

بهینه سازی عوامل مؤثر بر خصوصیات کمی و کیفی پنیر سویا (تافو)

محسن قدس روحانی^۱، سید علی مرتضوی^۲، سید محمد علی رضوی^۲ و مصطفی مظاهری تهرانی^۲

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۱/۲۰

چکیده

این تحقیق در سه مرحله به اجرا در آمد. در مرحله اول تأثیر رقم دانه سویا (ویلیامز و هایبیت)، روش تهیه (سنتی و پیشنهادی) و فرمولاسیون (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد آب پنیر لبنی به جای آب اضافه شده در تولید شیر سویا) بر صفات کمی و کیفی پنیر سویا مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله دوم پنیر سویای تازه، درون آب نمک و آب پنیر لبنی حاوی نمک قرار داده شده و تأثیر این دو محیط و همچنین غلظتهای مختلف نمک (۲.۴ و ۶ درصد) بر صفات کیفی پنیر سویا بررسی گردید. در مرحله سوم درصد پذیرش مصرف کننده و شاخصهای مصرف محصول تعیین گردید. نتایج نشان داد در صورتیکه از رقم ویلیامز، روش تهیه پیشنهادی و فرمولاسیون صفر درصد استفاده شود، بهترین محصول بدست می آید که مناسب ترین مایع برای نگهداری آن آب پنیر لبنی با ۴ درصد نمک می باشد. چنین محصولی قادر است که بیش از ۷۲ درصد پذیرش مصرف کننده را از آن خود سازد.

واژه های کلیدی: دانه سویا، شیر سویا، پنیر سویا (تافو) و آب پنیر.

مقدمه:

متغیرهایی است که در مراحل مختلف تولید تافو دخیل بوده و بر روی راندمان، طعم، بافت، ترکیبات و ارزش تغذیه ای محصول نهایی اثر می گذارند، بطوری که بتوان با تنظیم این عوامل به محصولی با کیفیت و کمیت مناسب دست یافت. بطور کلی متغیرهایی که در تولید تافو وجود دارند در سه فاز اصلی قرار می گیرند:

- ۱- خیساندن و اختلاط: شامل خصوصیات دانه، دمای خیساندن، خرد کردن و نسبت آب به دانه [۲، ۷، ۸ و ۱۲].
 - ۲- فیلتراسیون و حرارت دهی: شامل پختن پوره سویا و خصوصیات شیر سویا [۳ و ۸].
 - ۳- انعقاد: شامل نوع، غلظت، سرعت افزودن، زمان افزودن و دمای افزودن کوآگولانت [۴، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۱].
- ذکر این نکته نیز لازم است که وجود طعم لوبیایی^۳ در فرآورده های شبه لبنی سویا در بسیاری از کشورها بعنوان یک عیب محسوب شده و در روش پیشنهادی این تحقیق برای تولید پنیر سویا، توجه خاصی به از بین بردن آن شده است بگونه ای که محصول نهایی بتواند مطابقت بیشتری با ذائقه ایرانی داشته باشد.

مشکل تغذیه و کمبود مواد مغذی پروتئینی و روند کنونی رشد جمعیت جهان نیاز غذایی جوامع را بخصوص به پروتئین بصورت تصاعدی افزایش داده است و متخصصین بر این عقیده اند که محصولات پروتئینی دانه سویا تا حد زیادی می تواند جوابگوی این نیاز رو به رشد باشد. یکی از محصولات پروتئینی سویا، دلمه پنیر مانندی است به نام تافو^۴ یا پنیر سویا که در سالهای اخیر به لحاظ خصوصیات تغذیه ای و داشتن تکنولوژی ساده و قابل دسترس، مورد توجه و استقبال چشمگیر اغلب کشورهای جهان قرار گرفته است. پنیر سویا حدوداً ۸۵٪ آب، ۸/۸٪ پروتئین و ۴/۵٪ چربی دارد و بعلاوه منبع عالی برای املاح و بعضی از ویتامینها نیز می باشد. نکته مهم تغذیه ای در مورد پنیر سویا، عدم داشتن کلسترول و لاکتوز و همچنین مقدار کم اسیدهای چرب اشباع در آن می باشد [۶ و ۱۴].

توسعه پنیر سویا در ایران نیاز به کارهای تحقیقاتی جامع جهت شناساندن، اصلاح خصوصیات کیفی و کمی، ارائه خصصهای مصرف و پارامترهای اقتصادی مورد نیاز برای تولید صنعتی آن دارد که این تحقیق نیز در همین راستا صورت گرفته است. هدف از این تحقیق در واقع بررسی

۱- عضو هیات علمی گروه صنایع غذایی مرکز آموزش عالی شهید هاشمی نژاد مشهد، پست الکترونیکی: Qhods@yahoo.com

۲- اعضاء هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

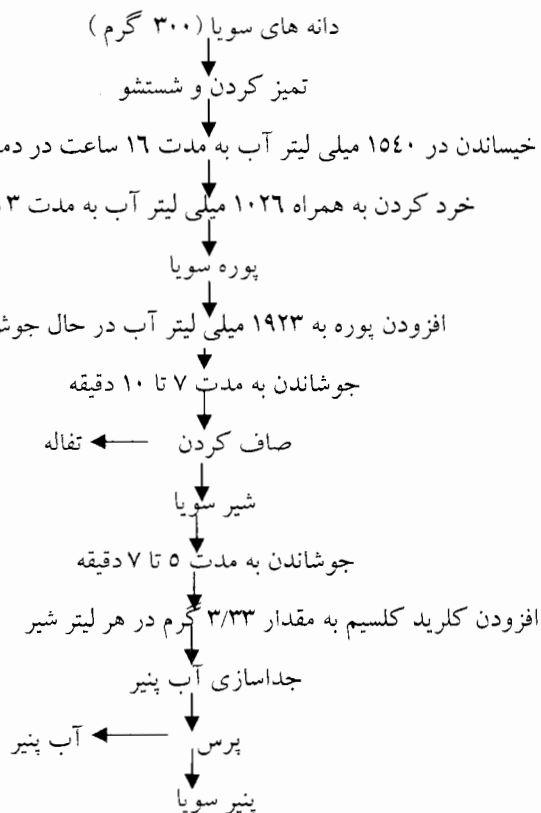
3 - Tofu

4 - Beany flavour

- طعم و بافت: با استفاده از آزمایش چشایی و به روش آزمون هدونیک^۴ که یک آزمایش ترجیحی است، ارزیابی شد. داوران این مرحله از بین افرادی که قبلاً پنیر سویا را بارها خورده بودند گزینش شدند.

مرحله دوم: تعیین بهترین محیط برای رسیدن

نظر به اینکه طعم تافوی تازه ملایم و بی نمک است، بهترین نمونه انتخابی از مرحله اول برای مدتی در آب نمک و یا آب پنیر لبنی حاوی نمک قرار داده شد. فاکتورهای مورد بررسی در این مرحله عبارت بودند از: محیط رساندن در دو سطح (آب و آب پنیر لبنی) و در صد نمک در سه سطح (۲، ۴ و ۶ درصد) که تاثیر این دو فاکتور بر طعم و بافت تافو از طریق آزمایش چشایی (به همان روش گفته شده در مرحله اول) بررسی گردید.



شکل ۱: روش سنتی ژاپن برای تهیه پنیر سویا (تافو)

مواد و روشها:

این طرح در سه مرحله به اجرا در آمده است:

مرحله اول: تعیین بهترین رقم، روش تهیه و فرمولاسیون

در این مرحله سه فاکتور عمده مؤثر در تولید تافو یعنی رقم سویا، روش تهیه و فرمولاسیون مورد بررسی قرار گرفت تا با توجه به تاثیر این سه فاکتور بر صفات کیفی (طعم و بافت) و کمی (درصد کل مواد جامد، درصد پروتئین و فاکتور انعقاد) پنیر سویا، بهترین سطوح آنها انتخاب شود.

فاکتور رقم دانه دارای دو سطح (ویلیامز و هاییت^۱) بود که با توجه به نتایج طرحهایی که قبلاً در خصوص کشت دانه سویا و تولید شیر سویا در خراسان انجام شده بود، انتخاب گردیدند. فاکتور روش تهیه نیز در دو سطح (روش سنتی^۲ و روش پیشنهادی^۳) مورد آزمایش قرار گرفت. روش سنتی (شکل ۱) همان روش تولید پنیر سویا در ژاپن است که با اندکی تغییر در کشورهای چین و سنگاپور نیز استفاده می شود. روش پیشنهادی (شکل ۲)، روشی است که تمامی مراحل اصلی آن با توجه به بررسی منابع جامعی که در مراحل ابتدایی طرح صورت گرفت، بگونه ای بهینه شده اند که محصول نهایی از نظر کمیت و کیفیت بهترین حالت را داشته و عاری از طعم لوبیایی و ترکیبات ضد تغذیه ای باشد [۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۳].

فاکتور فرمولاسیون دارای سه سطح بود، بدین ترتیب که با توجه به کارهای اولیه ای که قبل از طرح انجام شده بود، بجای آبی که در طی مراحل تولید سویا به دانه افزوده می شود مقداری آب پنیر لبنی افزوده شد. سطوح مورد آزمایش برای این فاکتور (مقادیر آب پنیر لبنی اضافه شده) صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد از کل آب افزوده شده بودند. صفات کمی و کیفی اندازه گیری شده در این مرحله و روش آن به قرار زیر است:

- درصد مواد جامد شیر سویا، روش وزنی [۱].
- درصد مواد جامد پنیر سویا، روش وزنی [۱].
- درصد پروتئین پنیر سویا، روش میکروکلدال [۱].
- فاکتور انعقاد، با استفاده از فرمول زیر:

$$100 \times \text{راندمان تبدیل شیر به پنیر} \times \frac{\text{درصد مواد جامد پنیر سویا}}{\text{درصد مواد جامد شیر سویا}} = \text{فاکتور انعقاد}$$

- 1 - Williams ans Habbit
- 2 - Traditional method (T.M.)
- 3 - Recommended method (R.M.)
- 4 - Hedonic test

نظر به اینکه پنیر سویا در ایران محصول جدیدی است به منظور به دست آوردن محصول یکنواخت با کیفیت بالا و جلوگیری از هر گونه تقلب، در پایان این مرحله شاخصهای مصرف پنیر سویا نیز با استفاده از بهترین نمونه حاصل از مراحل ۱ و ۲ تعیین گردید. این شاخصها عبارتند از درصد پروتئین، درصد چربی، کل مواد جامد و خاکستر کل. بعلاوه شاخصهای اقتصادی زیر نیز برای محصول تولید شده برآورد گردید.

- فاکتور انعقاد^۱: عبارت است از درصد مواد جامد شیر سویا که وارد پنیر سویا شده است.

- بازیافت مواد جامد پنیر سویا^۲: عبارت است از درصد مواد

جامد دانه سویا که وارد پنیر سویا شده است.

- بازیافت پروتئین پنیر سویا^۳: عبارت است از درصد پروتئین دانه سویا که وارد پنیر سویا شده است.

- راندمان توده ای پنیر سویا^۴: عبارت است از وزن کل پنیر سویای بدست آمده از یک واحد وزنی سویای اولیه

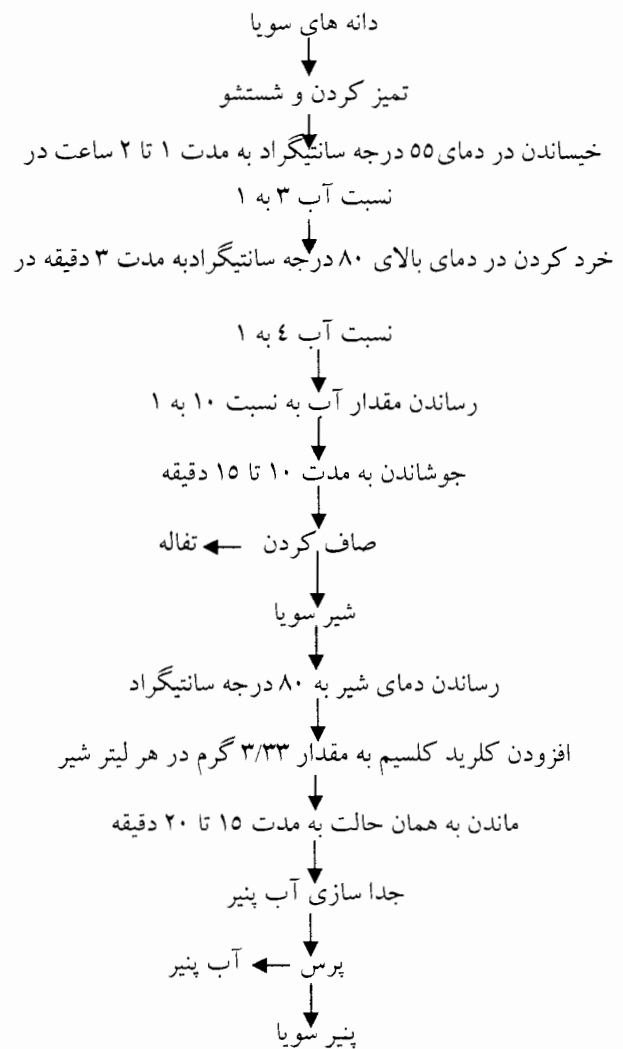
- راندمان مواد جامد پنیر سویا^۵: عبارت است از وزن کل مواد جامد پنیر سویا (بدون آب) بدست آمده از یک واحد وزنی سویای بدون رطوبت.

طرح آماری و روابط مورد استفاده:

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از آزمایشات مراحل اول و دوم از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و سپس با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ تیمارهایی که باعث معنی دار شدن آزمون شده اند، مشخص گردید.

تعداد تیمارها در مرحله اول ۱۲ بود ($2 \times 2 \times 3$) که با احتساب سه تکرار در تولید نمونه ها، مجموع مشاهدات ۳۶ عدد گردید. اندازه گیری صفات نیز در سه تکرار صورت گرفت که میانگین تکرارها برای محاسبات آماری استفاده شد. تعداد تیمارها در مرحله دوم ۶ تا (2×3) و مجموع مشاهدات ۱۸ عدد بود.

برای آنالیز نتایج مرحله سوم استفاده از یک جدول تجزیه واریانس معمولی و به دست آوردن مقدار F کافی است. در این مرحله فقط سه تیمار وجود داشت.



شکل ۲. روش پیشنهادی برای تهیه پنیر سویا (تافو)

مرحله سوم: بررسی درصد پذیرش مصرف کننده

در این مرحله میزان علاقمندی مصرف کنندگان نسبت به پنیر سویا بررسی شده و با محصول مشابه (پنیر لبنی) مقایسه گردید. برای اینکه تاثیر کارهای انجام شده بر بهبود طعم پنیر سویا بهتر مشخص شود، علاوه بر نمونه انتخابی از مراحل ۱ و ۲ از یک نمونه پنیر سویای تولید شده به روش سنتی نیز جهت مقایسه استفاده شد داوران این مرحله مصرف کنندگان عادی بودند که هیچ گونه ذهنیتی در مورد نمونه ها نداشته و آموزش خاصی نیز ندیده بودند.

1 - Coagulation Factor (C.F.)

2 - Tofu solids recovery (T.S.R.)

3 - Tofu protein recovery (R.P.R.)

4 - Tofu bulk yield (T.B.Y.)

5 - Tofu solids yield (T.S.Y.)

نتایج و بحث:

مرحله اول:

جدول (۱) مقدار عددی صفات اندازه گیری شده در مرحله اول را در مورد سطوح مختلف هر متغیر نشان می دهد. آنالیز آماری بر روی داده های این جدول بیانگر مطالب زیر است:

- درصد مواد جامد: بررسیهای آماری نشان می دهد که رقم دانه، روش تهیه و فرمولاسیون اثر معنی داری بر درصد مواد جامد پنیر سویا ندارند. بنابراین با توجه به این صفت می توان رقم ویلیامز وهابیت و هر یک از دو روش سنتی و پیشنهادی و همچنین هر یک از سه سطح فرمولاسیون را توصیه نمود.

درصد پروتئین: بر مبنای آنالیزهای آماری، رقم دانه و روش تهیه بر درصد پروتئین پنیر سویا اثر معنی داری دارند. در صورتیکه در مورد فرمولاسیون چنین اثری مشاهده نمی شود. با توجه به این صفت، رقم ویلیامز و روش تهیه پیشنهادی را با هر یک از سه سطح فرمولاسیون می توان توصیه نمود.

بنابراین با توجه به این صفت می توان روش تهیه سنتی را با سطح فرمولاسیون صفر درصد و هر یک از دو رقم ویلیامز وهابیت توصیه نمود.

- طعم: بر مبنای آنالیزهای آماری رقم سویا و فرمولاسیون تاثیر معنی داری بر طعم پنیر سویا ندارد. در صورتیکه روش تهیه اثر معنی دار می گذارد. لذا با توجه به این صفت که از اهمیت خاصی نیز برخوردار است می توان روش تهیه پیشنهادی را با هر یک از دو رقم ویلیامز وهابیت و هر یک از سه سطح فرمولاسیون پیشنهاد نمود.

- بافت: بررسیهای آماری نشان می دهد که رقم سویا و روش تهیه تاثیر معنی داری بر بافت پنیر سویا می گذارند در صورتیکه این تاثیر در مورد فرمولاسیون معنی دار نیست. بنابراین با توجه به این صفت می توان رقم ویلیامز و روش سنتی را با هر یک از سه سطح فرمولاسیون پیشنهاد نمود.

مرحله دوم:

جدول (۲) مقدار عددی صفات اندازه گیری شده در مرحله دوم را در مورد سطوح مختلف هر متغیر نشان می دهد. آنالیز آماری داده های این جدول بیانگر مطالب زیر است:

- طعم: بررسیهای آماری نشان می دهد که محیط رسیدن اثر معنی داری بر طعم پنیر سویا ندارد در صورتیکه غلظت نمک اثر معنی دار می گذارد. بنابراین با توجه به این صفت می توان آب و یا آب پنیر لبنی را با ۴٪ نمک برای نگهداری تافوی تازه توصیه نمود.

جدول ۲- نتایج صفات اندازه گیری شده در مرحله دوم.

متغیر	محیط رساندن		درصد نمک		
	آب پنیر	آب	۰.۲	۰.۴	۰.۶
میانگین نمره طعم	۰.۵۴۱	۰.۱۲۵	۰.۲۵	۰.۸۱۲	۰.۰۶۲۵
میانگین نمره بافت	۰.۸۳۳	۰.۴۲	۰.۵۶۲	۰.۳۱۲	۰.۴۳۷

- بافت: بر مبنای محاسبات آماری مایعی که پنیر سویا در آن نگهداری می شود تاثیر معنی داری بر بافت تافو می گذارد در صورتیکه چنین تاثیری در مورد غلظتهای نمک مشاهده نمی شود. بنابراین با توجه به این صفت آب پنیر لبنی را با هر

جدول شماره ۱ - نتایج صفات اندازه گیری شده در مرحله اول

متغیر	رقم		روش تهیه		فرمولاسیون	
	هیب	ویلیامز	سنتی	پیشنهادی	۰ وی	۰.۱۰ وی
میانگین درصد کل مواد جامد	۱۸.۷۲	۱۹.۵۳۳	۱۹.۳۱۷	۱۹.۹۱۱	۲۱.۱۵۲	۱۹.۰۵
میانگین درصد پروتئین	۵۴.۹۳۷	۵۷.۸۹۰	۵۴.۵۳۳	۵۸.۳۰۴	۵۵.۷۲۲	۵۷.۳۷۴
میانگین فاکتور انعقاد	۴۹.۸۳۹	۵۰.۰۷۶	۵۲.۰۴۲	۴۷.۸۷۳	۵۳.۲۳	۴۷.۱۰۹
میانگین نمره بافت	۰.۵۹۴	۰.۹۵۰	۰.۹۲۲	۰.۶۲۲	۰.۶۸۳	۰.۹۸۵
میانگین نمره طعم	۰.۴۷۵	۰.۴۷۰	۰.۳۲۰	۰.۶۲۵	۰.۵۵	۰.۴۷۵

- فاکتور انعقاد: پس از انجام محاسبات آماری مشخص شد که رقم سویا اثر معنی داری بر فاکتور انعقاد ندارد در صورتیکه تاثیر روش تهیه و فرمولاسیون در این مورد معنی دار است.

نمونه‌ها ارزیابی می‌شود. محاسبات آماری نشان می‌دهد که پنیر سویای پیشنهادی با میانگین نمره طعم ۱/۲۳ اختلاف معنی داری با پنیر لبنی با میانگین نمره طعم ۱/۵۴ ندارد، در صورتیکه بین پنیر سویای پیشنهادی و سنتی اختلاف معنی داری وجود دارد. این بدین معنی است که این طرح بطور موفقیت آمیزی توانسته است طعم پنیر سویا را بهبود بخشد بطوریکه محصول نهایی بیش از ۷۲٪ پذیرش مصرف کننده داشته باشد.

در پایان این تحقیق شاخصهای مصرف و شاخصهای اقتصادی در خصوص پنیر سویای پیشنهادی تعیین گردید که در جداول (۴ و ۵) آمده است.

یک از غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد نمک می‌توان برای نگهداری پنیر سویای تازه توصیه نمود.

مرحله سوم:

جدول (۳) نمره قابلیت پذیرش را برای پنیر سویای پیشنهادی در مقایسه با پنیر سویای سنتی و پنیر لبنی در یک تست چشایی هفت نقطه‌ای نشان می‌دهد. ستون درصد کل علاقه (درصد پذیرش) از حاصل جمع علاقه‌های کم خوب تا بسیار خوب به دست آمده است و میانگین نمره طعم نیز معدلی از مزه‌های بسیار بد (۳-) تا بسیار خوب (۳+) برای هر نمونه است که بر اساس آن معنی دار بودن اختلاف بین

جدول ۳- نتیجه تعیین درصد پذیرش مصرف کننده در مرحله سوم

نوع پنیر	نمره قابلیت پذیرش - درصد چشده‌ها							بسیار بد	درصد کل علاقه	میانگین نمره طعم
	بسیار بد	بد	کم بد	نه بد و نه خوب	کم خوب	خوب	بسیار خوب			
پنیر لبنی	۰	۴/۹۱	۳/۲۷	۱۱/۴۷	۱۳/۱۱	۴۷/۵۴	۱۹/۶۷	۸۰/۳۲	۱/۵۴	
پنیر سویای پیشنهادی	۲/۳۲	۴/۶۵	۶/۹۷	۱۳/۹۵	۳۱/۳۹	۲۷/۹۰	۱۲/۷۹	۷۲/۰۸	۱/۰۲۳	
پنیر سویای سنتی	۴/۵۴	۱۲/۱۲	۱۶/۶۶	۲۱/۲۱	۲۲/۷۵	۱۴/۳۴	۰	۳۷/۰۹	۰/۱۰۶	

جدول ۴- شاخصهای مصرف پنیر سویای پیشنهادی و مقایسه آن با استانداردهای کشور آمریکا

شاخصها	پنیر سویای پیشنهادی	استاندارد آمریکا (تافوی سخت)
کل مواد جامد	٪۲۱	٪۲۰/۷
پروتئین	٪۵۷/۸۳	٪۵۱/۲
چربی	٪۳۰/۱۲	٪۲۵/۶
خاکستر	٪۷/۲	٪۹/۱۷

جدول ۵- شاخصهای اقتصادی پنیر سویای پیشنهادی

فاکتور انعقاد	٪۵۸/۸۸
بازیافت مواد جامد تافو	٪۲۳/۱۰
بازیافت پروتئین تافو	٪۳۰/۹۵
راندمان توده ای تافو	۱/۳۶
راندمان مواد جامد تافو	٪۳۱

منابع مورد استفاده:

1. AOAC. 1998. Official Method of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington DC. pp. 16, 18, 159, 160, 281, 309, 310.
2. Beddows, C.G. and J. Wong, 1987. Optimization of yield and properties of silkon tofu from soybeans: I. The water/bean ratio, Food Science and Technology, 12:15-21.
3. Beddows, C.G. and J. Wong, 1987. Optimization of yield and properties of silkon tofu from soybeans; II. Heat processing, Food Science and Technology, 22:23-27.
4. Deman, L., C.F. Slen and J. Deman, 1991. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics: G.D.L. coagulant, Journal of Food Science, 56(1): 109-112.
5. Deman, L. and J. Deman, 1990. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics: Calcium sulfat coagulant, Journal of Food Science, 55(4): 76-81.
6. J.A.S. 1986. Japanese Agricultural Standard for Soymilk. Notification No. 1482.
7. Matsuura, M. 1989. Objectionable flavour of soymilk developed during the soaking of soybean and its control, Food Science, 54:602-605.
8. Matsuura, M. 1988. Method for grinding soybeans and method for producing tofu, United States Patent. No. 4.791.001.
9. Murata, K., I. Kusakabe and H. Kobayashi, 1988. Functional properties of three soymilk curds prepared with an enzyme ,calcium salt and acid, Agric. Biol. Chem., 52(5):1139-1143.
10. Murata, K., I. Kusakabe and H. Kobayashi, 1987. Studies on the coagulation of soymilk-protein by commercial proteinases, Agric. Biol. Chem., 51(2):385-389.
11. Murata, K., I. Kusakabe and H. Kobayashi, 1987. Selection of commercial enzymes suitable for making soymilk curd, Agric. Biol. Chem., 51(11):2929-2933.
12. Narayan, R. and N.S. Verma, 1988. Changes in the quality of soybean during storage: Part II. Effect of soybean storage on the sensory qualities of the products made therefrom, Food Chemistry, 30:181-190.
13. Takenawa, S. and N. Hideki, 1990. Process for eliminating disagreeable odor from soymilk, United States Patent No. 4.929.541.
14. Wang, H.L. 1989. Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production, Cereal Chem. 66(5): 359-361.

Optimization of factors affecting yield and quality of soymilk curd (Tofu)

M. Ghods Rohani¹, S.A. Mortazavi², S.M.A. Razavi² and M. Mazaheri Tehrani²

Abstract

In this study, soymilk curd (tofu) was produced and evaluated at three stages according to Iranian preference. In the first stage, the effect of soybean varieties (Williams & Habbit), production methods (Traditional & Recommended), and formulation (0, 10 and 20% cheese whey instead of water used in soymilk production) on the qualitative and quantitative characteristics of tofu were evaluated.

In the second stage, fresh tofu was stored in brine or cheese whey containing salt at different concentrations (2, 4 & 6%) and the quality of tofu was then evaluated. In the third stage, the consumer preference and the consumption attributes were determined. The results shown that the best quality of tofu will be achieved when the Williams variety, the recommended method and 0% whey are used. Furthermore, the results indicated that the most appropriate storage medium is cheese whey with 4% salt. Such product can gain the 72% of the consumer's acceptability.

Key words: soybean, soymilk, soymilk curd (tofu) and whey.

1 – Food Science and Technology Group, Hasheminejad Higher Education Center. e.mail: Qhods@yahoo.com.

2 –Department of Food Science and Technology College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.