cosmetic ingredients and their safety evaluation 10th revision, 2008, SCCS/1602/18 Final version, The SCCS adopted this guidance document at its plenary meeting on 24 – 25 October 2018.*
6. *McSweeney P.L.H., Processed cheese, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition,Cheese Problems Solved, Woodhead Publishing, 2007, 365-383, ISBN 9781845690601, https://doi.org/10.1533/9781845693534.365.*

7. *Felfoul I, Attia H, (2022), Packaging,cooling, and storage of processed cheese, Processed Cheese Science and Technology, Woodhead Publishing, 2022, 249-269, ISBN 9780128214459, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821445-9.00013-3.*
8. *Rashtchi, P., Bazmi, A., Noshirvani, N., & Moosavy, M. H. (2021). Comparison of the microbial, physicochemical, and sensorial properties of raw and pasteurized Lighvan cheeses during ripening time. Food science & nutrition, 9(10), 5527–5535. https://doi.org/10.1002/fsn3.2511*
9. *Guinee T.P. (2009) .The role of dairy ingredients in processed cheese products, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Dairy-Derived Ingredients, Woodhead Publishing, 2009, 507-538, ISBN 9781845694654, https://doi.org/10.1533/9781845697198.3.507.*
10. *Cunha C.R , Dias A.I, Viotto W.H, (2010), Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat, Food Research International, 43, (3), 2010, 723-729, ISSN 0963-9969, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.11.009.*
11. *Jelena M, Zorana M, Chapter 5 - Flavors, colors, and preservatives used in processed cheese , Editor(s): Mamdouh El-Bakry, Bhavbhuti M. Mehta, Processed Cheese Science and Technology, Woodhead Publishing, 2022, 125-147, ISBN 9780128214459, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821445-9.00014-5.*
12. *Deshwal, G. K., & Panjagari, N. R. (2021). Active and Intelligent Packaging of Cheese: Developments and Future Scope. In M. Á. Á. P. Lage, & P. Otero (Eds.), Food Additives [Working Title]. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.95502.*
13. *GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES CODEX STAN 192-1995, CODEX STAN 192-1995, Adopted in 1995. Revision 1997, 1999, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.*
14. *Dey S, Nagababu B.H, 2022, Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health, Food Chemistry Advances, 1(2022). https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100019*
15. *Ermolaev V , Kechkin I , Makhacheva E , Yakovchenko M , Gurkovskaya E and Glebova I, (2020), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 659 (2021) 012064.*
16. *Meyer A,(1973), Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 1973.*
17. *Guidance document describing the food categories in Part E of Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 on Food Additives, DOES NOT NECESSARILY REPRESENT THE OFFICIAL VIEWS OF THE COMMISSION June 2017, 1333/2008.*
18. *Kapoor .R.,. Metzger L. E, Biswas A. C, Muthukummarappan K. Effect of Natural Cheese Characteristics on Process Cheese Properties. American Dairy Science Association, 2007. J. Dairy Sci. 90 .PP (1625–1634).*
19. *Davoodi, S. H., Shahbazi, R., Esmaeili, S., Sohrabvandi, S., Mortazavian, A., Jazayeri, S., & Taslimi, A. (2016). Health-Related Aspects of Milk Proteins. Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR, 15(3), 573–591.*
20. *Jianqin, S., Leiming, X., Lu, X., Yelland, G. W., Ni, J., & Clarke, A. J. (2016). Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk. Nutrition journal, 15, 35. https://doi.org/10.1186/s12937-016-0147-z*
21. *Duarte-Vázquez, M. Á., García-Ugalde, C., Villegas-Gutiérrez, L. M., García-Almendárez, B. E., & Rosado, J. L. (2017). Production of Cow's Milk Free from Beta-Casein A1 and Its Application in the Manufacturing of Specialized Foods for Early Infant Nutrition. Foods (Basel, Switzerland), 6(7), 50. https://doi.org/10.3390/foods6070050*

22. *Vincent, D., Elkins, A., Condina, M. R., Ezernieks, V., & Rochfort, S. (2016). Quantitation and Identification of Intact Major Milk Proteins for High-Throughput LC-ESI-Q-TOF MS Analyses. PloS one, 11(10), e0163471. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163471*
23. *Leischner, C., Egert, S., Burkard, M., & Venturelli, S. (2021). Potential Protective Protein Components of Cow's Milk against Certain Tumor Entities. Nutrients, 13(6), 1974. https://doi.org/10.3390/nu13061974*
24. *Holt, C., Carver, J. A., Ecroyd, H., & Thorn, D. C. (2013). Invited review: Caseins and the casein micelle: their biological functions, structures, and behavior in foods. Journal of dairy science, 96(10), 6127–6146. https://doi.org/10.3168/jds.2013-6831.*
25. *Sadiq, U., Gill, H., & Chandrapala, J. (2021). Casein Micelles as an Emerging Delivery System for Bioactive Food Components. Foods (Basel, Switzerland), 10(8), 1965. https://doi.org/10.3390/foods10081965*
26. *Bhat, M. Y., Dar, T. A., & Rajendrakumar Singh, L. (2016). Casein Proteins: Structural and Functional Aspects. In (Ed.), Milk Proteins - From Structure to Biological Properties and Health Aspects. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/64187*
27. *Duerasch, A., Herrmann, P., Hogh, K., & Henle, T. (2020). Study on β-Casein Depleted Casein Micelles: Micellar Stability, Enzymatic Cross-Linking, and Suitability as Nanocarriers. Journal of agricultural and food chemistry, 68(47), 13940–13949. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00904*
28. *Głąb, T. K., & Boratyński, J. (2017). Potential of Casein as a Carrier for Biologically Active Agents. Topics in current chemistry (Cham), 375(4), 71. https://doi.org/10.1007/s41061-017-0158-z*
29. *Müller-Buschbaum, P., Gebhardt, R., Roth, S. V., Metwalli, E., & Doster, W. (2007). Effect of calcium concentration on the structure of casein micelles in thin films. Biophysical journal, 93(3), 960–968. https://doi.org/10.1529/biophysj.107.106385*
30. *McMahon, D. J., & Oommen, B. S. (2008). Supramolecular structure of the casein micelle. Journal of dairy science, 91(5), 1709–1721. https://doi.org/10.3168/jds.2007-0819*
31. *G. de Kruif C, Huppertz T , Urban V.S , Petukhov A. V. (2012). Casein micelles and their internal structure, Advances in Colloid and Interface Science , 171–172, (2012), 36-52*
32. *Abbas, K. A., Abdelmontaleb, H. S., Hamdy, S. M., & Aït-Kaddour, A. (2021). Physicochemical, Functional, Fatty Acids Profile, Health Lipid Indices, Microstructure and Sensory Characteristics of Walnut-Processed Cheeses. Foods (Basel, Switzerland), 10(10), 2274. https://doi.org/10.3390/foods1010227*
33. *Giri, A., Kanawjia, S. K., & Singh, M. P. (2017). Effect of inulin on physico-chemical, sensory, fatty acid profile and microstructure of processed cheese spread. Journal of food science and technology, 54(8), 2443–2451. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2686-5*
34. *Farbod, F., Kalbasi, A., Moini, S., Emam-Djomeh, Z., Razavi, H., & Mortazavi, A. (2015). Effects of storage time on compositional, micro-structural, rheological and sensory properties of low fat Iranian UF-Feta cheese fortified with fish oil or fish oil powder. Journal of food science and technology, 52(3), 1372–1382. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1163-z*
35. *Černíková, M., Nebesářová, J., Salek, R. N., Řiháčková, L., & Buňka, F. (2017). Microstructure and textural and viscoelastic properties of model processed cheese with different dry matter and fat in dry matter content. Journal of dairy science, 100(6), 4300–4307. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12120*
36. *A.A., Levieux D, and Dufour E., (2005). Front-Face Fluorescence Spectroscopy Allows the Characterization of Mild Heat Treatments Applied to Milk. Relations with the Denaturation of Milk Proteins, J. Agric. Food Chem. 2005, 53, 3, 502–507.*

37. *Shaikh S, O'Donnell C, (2017), Applications of Fluorescence Spectroscopy in Dairy Processing: A Review, This manuscript version is made available under the Elsevier user license http://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/*
38. *Andersen C.M., Mortensen G. (2008), Fluorescence Spectroscopy: A Rapid Tool for Analyzing Dairy Products, J. Agric. Food Chem. 2008, 56, 3, 720–729.*
39. *Bora N, Dodd C, Desmasures N., 2015, Diversity, Dynamics and Functional Role of Actinomycetes on European Smear Ripened Cheeses. Springer Cham, 11 b/w illustrations, 22 illustrations in colour, https://doi.org/10.1007/978-3-319-10464-5,*
40. *Hudson B. J. F.1994, New and Developing Sources of Food Proteins, **Edition Number:** 1, https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2652-0.*
41. *Kwak H.S, (2014), Nano- and Microencapsulation for Foods, Print ISBN:9781118292334 |Online ISBN:9781118292327 |DOI:10.1002/9781118292327, Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd*