Archive of SID

مجله پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۱/ ۱۹ شماره ۲/ سال ۱۳۸۸

تیماردهی شیر خام با CO_2 - تأثیر بر روی ویژگی‌های میکروبی و ماندگاری شیر خام

آزاده سلیمانی وفا[۱]، جواد حصاری[۲*] و عادل احمدی زنوز[۲]

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
* مسئول مکاتبه E-mail: jhesari@tabrizu.ac.ir

چکیده

تیماردهی شیر خام سرد توسط CO_2 به عنوان روشی جهت جلوگیری از ازدیاد بار میکروبی کل، کنترل باکتریهای سرماگرا و افزایش ماندگاری شیر مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور 4 تیمار بر روی شیر خام (شیر خام بدون استفاده از CO_2 (نمونه شاهد)، شیر خام با استفاده از تزریق CO_2 تا سه سطح pH ، برابر 6، 6/2 و 6/4 اعمال شد. نمونه‌های شیر خام برای مدت 10 روز در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در روزهای 1، 5، 8 و 10 مورد ارزیابی میکروبی قرار گرفتند. برای ارزیابی تأثیر CO_2 و اثر زمانهای مختلف بر روی صفات مورد مطالعه از طرح آماری اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار (در سه روز مختلف بعنوان بلوک) استفاده گردید. تجزیه تحلیل آماری نتایج نشان داد که افزودن CO_2 به شیر خام خنک تا pH 6 و 6/2 به طور قابل ملاحظه‌ای رشد میکروبی را کاهش داد، بطوریکه این نمونه ها به ترتیب با نمونه شیر شاهد اختلافی در حدود 1/082و 0/85 واحد لگاریتمی برای بار میکروبی کل و 1/089 و 0/923 واحد لگاریتمی برای باکتریهای سرماگرا پس از 10 روز نگهداری در دمای $4^{\circ}C$ از خود نشان داد و مشخص گردید که افزودن CO_2 تا pH 6 و 6/2 به شیر خام سرد شده روش مؤثری جهت جلوگیری از ازدیاد بار میکروبی کل، کنترل باکتریهای سرما گرا و حفظ کیفیت شیر است. با استفاده از CO_2 تا $pH = 6$ زمان نگهداری شیر خام در 4 درجه سانتی گراد تا 3 روز افزایش یافت و بهترین تیمار انتخاب شده در این پژوهش بود که البته در اکثر موارد اختلاف آن با شیر تیماردهی شده تا $pH = 6/2$ غیر معنی دار بود.

واژه های کلیدی: بار میکروبی، باکتریهای سرماگرا ، دی اکسیدکربن، نگهداری شیر خام

www.SID.ir

Archive of SID

Treatment of Raw Milk with CO_2 - Effects on Microbial Characteristics and Self Life of Raw Milk

A Solimani[1], J Hesari[2*] and A Ahmadi-Zenouz[2]

[1]MSc Student, Department of Food Science & Technology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Assistant Prof and, Associate Prof., Department of Food Science & Technology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding author: E-mail: jhesari@tabrizu.ac.ir

Abstract

Treatment of raw milk with CO_2 as a procedure for preventing of microbial growth, control of psychrotrophic bacteria and extending of self life of milk products was studied using normal raw milk, as control samples, and raw milks treated with CO_2 up to pH = 6.4, 6.2 and 6. Experimental milk samples were stored for 10 days at 4°C and used for microbial assessment at 1, 5, 8 and 10 days of storing. The experimental design was split plot based on randomized complete blocks with four replications. Results showed adding of CO_2 to raw milk up to pH=6.2 and 6 inhibited significantly ($P<0.05$) microbial growth and those samples had a difference of 1.082 and 0.85 logarithmic unit in total count and also 1.089 and 0.923 in Psychrotrophic bacteria populations with control samples, respectively. It is concluded that adding of CO_2 to raw milk up to pH= 6.2 and 6 can be considered as an effective pretreatment for preventing of increasing microbial population and preservation of raw milk. Samples treated by CO_2 with pH=6 had a self life of 3 days longer than control samples and was selected as the most effective treatment, although there were not significant differences in most parameters between pH=6 and pH= 6.2.

Keywords: CO_2, Psychrotrophic bacteria, Raw milk preservation, Total count contamination

مقدمه

سرد کردن شیر در دامداریها و کارخانه های فرآوری لبنیات به دلیل کاهش سرعت رشد باکتریهای مزوفیل باعث حفظ کیفیت شیر می شود و زمان نگهداری شیر خام را قبل از فرآوری افزایش می دهد. معذالک نگهداری در دماهای پایین، شرایط مناسبی را برای تکثیر باکتریهای سرماگر[1] ا که در آلودگیهای معمول شیر خام حضور دارند، فراهم می آورد (رائوس-مادیدو و همکاران1998، رائوس-مادیدو و همکاران 2002 و ما و همکاران 2003). مطالعات قبلی نشان داده است که باکتریهای سرماگرا فلور غالب شیر نگهداری شده در دماهای پایین را تشکیل می دهند. با وجود اینکه

[1]- باکتریهای سرماگرا: به باکتریهایی اطلاق می شوند که قادی به رشد در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

سرماگراها در اثر تیمارهای حرارتی متداول شیر از بین می روند امّا این ارگانیسمها قادر به تولید آنزیمهای برون سلولی (پروتئاز و لیپاز) هستند که به طور کامل توسط تیمارهای حرارتی غیر فعال نمی شوند. این آنزیمها قادر به تجزیه ترکیبات مختلف شیر هستند که روی ماندگاری شیر فرایند شده بوسیله حرارت تأثیر می گذارند وبالطبع روی کیفیت محصولات لبنی مؤثر هستند (رائوس-مادیدو و همکاران 1996، سورهاگ و استپانیاک 1997 و گیموند و همکاران 2003). فعالیتهای پروتئولیتیکی و لیپولیتیکی باکتریهای سرماگرا زمانی می توانند قابل ملاحظه و مؤثر باشند که شمارش این باکتریها از 10^6 تا 10^7 (cfu/ml) تجاوز کند (رائوس-مادیدو و همکاران 1996).

کیفیت بهداشتی شیر خام و میزان آلودگیهای مختلف آن می تواند نقش چشمگیری در کمّیت و به ویژه در کیفیت فرآورده های استحصالی آن ایفا نماید (ما و باربانو 2003). با توجه به اینکه انواع تقلّبات به منظور سرپوش نهادن بر کیفیت نا مناسب بهداشتی شیر در کشور رایج است، لزوم استفاده از روشهای سالم و مجاز جهت حفظ کیفیت شیر بیش از پیش احساس می شود. تحقیقات انجام گرفته حاکی از این مطلبند که بار میکروبی شیرهای خام، در کشور ما بالا است و این امر افت کیفیت و کاهش ماندگاری شیر و فرآورده های لبنی را در پی دارد، که در سالهای اخیر مطرح و یکی از موارد تحقیقاتی موجود در این زمینه می باشد (عزتی 1382). مطالعاتی که در سالهای اخیر انجام گرفته است نشان می دهد که افزودنCO_2 به شیر خام روش مؤثری جهت جلوگیری از ازدیاد بار میکروبی و کنترل باکتریهای سرما گرا است (هوچکیس و همکاران 1999). CO_2 فعالیت ضد میکروبی دارد و زمانی که تحت فشار به کار برده شود تأثیر بازدارندگی آن افزایش می یابد (8). ترکیب فشار پایین CO_2 و دمای پایین، کیفیت میکروبی و بهداشتی شیر خام را بهبود می بخشد (راجاگوپال و همکاران 2005).

در مطالعات متعددی به اهمیت باکتری کشندگی محیط اسیدی شده با CO_2 اشاره شده است (ارکمن 1997و ارکمن 2000).

رائوس مادییدو و همکاران (1996) گزارش دادند که CO_2 در شیرهای با کیفیت میکروبی پایین در مقایسه با شیرهایی که دارای کیفیت میکروبی بالا می باشند، اثر بازدارندگی بیشتری روی کلیه گروههای میکروبی (به استثنای کلی فرم ها) دارد. در عین حال هیچ مدرکی دال بر اینکه CO_2 رشد میکروارگانیسمهای بی هوازی را افزایش می دهد وجود ندارد (هوچکیس و همکاران 1999).

وقتی CO_2 به طور مناسب و در مقادیر کافی افزوده می شود، دوره ماندگاری فرآورده های لبنی را بوسیله بازداری از رشد میکروبها و احتمالاً محدود کردن تندشدگی اکسیداتیو گسترش می دهد. این امر در فرآورده های لبنی که به مدت طولانی نگهداری می شوند، باعث توسعه بازارها و کانالهای جدید توزیع می گردد، همچنین از تعداد کالاهای تاریخ مصرف گذشته می کاهد (توماسولا و بوسول 1997).

بر اساس نتایج حاصل از بررسی منابع علمی، در این پژوهش تأثیر استفاده از CO_2 بر روی ماندگاری و کیفیت میکروبی شیر خام خنک که یکی از معضلات اساسی مراکز دامداری و تولید شیر و حمل آن به مراکز صنعتی در کشورمان است مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

۲-۱- ماده اولیه

جهت انجام این تحقیق شیر خام تازه دوشیده شده که بلافاصله تا دمای 4 درجه سانتی گراد سرد شده بود از واحد گاوداری ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در 3 روز مختلف و هر بار به میزان تقریباً 5 کیلوگرم تهیه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

2-2- روش‌ها

شیر خام دریافت شده در کارگاه لبنیات ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی در 16 بطری پلاستیکی به حجم 250 میلی لیتر در شرایط کاملاً بهداشتی با فضای خالی[1] تقریباً 7 درصد توزیع شد، و با دربهای پلاستیکی مخصوص دربندی گردید، بطوریکه امکان نشت گاز وجود نداشته باشد. سپس در دمای 4 درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

جهت انجام آزمایشات لازم در این طرح 4 تیمار بر روی شیر خام اعمال و کلیه آزمایشات با 3 تکرار انجام گردید. تیمارهای مورد استفاده شامل شیر خام سرد شده بدون استفاده از CO_2 (نمونه شاهد) و شیر خام سرد شده با استفاده از تزریق CO_2 تا در سه سطح pH ، برابر 6، 6/2 و 6/4 بودند. جهت تزریق CO_2 از یک کپسول حاوی CO_2 (نوع خوراکی) و مجهز به رگلاتور جهت کنترل فشار استفاده شد. تزریقCO_2 در داخل بطریها تا pH مورد نظر با ابزار مناسب استریل شده، تحت شرایط کاملاً بهداشتی انجام گرفت. نمونه ها در دمای 4 درجه سانتی گراد نگهداری شدند و در هر 24 ساعت ضمن اندازه گیری pH، در صورت مشاهده افزایش آن در نمونه های تیمار شده با CO_2 با تزریق مجدد CO_2 pH تا سطح قبلی تنظیم گردید. نمونه ها برای مدّت 10 روز در این دما نگهداری شدند و در روزهای اول (روز دریافت شیر)، 5، 8 و 10 مورد ارزیابی میکروبی قرار گرفتند.

آزمایشها

ارزیابی میکروبی

جهت کشت بار میکروبی کل و باکتریهای سرماگرا از محیط کشت پلیت کانت آگار و جهت کشت باکتریهای کلی فرم از محیط کشت کریستال ویولت نیوترال رد بایل لاکتوز آگار استفاده شد. شرایط رشد برای بار میکروبی کل، باکتریهای سرما گرا و کلی فرم ها به ترتیب عبارت بودند از دمای 30 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت، دمای 6/5 درجه سانتی گراد به مدت 7 تا 10 روز و دمای 30 درجه سانتی گراد به مدت 24 ساعت (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران 1373 ، 1379 و 1381).

تست جوش

مقدار کمی شیر در یک لوله آزمایش ریخته شد و روی شعله تا حرارت جوش گرم شد و از لحاظ تشکیل لخته مورد بررسی قرار گرفت (فرخنده 1371).

تست الکل

در یک لوله آزمایش معمولی 2 میلی لیتر شیر و 2 میلی لیتر الکل اتیلیک 68 درجه اضافه شد و به شدت تکان داده شد و از لحاظ تشکیل لخته مورد بررسی قرار گرفت (فرخنده 1371).

طرح آماری

برای ارزیابی تأثیر CO_2 و اثر زمانهای مختلف بر رو.ی صفات مورد مطالعه از طرح اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی[2] در سه تکرار (در سه روز مختلف بعنوان بلوک) استفاده گردید. در این طرح فاکتور اصلی 4 سطح مختلف CO_2 و فاکتور فرعی شامل 4 زمان نمونه برداری بود، تأثیر این دو فاکتور به ترتیب تحت اسامی فاکتورA (A_1 = نمونه شاهد، A_2، A_3 و A_4 = نمونه های تیمارشده باCO_2 تا pH های به ترتیب 6/4، 6/2 و 6) و فاکتور B (B_1 = روز اول، B_2 = روز پنجم، B_3 = روز هشتم و B_4 = روز دهم) بر روی پارامترهای مهم کیفی شیر مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین های مورد نیاز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد. برای تجزیه داده ها و رسم

[1]Head space

[2]Randomized complete block design

www.SID.ir

Archive of SID

نمودارها از نرم افزارهای کامپیوتری MSTAT-C ، MINITAB و EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین بار میکروبی کل، باکتریهای سرماگرا و باکتریهای کلی فرم برای سطوح A (مقادیر مختلف CO_2) در سطوح مختلف B (زمان های نمونه برداری) به روش دانکن[1] در سطح احتمال 5% در شکل های 1، 2 و 3 نشان داده شده است. بررسی نتایج شکل 1 نشان می دهد که در روزهای 8 و 10 نگهداری، بار میکروبی کل نمونه شاهد و نمونه تیمار شده با CO_2 تا pH = 6/4 اختلاف معنی داری با نمونه های تیمار شده با CO_2 تا pH های 6/2 و 6 داشتند. به عبارت دیگر افزودن CO_2 تا مقادیر pH های 6 و 6/2 به شیر تأثیر قابل ملاحظه ای در کاهش بار میکروبی داشته است. ما و همکاران (2003) در مطالعات خود مشاهده کردند که با افزودن 1500 ppm CO_2 به شیر خام رشد میکروبی به طور معنی داری کاهش می یابد به طوریکه این محققان توانستند شیر خام با کیفیت بالا را با افزودن مقدار ذکر شده CO_2 در دمای 4 درجه سانتی گراد برای مدت 14 روز با بار میکروبی کمتر از$(cfu/ml) 10^5 \times 3$ نگهداری نمایند.

همانطور که در شکل 2 مشهود است، در روزهای 5، 8 و 10 نگهداری اختلاف معنی داری بین باکتریهای سرماگرای نمونه های تیمار شده با CO_2 تا pH های 6/2 و 6 با نمونه شاهد و نمونه تیمار شده تا pH=6/4 مشاهده گردید. رائوس ماییدو و همکاران (1998) در مطالعات خود مشاهده کردند که با تزریق CO_2 به نمونه های شیر با دمای پایین تا pH 6 و 6/2 از رشد باکتریهای سرما گرا به طور قابل ملاحظه ای جلوگیری می گردد.

شکل 3 نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین باکتریهای کلی فرم نمونه شاهد با نمونه های تیمار شده با CO_2 تا pH برابر 6 و 6/2 در روزهای 5 و 8 نگهداری و با کلیه نمونه های تیمار شده با CO_2 در روز 10 نگهداری وجود داشت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص های میکروبی بیانگر اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1% در تاثیر متقابل بین تیمارهای CO_2 و زمان های نمونه برداری برای بار میکروبی کل و باکتریهای سرماگرا بود. معنی دار بودن اثر متقابل بیانگر تأثیر متفاوت تیمارهای CO_2 در زمانهای مختلف ارزیابی بر صفات مختلف است.

بر اساس نتایج بدست آمده، افزودن CO_2 به شیر خام سرد شده تا pH های برابر 6 و 6/2 به طور قابل ملاحظه‌ای رشد میکروبی را کاهش داده است، بطوریکه این نمونه ها به ترتیب با نمونه شیر شاهد اختلافی در حدود 1/082و 0/85 واحد لگاریتمی برای بار میکروبی کل و 1/089 و 0/923 واحد لگاریتمی برای باکتریهای سرماگرا و 0/742 و 0/674 واحد لگاریتمی برای باکتریهای کلی فرم پس از 10 روز نگهداری در دمای 4°C از خود نشان دادند. در مطالعات ما و همکاران (2003) افزودن 1500 ppm CO_2 (pH= 6/2) رشد میکروبی را به طور قابل توجهی کاهش داده است و اختلافی در حدود 1 تا 2 واحد لگاریتمی برای بار میکروبی کل و باکتریهای سرماگرا نمونه شیر شاهد و نمونه حاوی 1500 ppm CO_2 گزارش شده است. در تحقیقات رائوس مادییدو و همکاران (1998) نیز اختلاف بین نمونه های تیمار شده با CO_2 تا pH برابر 6/2 و 6 با نمونه شیر شاهد به ترتیب 1/34 و 2/02 واحد لگاریتمی برای بار میکروبی کل، 1/12 و 1/48 برای کلی فرم ها و 1/74 و 2/03 برای باکتریهای سرما گرا گزارش شده است.

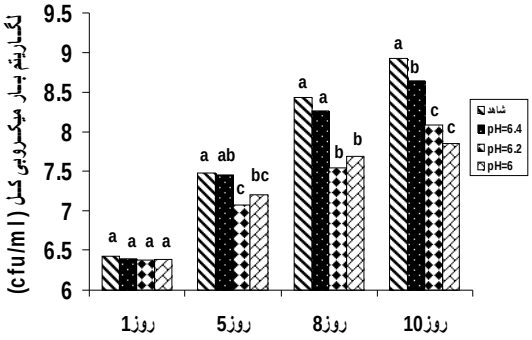
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در روز اول بار میکروبی کل (حدود 10^6 cfu/ml) بالاتر از شمارش باکتریهای سرماگرا (حدود 10^5 cfu/ml) بود، در طی نگهداری در کلیه تیمارها شمارش بار میکروبی کل و باکتریهای سرماگرا به سطح مشابهی رسیده اند. ما و

[1] Duncan's test

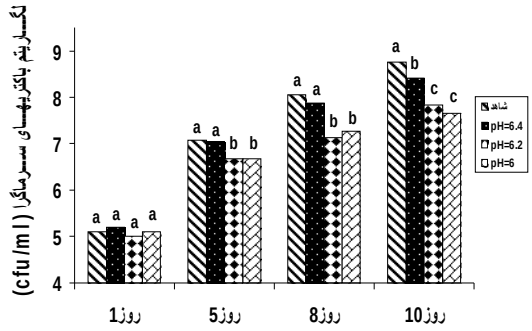
www.SID.ir

Archive of SID

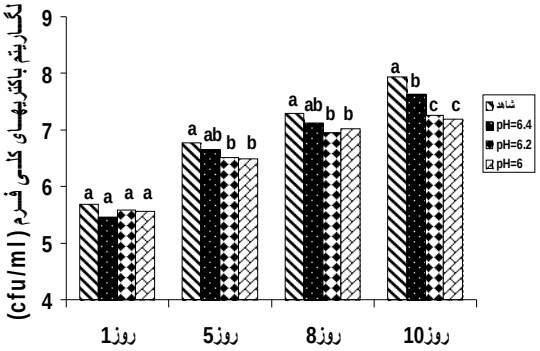
همکاران (2003) نیز در مطالعات خود به نتایج مشابهی دست یافتند و چنین استنباط نموده اند که طی نگهداری



شکل۱- مقایسه میانگین بار میکروبی کل برای سطوح A (مقادیر مختلف CO_2) در سطوح مختلف B (زمان های نمونه برداری) در نمونه شیر شاهد و نمونه های تیمار شده با CO_2



شکل۲- مقایسه میانگین باکتریهای سرماگرا برای سطوح A (مقادیر مختلف CO_2) در سطوح مختلف B (زمان های مختلف نمونه برداری) در نمونه شیر شاهد و نمونه های تیمار شده با CO_2

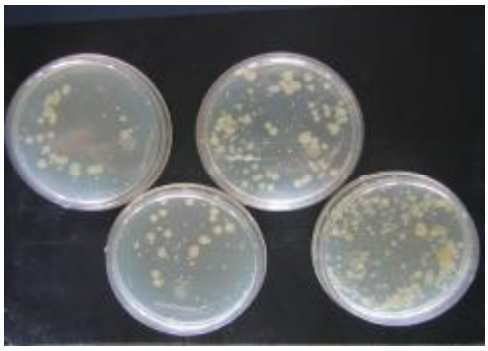


شکل۳- مقایسه میانگین باکتریهای کلی فرم برای سطوح A (مقادیر مختلف CO_2) در سطوح مختلف B (زمان های مختلف نمونه برداری) در نمونه شیر شاهد و نمونه های تیمار شده با CO_2

www.SID.ir

Archive of SID

شیر در C ° 4 ، میکروارگانیسم های حاضر در آن عمدتاً باکتریهای سرماگرا هستند. شکل 4 مقایسه پلیت های حاصل از کشت بار میکروبی کل در روز دهم نگهداری را نشان می دهد. همانطور که دراین شکل مشاهده می گردد رشد میکروبی در نمونه های فرایند شده با CO_2 به طور محسوسی کاهش یافته است.



شکل ۴- پلیت های حاصل از کشت بار میکروبی کل در روز دهم نگهداری

(پلیت شماره ۱ : نمونه شاهد، پلیت شماره ۲ : نمونه تیمار شده با CO_2 تا pH =۶/۴، پلیت شماره ۳ : نمونه تیمار شده با CO_2 تا pH =۶/۲، پلیت شماره ۴ : نمونه تیمار شده با CO_2 تا pH =۶)

جدول 1 نتایج حاصل از انجام آزمایش جوش و الکل برای نمونه شیر شاهد و نمونه های تیمار شده با CO_2 طی 10 روز نگهداری را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، با افزودن CO_2 به شیر خام سرد شده تا pH = 6 شاهد افزایش 3 روز ماندگاری بیشتر بودیم، همچنین کاربرد CO_2 تا pH = 6/2 نیز مدت ماندگاری را تا 2 روز افزایش داد.

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمایش جوش و الکل

نمونه شاهد	pH = ۶/۴	pH = ۶/۲	pH = ۶
از روز ۱تا ۶ +	+	+	+
روز ۷ -	-	+	+
روز ۹ -	-	-	+
روز ۱۰ -	-	-	-

(+ عدم تشکیل لخته، - تشکیل لخته)

www.SID.ir

Archive of SID

هاچ کیس و همکاران (1999) با افزودن 21/5 میلی مولار CO_2 به شیر خام فاز تأخیری رشد را تقریباً تا 3 روز گسترش دادند. ما وهمکاران (2003) با افزودن 1500 ppm CO_2 به شیر خام شاهد افزایش زمان نگهداری تا دو برابر بودند.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی تأثیر CO_2 بر روی خواص میکروبی شیر خام در این کار پژوهشی حاکی از آن است که کاربرد CO_2 تأثیر مثبتی در ماندگاری و خواص میکروبی شیر خام سرد شده دارد. بطوریکه افزودن CO_2 تا pH های برابر 6 و 6/2 به شیر خام سرد شده روش مؤثری جهت جلوگیری از ازدیاد بار میکروبی کل و کنترل باکتریهای سرما گرا است و می تواند به عنوان روش مناسبی جهت افزایش نگهداری شیر خام سرد شده مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش چنین به نظر می رسد که استفاده ازCO_2 تا pH = 6 مؤثرترین تیمار باشد، بطوریکه ماندگاری شیر خام با افزودن این مقدار CO_2 در دمای 4 ˚C، تا 3 روز افزایش می یابد که برای مراکز تولید و صنایع شیر کشورمان بسیار با ارزش است و در نهایت با توجه به ساده، سالم و اقتصادی بودن این تکنولوژی در مقایسه با اثرات سوء نگهدارنده های مصنوعی و تکنولوژیهای بسته بندی هزینه بر به نظر می رسد که پس از تکمیل مطالعات روش مناسبی برای نگهداری شیر خام در دامداریها، مراکز جمع آوری شیر و صنایع شیر باشد.

منابع مورد استفاده

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1373. شیر، روش شمارش میکروارگانیسم های سرماگرا، استاندارد ملی ایران شماره 3451 .

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،1379. شیر و فرآورده های آن، روش شمارش کلی فرمها قسمت اول (روش شمارش پرگنه)، استاندارد ملی ایران شماره 1- 5486.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1381. شیر و فرآورده های آن، روش شمارش کلی پرگنه های میکروارگا نیسم ها، استاندارد ملی ایران شماره 5484.

عزتی ر، 1382 . بررسی تأثیرتعداد باکتریهای سرماگرا روی خواص فیزیکی ، شیمیایی و بازده پنیر سفید سنتی و اولترافیلتراسیون. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه صنایع غذایی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

فرخنده ع، 1371. روشهای آزمایش شیر و فرآورده های آن. جلد دوم. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

Champagne CP, St-Gelais D and de Candolle A, 1998. Acidification rates and population ratios of lactic starters in carbonated milk. Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie, 2: 100-106.

Erkmen O, 1997. Antimicrobial effects of pressurized CO_2 on staphylococcus aureus in broth and milk. Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie, 30: 826-829.

www.SID.ir

Archive of SID

Erkmen O, 2000. Effect of CO_2 pressure on listeria monocytogenes in physiological saline and foods. Food Microbiology, 17: 589-596.

Erkmen O, 2001. Effects of high-pressure CO_2 on Escherichia coli in nutrient broth and milk. International Journal of Food Microbiology, 65: 131-135.

Glass K, Kaufman K, Smith A, Johnson E, Chen J and Hotchkiss JH, 1999. Toxin production by clostridium botulinum in pasteurized milk treated with CO_2. Journal of Food Protection, 8: 872-876.

Gueimonde M, Alonso L, Delgado T, Bada-Gancedo JC and de los Reyes-Gavilan GC, 2003. Quality of plain yoghurt made from refrigerated and CO2-treated milk. Food Research International, 36: 43-48.

Hotchkiss JH, Chen JH and Lawless HT, 1999. Combine effects of CO_2 and barrier films on microbial and sensory changes in pasteurized milk. Journal of Dairy Science, 82: 690-695.

Hotchkiss JH, 2003. Use of CO_2 for long haul transportation of raw milk. Food Science/ NEDFRC

Loss CR and Hotchkiss JH, 2002. Effect of dissolved CO_2 on thermal inactivation of microorganisms in milk. Journal of Food Protection, 12: 1924-1929.

Ma Y and Barbano M, 2003. Effect of temperature of CO_2 injection on the pH and freezing point of milks and creams. Journal of Dairy Science, 86: 1578-1589.

Ma Y, Barbano M and Santost M, 2003. Effect of CO_2 addition to raw milk on proteolysis and lipolysis at 4˚ C. Journal of Dairy Science, 86: 1616-1631.

Rajagopal M, Werner BG and Hotchkiss JH, 2005. Low pressure CO_2 storage of raw milk: microbiological effects. Journal of Dairy Science, 88: 3130-3138.

Raus-Madiedo P, Bada-Gancedo JC, Fernandez-Garcia E, Gonzalez de Llano D and Reyes-Gavilan C, 1996. Preservation of the microbiological and biochemical quality of raw milk by CO_2 addition. Journal of Food Protection, 59: 502-508.

Ruas- Madiedo P, Bada-Gancedo JC, Alonso L and de los Reyes-Gavilan C, 1998. Afuega'l pitu cheese quality: CO2 Addition to refrigerated milk in acid- coagulated cheesemaking. International Dairy Journal, 8: 951-958.

Ruas-Madiedo P, Alonso L, Delgado T, Bada-Gancedo JC and de los Reyes-Gavilan GC, 2002. Manufacture of Spanish hard cheeses from CO_2-treated milk. Food Research International, 35: 681-690.

Sorhaug T and Stepaniak L, 1997. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects. Food Science and Technology, 2: 35-41.

Tomasula PM and Boswell RT, 1999. Measurement of the solubility of CO_2 in milk at high pressures. Journal of Supercritical Fluids, 16: 21-26.

Werner BG and Hotchkiss JH, 2006. Continues flow none thermal CO_2 processing: the lethal effects of subcritical and supercritical CO_2 on total microbial populations and bacteria spores in raw milk. Journal of Dairy Science, 89: 872-881.

www.SID.ir