ارتباط بین هدایت الکتریکی باpH، اسیدیته و شمارش کلی میکروبها در شیر خام

گیتی کریم[1*] ، مهسا تبری [2]

۱- استاد گروه بهداشت مواد غذایی ، دانشکده دامپزشکی ، دانشگاه تهران
۲- عضو هیات علمی تمام وقت ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

چکیده

به رسانایی یک ماده خاص در برابر جریان الکتریکی، هدایت الکتریکی گفته می شود که با واحد میکرو زیمنس[2] بر سانتیمتر بیان می گردد. هدایت الکتریکی یا رسانش شیر عمدتاً مربوط به املاح موجود در آن به ویژه یونهای سدیم، پتاسیم و کلر است. نظر به اینکه سنجش هدایت الکتریکی یک روش ساده و سریع می باشد، لذا در این پژوهش جهت تعیین کیفیت شیر از نظر تازگی و کهنگی، همبستگی این ویژگی با عواملی مانند pH، اسیدیته و شمارش کلی میکروبی مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا با تغییر دادن شاخص هائی نظیرpH، اسیدیته و شمارش کلی میکروبی در شیر خام بدون چربی میزان نوسانات هدایت الکتریکی در یک دمای ثابت ($۲۵^{o}c$) محاسبه گردید. سپس ۲۰۰ نمونه شیر خام به روش تصادفی از محل دریافت شیر، دریکی از کارخانه‌های شیر پاستوریزه تهران، نمونه گیری و در شرایط دمای پایین ($۳^{o}c$) به آزمایشگاه منتقل شد. در ۱۰۰ نمونه شیر کامل شاخص های مورد نظر در این مطالعه آزمایش و سپس هدایت الکتریکی بدون توجه به دما مورد سنجش قرار گرفت و در ۱۰۰ نمونه دیگر همین آزمایشها با ثابت نگه داشتن دمای شیر($۲۵^{o}c$) انجام شد. زمانی که هدایت الکتریکی شیر خام بدون چربی در دمای ثابت اندازه‌گیری شد، نتایج با۱۰ تکرار، نشان داد که با افزایش pH و کاهش اسیدیته، هدایت الکتریکی بصورت خطی افزایش می یابد ($P<۰/۰۱$). زمانی که pH کاهش و اسیدیته افزایش یافت رابطه خطی و معکوس با ضریب خطای بسیار کم مشاهده گردید($P<۰/۰۱$). ولی رابطه معناداری بین شمارش کلی میکروبی و هدایت الکتریکی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). در سایرآزمایشها، رابطه معناداری بین قابلیت هدایت الکتریکی، pH، اسیدیته وشمارش کلی میکروبی مشاهده نگردید($P>۰/۰۵$). لذا به نظر می رسد که عوامل زیادی در تغییرات هدایت الکتریکی شیر خام موثر می باشند و نمی توان تنها با سنجش هدایت الکتریکی کیفیت شیر خام را ارزیابی نمود.

کلید واژگان: شیر، pH، اسیدیته، شمارش کلی میکروبی، هدایت الکتریکی.

۱- مقدمه

هدایت الکتریکی میزان عبور جریان الکتریکی از یک ماده است که ویژگی موجود در تمام مواد بوده و واحد اندازه‌گیری آن میکرو زیمنس[3] بر سانتی متر است (ms/cm). هدایت الکتریکی شیر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بین

* مسوول مکاتبات: gkarim @ ut.ac.ir

3.Micro Siemens

Archive of SID
www.SID.ir

ms/cm ۵/۵-۴ می باشد. در شرایط آزمایشگاه ارتباط خطی بین دما و هدایت الکتریکی وجود دارد بطوریکه در دمای بین ۴۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد به ازاء افزایش هر درجه دما میزان ms/cm ۰/۱۱۳ افزایش هدایت الکتریکی دیده می شود[۱].

در مایعاتی مانند شیر، هدایت الکتریکی را بر مبنای جابجائی یونها و حرکت الکترونها در مسیرهای خاص محاسبه می‌کنند، به این ترتیب که با فرو بردن دو الکترود در محلول و اعمال یک ولتاژ خاص، میزان مقاومت محلول اندازه گیری می‌گردد. به دلیل آنکه استفاده از جریان مستقیم ممکن است منجر به پلاریزاسیون الکترودها شود، معمولاً از یک ولتاژ متناوب استفاده می شود و در پالسی از زمان جریان عبورکننده به مدار صفر می رسد و در محدوده فرکانس اعمال شده میزان مقاومت محاسبه می گردد، در اینجا نمک موجود در یک محلول می تواند روی پلاریزاسیون الکترودها موثر باشد و بدیهی است به‌کارگیری فرکانسی که در آن پلاریزاسیون الکترودها انجام نشود و حساسیت به حداکثر برسد مدنظر است [۲].

با استفاده از هدایت الکتریکی می توان اطلاعات ارزشمندی در مورد کیفیت مواد مختلف از جمله مواد غذائی بدست آورد و بوسیله این روش، به عنوان یک ابزار ساده وکاربردی، کیفیت بسیاری از مواد غذائی را کنترل نمود.. یکی از مواد غذائی که سنجش هدایت الکتریکی می تواند مورد استفاده زیادی برای آن داشته باشد شیر است. در شیر هدایت الکتریکی عمدتاً مربوط به یونهای سدیم، پتاسیم و کلر است که تقریباً به صورت یونهای آزاد یافت می شوند [۱].

تازگی و کهنگی شیر در زمان دریافت آن در کارخانه‌های فرآوری شیر از آزمایشهای روزمره در صنایع شیر است. این کنترلها موجب جلوگیری از خسارات اقتصادی، ارتقاء کیفیت فرآورده نهائی و از همه مهم‌تر حفظ سلامت مصرف کننده می گردند [۳]. اصولا، برخی از ویژگیهای فیزیکوشیمیائی و میکروبیولوژیکی شیر جهت تعیین تازگی یا کهنگی آن استفاده می شود که اندازه گیری pH، اسیدیته و شمارش کلی میکروبها از آن جمله اند. pH شیر گاو در دمای حدود ۲۵ درجه سانتی گراد در محدوده ۶/۵ تا ۶/۷ (میانگین ۶/۶) می‌باشد. اگر این شاخص در شیری که تازه دوشیده شده بالاتر باشد، نشان دهنده ورم پستان وپایین بودن آن (pH کمتر از ۶/۵) بیانگر تکثیر و افزایش میکروارگانیسمها و یا ورم پستان است که درمورد اول یا از عمر شیر زمانی گذشته یا در شرایط نامساعد (از نظر دما) نگهداری شده است [۴].

حتی در بهترین شرایط تولید، شیر حاوی تعدادی باکتری است که از محیط وارد می شوند. میزان و نوع آلودگی بستگی زیاد به نظافت، بهداشت محیط زیست دام و نحوه شیردوشی دارد، سرد کردن سریع شیر در دامداری تا کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد درکیفیت میکروبی شیر تأثیر بسیاری دارد[۲،۵]. شمارش کلی میکروبهای هوازی یکی از آزمایشهای اولیه برای تعیین کیفیت بهداشتی شیر است که امروزه مبنای درجه بندی شیر خام دریافتی درکارخانه می باشد.از آنجائی که pH، اسیدیته و شمارش میکروبی عوامل تأثیر گذار بر هدایت الکتریکی شیر می باشند لذا ممکنست این روش را جایگزین شاخص های گفته شده در بالا نمود و با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی در زمانی کوتاه و بدون نیاز به مواد و ابزار دیگر ازمایشگاهی کیفیت شیر را ارزیابی کرد [۹-۱،۶].

از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی در صنعت شیر استفاده زیاد شده است. از آن جمله می توان به تعیین میزان یونهای آزاد در شیر[۱]، تعیین میزان کازئین در فرآیند رسیدن پنیر[۱۰]، برآوردتولید روزانه شیر و میزان چربی آن [۱۲] و میزان پروتئین پودر آب پنیر [۱۳]اشاره نمود. همچنین از هدایت الکتریکی برای تعیین میزان اسیدی شدن در فرآیندهای تخمیری و عمل آغازگرها[۱۰]، تشخیص استرپتوکوکوس ترموفیلوس[۲] [۱۴]، تعیین مراحل رشد لاکتوباسیلوس پاراکازئی[۳] در یک نوع پنیر بلغاری [۱۵] و آلودگی آب به اشریشیاکلی[۴] [۱۶]استفاده شده است.

1.Starters
2.Streptococcus thermophilus
3 .Lactobacillus paracasei
4. Esherichia coli

Archive of SID
www.SID.ir

همچنین از این روش بعنوان جایگزینی برای شمارش کلی میکروبی در شیر استفاده گردیده است [۱۷]. مابروک[1] و همکار، در سال ۲۰۰۳ طی مطالعه ای نشان دادند که با افزایش میزان آب شیر، هدایت الکتریکی کاهش خطی و با کاهش چربی شیر، هدایت الکتریکی افزایش پیدا می کند[۱]. اهداف این مطالعه عبارتنداز: تعیین ضریب همبستگی بین هدایت الکتریکی وpH، اسیدیته و تعداد کلی میکروارگانیسمها در شیر خام و بهدست آوردن رابطه ای که به کمک آن بتوان pH، اسیدیته و تعداد کلی میکروارگانیسمها را در شیر خام تخمین زد.

۲- مواد و روش کار

۲-۱- مواد و دستگاهها

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل: محیط کشت آگار مغذی، اسید لاکتیک (یک درصد شرکت مرک[2])، سود۰/۱و۰/۵ نرمال (شرکت مرک)، فنل فتالئین (شرکت مرک)بودند. از دستگاههایpH سنج الکتریکی (مدل $M_{۱۲}$ با الکترودهای از جنس پلاتین، ساخت کارخانه هاریبا[3] ژاپن) و دستگاه سنجش هدایت الکتریکی (مدل $Dc_{۱۴}$ با الکترودهایی از جنس پلاتین، ساخت کارخانه هاریبا ژاپن) استفاده گردید.

۲-۲- روش کار

۲-۲-۱- نمونه گیری

ابتدا ظروف نمونه گیری بعد از شستشو با مواد پاک کننده با آب گرم و سرد آبکشی ودر دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد سترون شدند و سپس در محل دریافت شیر یکی از کارخانه‌های شیر تهران بعد ازبه هم‌زدن و یکنواخت کردن، شیرهای تحویلی در هر مخزن مقدار ۲۵۰ میلی لیتر نمونه برداشت شد. روش نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی منظم[4] بود. شیر به فلاسک حاوی یخ منتقل و به آزمایشگاه آورده شد. در روی هرنمونه آزمایشهای زیر انجام گرفت:

۲-۲-۲- روش انجام آزمونها

الف – آزمایش تجربی اولیه

با توجه به اینکه عوامل متعددی می توانند بر هدایت الکتریکی شیر تأثیر بگذارند و نظر به اینکه هنوز تمام این عوامل شناخته نشده اند، لذا برای بررسی همبستگی pH، اسیدیته و شمارش کلی میکروبها با هدایت الکتریکی باید بعضی از عوامل را حذف می کردیم. به این منظور از شیر بدون چربی در این مرحله استفاده شد. نمونه‌ها از مخزن شیر بدون چربی در کارخانه و در شرایط سترونی برداشت و در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. ابتدا جهت شمارش کلی میکروبی نمونه (آزمونه) در شرایط سترونی برداشت ورقتهای$^{-۴}۱۰$،$^{-۵}۱۰$ ،$^{-۶}۱۰$ تهیه ودر آگار مغذی کشت داده شد[۱۷]. سپس اسیدیته با روش تیتراسیون [٤]، pH توسط pH سنج و هدایت الکتریکی شیر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد طبق روش پیشنهادی کارخانه سازنده اندازه‌گیری گردید.

جهت ایجاد تغییر در شمارش کلی میکروبی مابقی شیر حاصل از آزمایش درگرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شد و در فواصل هر بیست دقیقه مقدار یک میلی لیتر از آن برداشت و بعد از تهیه رقتهای مورد نظر کشت و همزمان هدایت الکتریکی آن دردمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید.

برای ایجاد تغییر در pH و اسیدیته با توجه به‌ویژگی بافری شیر، نیاز به اسید و قلیا برای تغییر pH به سمت اسیدی و قلیائی بود. برای کاهش pH و افزایش اسیدیته از اسیدلاکتیک استفاده شد که توسط میکروسمپلر در مقادیر ۰/۰۳ ، ۰/۰۶، ۰/۰۹ و۰/۱۲ میلی لیتربه شیر اضافه گردید تا جائیکه شیر لخته شد. سپس pH و اسیدیته و همزمان هدایت الکتریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید. برای افزایش pH و کاهش اسیدیته از سود ۰/۵ نرمال استفاده شد، به این منظور از مقادیر۰/۰۲ ، ۰/۰٤، ۰/۰٦ ، ....

1.Mabrook
2 .Merck
3.Hariba
4 .Systematic Random sampling

Archive of SID
www.SID.ir

سود تا جائیکه حالت دو فازی در شیر دیده شد، استفاده گردید. سپس pH و اسیدیته و هدایت الکتریکی در ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

آزمایشها ۱۰ بار تکرار شدند. لازم به ذکر است نوع اسید یا باز اضافه شده می تواند عامل موثری بر هدایت الکتریکی باشد. بدین منظور در این آزمایش اسید اضافه شده اسید لاکتیک و باز مورد استفاده، سود انتخاب شد، که هر دو دارای خلوص ۹۹/۹۹۹٪ بودند.

ب- آزمون تعیین شاخص های مورد نظر بدون توجه به دمای شیر خام

کلیه آزمایشها دراین مرحله بدون توجه به دمای شیر در هنگام اندازه‌گیری هدایت الکتریکی مطابق روشهای گفته شده در فوق انجام گردید. تعداد نمونه‌ها ۲۰۰ نمونه بود.

ج – آزمون تعیین شاخص های مورد نظر با ثابت نگهداشتن دمای شیر

کلیه آزمایشها در این مرحله، باثابت نگه داشتن دمای شیر (۲۵°c) در هنگام تعیین هدایت الکتریکی انجام گردید. تعداد نمونه‌ها ۱۰۰ نمونه بود.

۲-۳- روش آماری

نتایج آزمایشها با کمک نرم افزار SPSS و آزمون آنالیز واریانس بررسی و ارزیابی شدند.

۳- نتایج وبحث

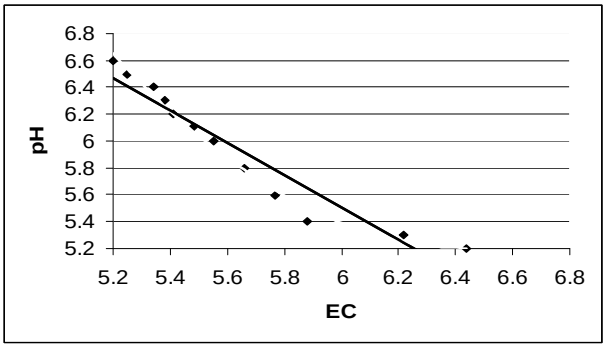
۳-۱- نتایج و بحث حاصل از بررسی ارتباط pH و اسیدیته با هدایت الکتریکی، در نمونه‌های شیر مورد آزمایش:

در آزمون تجربی اولیه، با افزودن اسید لاکتیک به شیر و تغییر pH و اسیدیته میزان هدایت الکتریکی شیر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می یابد. برای حصول اطمینان یک تکرار بعد از ۱۵ دقیقه (بعد از افزودن اسید لاکتیک) صورت گرفت. داده‌ها بسیار نزدیک به هم و گذشت زمان عامل موثری در تغییر ایجاد شده نبود. داده‌ها دارای پراکندگی نرمال بودند. نمودار شماره ۱، رابطه رگرسیون خطی و معکوس بین pH و اسیدیته را با هدایت الکتریکی نشان می دهد ($p<۰/۰۱$)، از این نمودارها همبستگی خطی مطابق رابطه زیر به‌دست آمد:

$pH = ۱۰/۶۷ + ۰/۸۳۲EC$

$R^۲ = ۰/۹۸۳$

یعنی به ازای افزایش هریک ms/cm هدایت الکتریکی معادل ۰/۸۳۲ واحد pH کاهش می‌یابد.



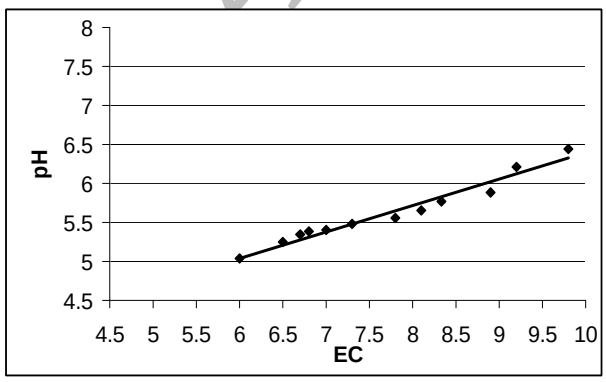
نمودار۱ رابطه بین pH و هدایت الکتریکی (EC) در جهت کاهش pH در آزمایش تجربی اولیه (شیر بدون چربی در دمای ثابت)

زمانی که pH با افزودن سود به طرف قلیائی متمایل گردید، با توجه به نمودار شماره۲ که رابطه رگرسیون خطی و مستقیم بین pH و هدایت الکتریکی را نشان می دهد، رابطه زیربدست آمد

$pH = ۳/۸۷ + ۰/۲۰۲ \quad EC$

$R^۲ = ۰/۹۶٤$

یعنی به ازای افزایش هر یک ms/cm هدایت الکتریکی معادل ۰/۲۰۲ واحد pH افزایش می یابد.



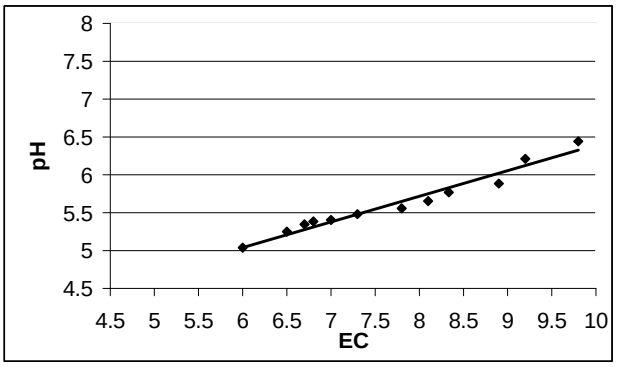
نمودار۲ رابطه بین pH و هدایت الکتریکی (EC) در جهت افزایش pH در آزمایش تجربی اولیه (شیر بدون چربی در دمای ثابت)

Archive of SID
www.SID.ir

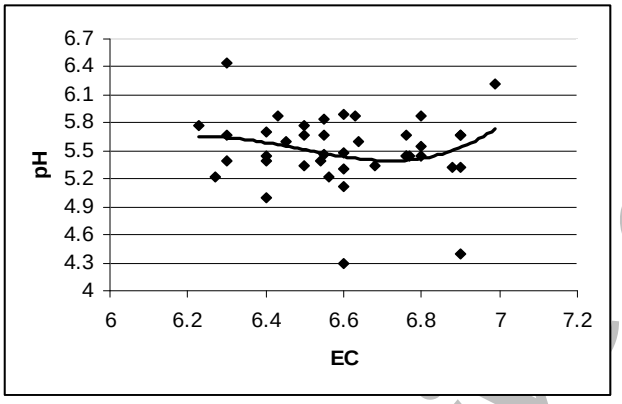
با توجه به اینکه عواملی مثل دما و چربی شیر در این مرحله آزمایش ثابت نگه داشته شد، لذا تصور می رودکه تاثیر این عوامل در ایجاد ارتباط بین pH و اسیدیته با هدایت الکتریکی بسیار زیاد است. درحالی که در آزمایشهای بعدی که از شیر خام وکامل استفاده گردید در هیچ موردی ارتباط معنادار بین pH و اسیدیته با هدایت الکتریکی مشاهده نشد. به نظر می رسد که pH و اسیدیته تنها عوامل تاثیرگذار بر هدایت الکتریکی شیر نیستند و ممکنست کمیتهای دیگری نیز در این امر تاثیر گذار باشند. این نتیجه‌گیری با تحقیقات سکیاری وهمکاران در سال ۲۰۰۱ مطابقت دارد. آنهادر مطالعه خود نتیجه گرفتند که نمی توان از هدایت الکتریکی به عنوان تنهامعیاربرای بررسی کمیتهای شیراستفاده کرد[۱۹]. گلیز وهمکار در سال ۱۹۹۵ به ارتباط بین pH و هدایت الکتریکی پی بردند و توانستند با تعیین pH شیر حدودا هدایت الکتریکی را تخمین بزنند[۲۵]. هماهنگی بین کار ما و این تحقیق استفاده از شیر بدون چربی به عنوان نمونه شیر مورد مطالعه است و نشان می‌دهد که چربی می تواند عامل تاثیرگذار بر تعیین هدایت الکتریکی در شیر باشد. این نتیجه هم در زمانی که در اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، دمای شیر ثابت نگه داشته شد و هم زمانی که شیر در دمای متغییر ، مورد آزمایش قرار گرفت، حاصل گردید. نمودار شماره ۳ عدم ارتباط معناداربینpH و اسیدیته را باهدایت الکتریکی در دماهای متغییر در شیر کامل نشان می‌دهد($P>0/05$). درنمودار شماره٤ عدم ارتباط بین pH اسیدیته با هدایت الکتریکی در شیر کامل و خام در دمای ثابت (۲۵ درجه سانتی‌گراد) مشاهده می گردد (P=۰/□□)

۳-۲-نتایج وبحث حاصل از بررسی ارتباط بین شمارش کلی میکروبی با هدایت الکتریکی درنمونه‌های شیرمورد آزمایش

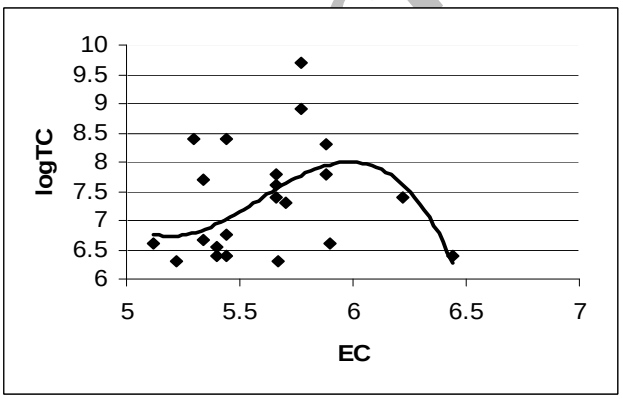
طبق نمودار۵،درآزمایش تجربی اولیه ارتباطی بین شمارش کلی میکروبی با هدایت الکتریکی شیر به‌دست نیامد($P>0/05$)، چنین نتیجه‌ای در آزمایشهای بعدی که از شیر خام وکامل در دمای ثابت ($P=0/919$) و دماهای متغییر($P=0/234$) استفاده شده بود نیز مشاهده گردید(نمودارهای شماره٦و۷).



نمودار۳ ارتباط معنادار بین pH و اسیدیته را با هدایت الکتریکی در دماهای متغییر در شیر کامل

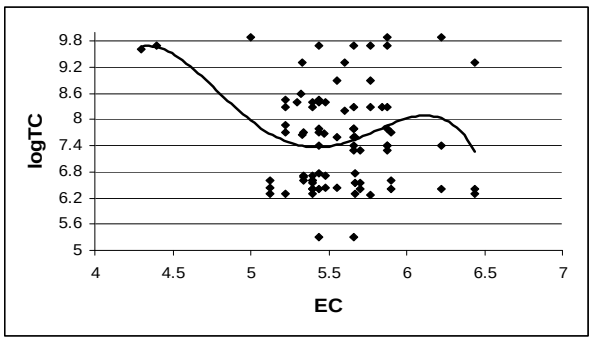


نمودار٤ ارتباط بین pH اسیدیته با هدایت الکتریکی در شیر کامل وخام در دمای ثابت (۲۵درجه سانتیگراد)

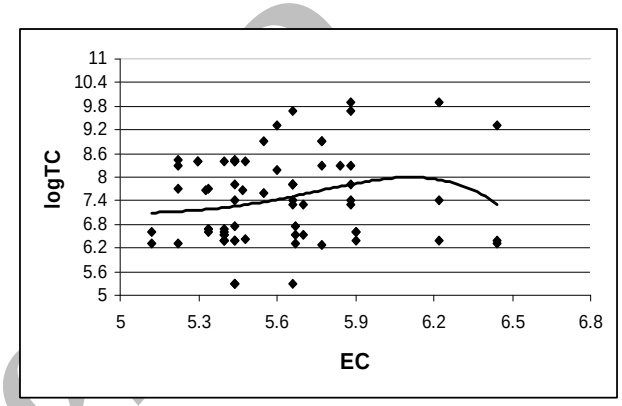


نمودار۵ رابطه بین شمارش کلی میکروبی (TC) و هدایت الکتریکی (EC) در آزمایش تجربی اولیه (شیر بدون چربی در دمای ثابت)

www.SID.ir



نمودار ٦ رابطه بین شمارش کلی میکروبی (TC) و هدایت الکتریکی (EC) بدون در نظر گرفتن دمای شیر کامل در نمونه‌های مورد آزمایش



نمودار ۷ رابطه بین شمارش کلی میکروبی (TC) و هدایت الکتریکی (EC) در شیر کامل و دمای ثابت ۲۵ درجه سانتیگراد

به نظرمی رسدکه هدایت الکتریکی کارایی زیادی در مورد شیرخام مخلوط[1] ندارد.این امرباتحقیقات تردتایی[2]در سال۲۰۰۲ مطابقت داردزیرادرتحقیق حاضرنیز، درتمام مواردا شیر خام مخلوط استفاده شده است[۲۳].دربسیاری از منابع ، پیشنهادگردیده که اندازه گیری هدایت الکتریکی می تواند جایگزین شمارش و تشخیص باکتریها باشد به عنوان نمونه می توان به تحقیق اوئنز[3]وهمکاران درسال ۱۹۸۹ اشاره نمود[۲٦]،ولی نظربه اینکه مطالعات انجام شده اکثرا برروی یک میکروارگانیسم خاص صورت گرفته است و شیر دارای میکروفلور بسیار متنوعی هست که دارای مراحل رشد متفاوت ومتابولیتهای مختلف می باشند، لذا این تنوع درنوع و تعداد میکروارگانیسمها می تواند دلیلی بر عدم کارایی اندازه‌گیری هدایت الکتریکی برای شمارش کلی میکروبها باشد (کارمیناتی[4]وهمکار۱۹۹۱) [١٤].

1.Bulk raw milk
2.Therdthai
3.Owens

۵- سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران و دانشکده دامپزشکی به خاطر تامین بودجه انجام این طرح سپاسگزاری می‌شود. همچنین از کارخانه شیر پاستوریزه پاک جهت همکاری در تهیه نمونه‌ها تشکر می گردد.

٦- منابع

[1] Mabrook, M., Petty, M. (2003). Effect of composition on the electrical conductivity of milk. Journal of Food Engineering, 69(3): 321-325.

[2] Lampert, I. M. (1978). Modern Dairy Products .Third edition, CRC.USA pp, 92-132, 157- 177.

[3] Shweizer, P. M., Vaihinger, S. and Gupel, W. (1994). Characterization of food freshness with Sensor Arrays. Sensors Actuators B.7-90.

[٤] فرخنده، ع. (۱۳۷۳) روشهای آزمایش شیر و فرآورده‌های آن. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ١٦٨-١٦٥

[5] Jay, J. M. (1992). Modern Food Microbiology .Fourth edition, Van Nostrand Reinold. NewYork, pp 122-142, 237-274.

[6] Mabrook, M., Petty, M. (2003). A novel technique for the detection of added water to full fat milk using single frequency admittance measurement. Journal of Food Engineering, 69(4): 415-418.

[7] Park, Y.W., Humphrey, R.D. (1986). Bacterial cell count in goat milk and their correlations with somatic cell count, percent of fat and protein, Journal of Dairy Science. (64) 32-37.

[8] Park, Y.W. (1991). Intercorrolationships between somatic cell counts, electrical conductivity, bacterial count, percent of fat

4.Carminati

Archive of SID
www.SID.ir

and protein in goat milk. Small Rumin. Res. (5) 367-375.

[9] Van Spreeken, K. j. A., Stekelenburg, F.K. (1986). Rapid estimation of the bacteriological quality of fresh fish by impedance measurement. Appl. Microbial Biotechnology, 24: 95-96.

10] Paqurt, Y. (2000). Electrical conductivity as a tool for analyzing fermentation

[10] Paqurt, Y. (2000). Electrical conductivity as a tool for analyzing fermentation processes for production of cheese starters. International Dairy Journal, 10: 391-399.

[11] Nielen, M. (1993). Milking interval and fat content, with milk conductivity. Dairy Science Abstracts, 65: 670.

[12] Prentice, J. H. (1962). The conductivity of milk- the effect of the volume and degree of dispersion of the fat. Journal of Dairy Research, 29: 131-139.

[13] Zhung, W., Zhou,W. (1997). Determination of protein content of whey powder using electrical conductivity measurement. International Dairy Journal: 7(10)647-653.

[14] Carminati, C., Neviani, E., (1991). Application of the conductance measurement technique for detection of Streptococcus salivarius spp. thermophilus. Journal of Dairy Science:74, 1472-1476.

[15] Curda, I., Plckova, M. (1995). Impedance measurement of growth of lactic acid bacteria in dairy caltures with Honey Addition. International Dairy Journal: 5,727-733.

[16] Colquhoun, K.O., Fricher, C.R. (1995). Detection of Echerichia coli in potable water using direct impedance technology. Journal. Appl. Bacteriol: 79,635-639.

[۱۷] موسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳٤٦) .

روش شمارش کلی میکروبها در شیر استاندارد شماره ۳٥٦

[18] Gnan, S., Luedecke, L. O. (1982). Impedance measurements in raw milk as an alternative to the standard plate count. Journal.Food Protection: 45(1)47-49.

[19] Secchiari, P. Serra, A., Paolelti, F. (2001). Application of tracking signal method to monitoring of udder health and oestrus in dairy cows. livestock Production Science: 72 (3-4)279-284.

[20] Winquist, F. (1998). Monitoring of freshness of milk by an electronic tongue on the basis of voltametry. Measurer Science Technology, 919: 37-194.

[21] Imamura, T., Toko, k. (1996). Monitoring of fermentation process of soybean paste using multi channel. Sensors Actuators B 371: 79-85.

[22] Medsker, L., Liebowitz, J. (1994). Design and development of expert systems and neutral networks. McMillan College Publishing Company, Inc. USA 273.

[23] Therdthai, N., Zhou, W, (2001).Artificial neural network, modeling of the electrical conductivity property of recombined milk. Journal of Food Engineering: 50(20)107-111.

[24] Therdthai, N., Zhou, W. (2002). Hybrid neural modeling of the electrical conductivity property of recombined milk. International Journal of Food Properties: 5(1) 496-490.

[25] Gelains, D., Champagne, C.P. (1995). The use of electrical conductivity to follow acidification of dairy blends. International Dairy Journal, 5(5) 427-438.

[26] Owens, J. D., Thomas, D. S., Thompson, P. S., Timmerman, J. (1989). Indirect conductivity: a novel approach to the conductimetric enumeration of microbial population. Lett. Appl. Microbiol., (9) 245-246.

Archive of SID

www.SID.ir